ÍNDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2
I.1 Datos generales del proyecto 2
I.1.1 Nombre del proyecto 2
I.1.2 Ubicación del proyecto 2
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto 4
I.2 Datos generales del promovente 4
I.2.1 Nombre o razón social 4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes y Clave Única de Registro de Población 4
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 4
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 4
I.3 Nombre del responsable técnico del estudio 4
1.3.1 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental 4
I.3.2 Dirección del responsable técnico del estudio 5
I.4 Fecha de elaboración del presente instrumento 5

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

Granja Acuícola Puro Campeón

I.1.2 Ubicación del proyecto

El polígono del proyecto, también denominado como "Área de Estudio", se ubica a 2.0 km al oeste de la localidad de Unión de Corrientes, ejido de Unión de Corrientes, municipio de Tuxpan, Nayarit; con localización en las coordenadas UTM: **1:** X= 452,719.781, Y= 2,430,180.602; y **5:** X= 453,181.605, Y= 2,429,864.318; en la zona 13 N, esto con base en el sistema de referencia global: WGS84.

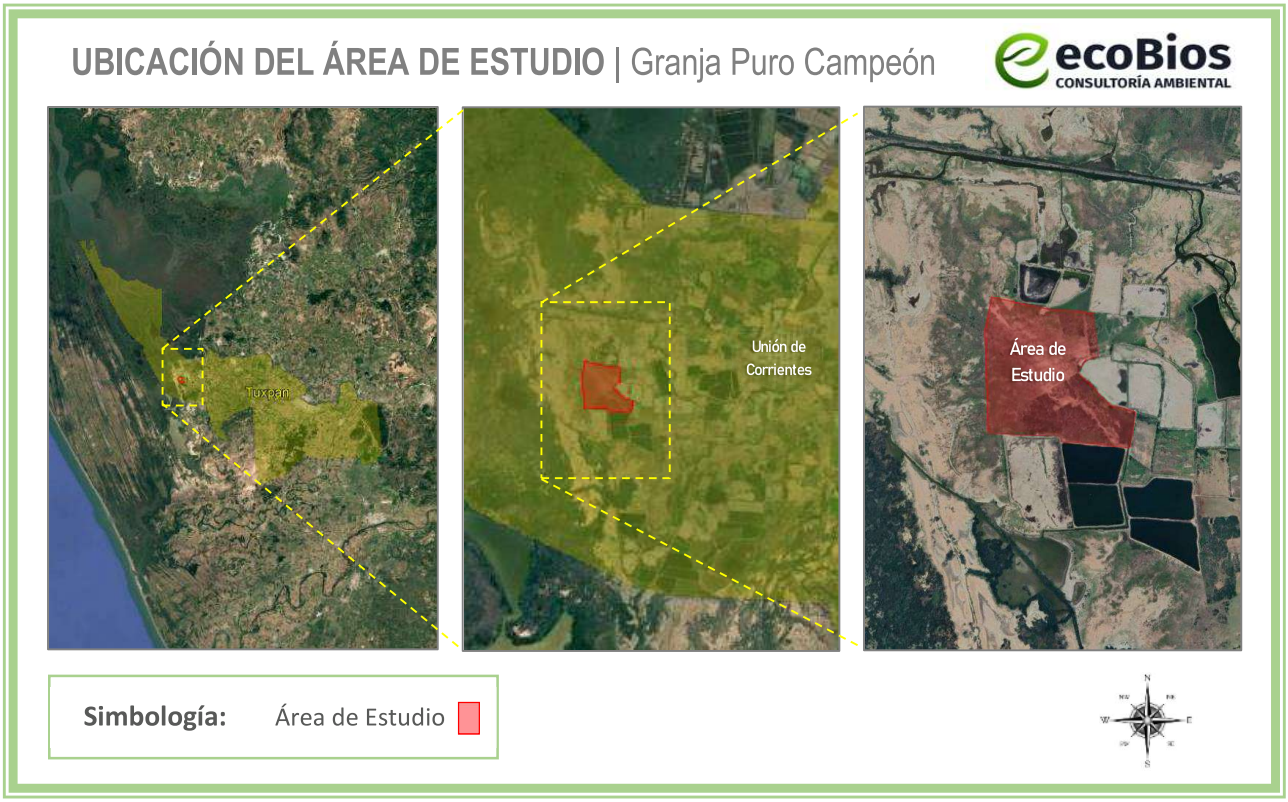


Figura I.1 *Ubicación del Área de Estudio*

En la siguiente imagen se presenta una fotografía aérea del estado actual de la granja, ya que, en la figura anterior, las fotografías satelitales no se encuentran actualizadas (año 2024):



Imagen I.1 *Fotografía aérea actual del Área de Estudio (febrero de 2026)*

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el cuadro de construcción del polígono del Área de Estudio del proyecto:

Tabla I.1 *Cuadro de construccion del polígono del Área de Estudio*

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	2,430,180.602	452,719.781
1	2	S 77°46'57.02" E	282.604	2	2,430,120.796	452,995.984
2	3	S 85°05'39.96" E	218.985	3	2,430,102.070	453,214.167
3	4	S 08°26'02.27" E	218.387	4	2,429,886.044	453,246.198
4	5	S 71°24'33.69" W	68.148	5	2,429,864.318	453,181.605
5	6	S 33°42'31.11" W	57.856	6	2,429,816.189	453,149.497
6	7	S 02°55'37.93" W	11.644	7	2,429,804.561	453,148.902
7	8	S 36°13'18.69" E	13.959	8	2,429,793.299	453,157.151
8	9	S 51°11'06.66" E	82.95	9	2,429,741.306	453,221.784
9	10	S 25°53'53.85" E	22.746	10	2,429,720.844	453,231.719
10	11	S 44°46'15.81" E	102.26	11	2,429,648.247	453,303.738
11	12	S 63°53'53.47" E	18.047	12	2,429,640.307	453,319.944
12	13	S 80°04'27.16" E	46.924	13	2,429,632.219	453,366.165
13	14	S 72°28'21.92" E	60.879	14	2,429,613.885	453,424.218
14	15	S 38°58'19.79" E	9.25	15	2,429,606.693	453,430.035

15	16	S 09°11'47.24" W	170.117	16	2,429,438.763	453,402.847
16	17	N 83°14'13.88" W	168.933	17	2,429,458.656	453,235.090
17	18	N 85°30'14.14" W	154.587	18	2,429,470.774	453,080.978
18	19	S 89°12'06.76" W	6.972	19	2,429,470.677	453,074.007
19	20	N 00°00'00" E	17.968	20	2,429,488.645	453,074.007
20	21	N 43°32'06.55" W	14.763	21	2,429,499.348	453,063.838
21	22	N 88°57'17.48" W	169.54	22	2,429,502.440	452,894.326
22	23	N 84°03'11.79" W	155.134	23	2,429,518.513	452,740.027
23	24	N 03°49'53.05" W	530.986	24	2,430,048.312	452,704.546
24	1	N 06°34'09.19" E	133.164	1	2,430,180.602	452,719.781
SUPERFICIE = 356,587.746 M^2						

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

De acuerdo a las condiciones constructivas y previendo un mantenimiento adecuado, el proyecto contempla una vida útil de aproximadamente 30 años.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

[redacted]

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

No aplica

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[redacted]

1.2.4.1 Personas autorizadas para recibir notificaciones

[redacted]

Directora General
Cedula profesional: 5530854

Miembro de la **Academia Mexicana de Impacto Ambiental A.C.**
Núm. socio: SI18179

Registro PAPSAN: NR-SDS/063

Miembro de la **Asociación Nayarita de Consultores Ambientales A.C.**
Cargo en Comité: Secretaria
Núm. Socio ANCA-012

Registro de Prestador de Servicios Ambientales en el Padrón Municipal de Bahía de Banderas:
ODUMA/MA/EA/017/2023

Colaboró: [redacted]

I.3.2 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

I.4 Fecha de elaboración del presente instrumento
Mayo, 2026

ÍNDICE

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2
II.1 Información general del proyecto 2
II.2 Naturaleza del proyecto 3
II.2.1 Características de las obras existentes 6
II.2.2 Escenarios para la determinación del grado de afectación ambiental 12
II.2.3 Selección del sitio 15
II.2.4 Ubicación y dimensiones del proyecto con las obras actuales 16
II.2.5 Vías de acceso al proyecto 18
II.3 Inversión requerida 18
II.4 Características particulares del proyecto 19
II.4.1 Información biotecnológica de las especies a cultivar 19
II.4.2 Descripción de las obras del proyecto con obras existentes y obras propuestas 23
II.5 Funcionamiento de la granja acuícola 29
II.6 Etapa de modificación del proyecto 38
II.6.1 Cronograma de actividades para la modificación del proyecto 38
II.6.2 Personal para la etapa de modificación del proyecto 38
II.6.3 Maquinaria y combustible para la etapa de modificación del proyecto 39
II.7 Etapa de Operación y mantenimiento 39
II.7.1 Cronograma de actividades para la operación y mantenimiento del proyecto 39
II.7.2 Personal necesario para la operación y mantenimiento 40
II.7.3 Maquinaria y combustible para la etapa de operación 40
II.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 41
II.8.1 Durante la modificación del proyecto 41
II.8.2 Durante la operación y mantenimiento 43
II.8.3 Etapa de abandono del sitio 48
II.9 Resumen del estudio hidrológico para el proyecto. 48

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

El proyecto llamado "Granja Acuícola Puro Campeón", consiste en la continuación de la operación y mantenimiento de una granja acuícola de cultivo semi-intensivo de tilapia (*Oreochromis aureus*), así como en la modificación de algunos de sus estanques existentes para la realización de 2 estanques de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales y la construcción de nuevas compuertas. El proyecto abarca un polígono con una superficie de **356,587.746 m^2**.

Actualmente el proyecto está conformado por las siguientes instalaciones:

- 5 estanques rústicos construidos con bordos de tierra de sección trapezoidal, estos cuentan con una terracería en la parte superior de 3 a 5 metros de anchura;
- 2 sistemas de bombeo (cárcamo) para el llenado de los estanques, cada cárcamo cuenta con un motor diésel de 6 cilindros y tubería para el bombeo mecánico del agua;
- 1 estanque reservorio;
- 10 compuertas para la distribución y el control del llenado o drenado de los estanques;
- 1 canal de llenado y drenado, ubicado en el perímetro del polígono, mismo que se conecta con el estero Ticha y el sistema lacustre de la región.

Como se mencionó anteriormente, para asegurar la correcta operación del proyecto y de acuerdo a las normas y reglamentos aplicables a este sector productivo, se pretende llevar a cabo la instalación de dos lagunas de oxidación; estas lagunas están diseñadas para contener el agua residual de los estanques y poder llevar a cabo un tratamiento de oxidación natural a las aguas residuales, previo a drenarlas a los canales que se encuentran conectados al estero Ticha/Corrientes antes mencionado. Con la operación de los estanques de oxidación, se reducen considerablemente los impactos ambientales que estas aguas residuales pueden generar. En el punto ***II.5.12 Tratamiento de aguas residuales de estanques***, se describe el funcionamiento del proyecto con mayor detalle.

El proyecto motivo de esta MIA-P, se ubica a 2.0 km al poniente de la localidad de Unión de Corrientes, ejido de Unión de Corrientes, municipio de Tuxpan, Nayarit; con localización en las coordenadas UTM: **1:** X= 452,719.781, Y= 2,430,180.602; y **5:** X= 453,181.605, Y= 2,429,864.318; en la zona 13 N, esto con base en el sistema de referencia global: WGS84.

Es importante mencionar que para la construcción del proyecto no se contaba con la previa autorización en materia de Impacto Ambiental, motivo de la presente MIA-P. Dicho lo anterior, PROFEPA actuó de forma correspondiente, como se describirá más adelante. De igual manera, el promovente llevará a cabo acciones/medidas de compensación, mitigación y prevención, como lo es la reforestación de un área cercana al proyecto, misma que se realizará con una especie nativa de la región y de importancia ambiental para el ecosistema en el que se encuentra, como lo es el mangle blanco *(Laguncularia racemosa)* huizache *(Vachellia farnesiana) y* guamúchil *(Pithecellobium dulce)*; otra medida es la creación de 2 lagunas de oxidación antes mencionadas, con el fin de que el agua de descarga presente un tratamiento previo.

II.2 Naturaleza del Proyecto

Consiste en un proyecto competencia de la Federación por encontrarse dentro de una ANP, para el desarrollo de actividades acuícolas, contenido en el **artículo 28,** fracciones X, XI y XII de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** y art. 5° inciso R), fracciones I y II, inciso S) e inciso U) fracciones I y III de su **Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**.

El Área de Estudio se encuentra dentro del Área Natural Protegida, Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales de Nayarit, (Ver ***Figura II.1***) lugar que ha ya sido previamente impactado por las diferentes actividades antropogénicas llevadas a cabo a lo largo de los años, donde las actividades de agricultura y acuacultura han ganado terreno y se han convertido en las principales actividades económicas de la región; aunado a que, dentro del Sistema Ambiental del mismo y sus colindancias, existen diversos cuerpos de agua con sustratos de alta eficiencia para la instalación y realización de este tipo de actividades, cuestión que ha contribuido con el aumento de la construcción y operación de granjas acuícolas en la zona.

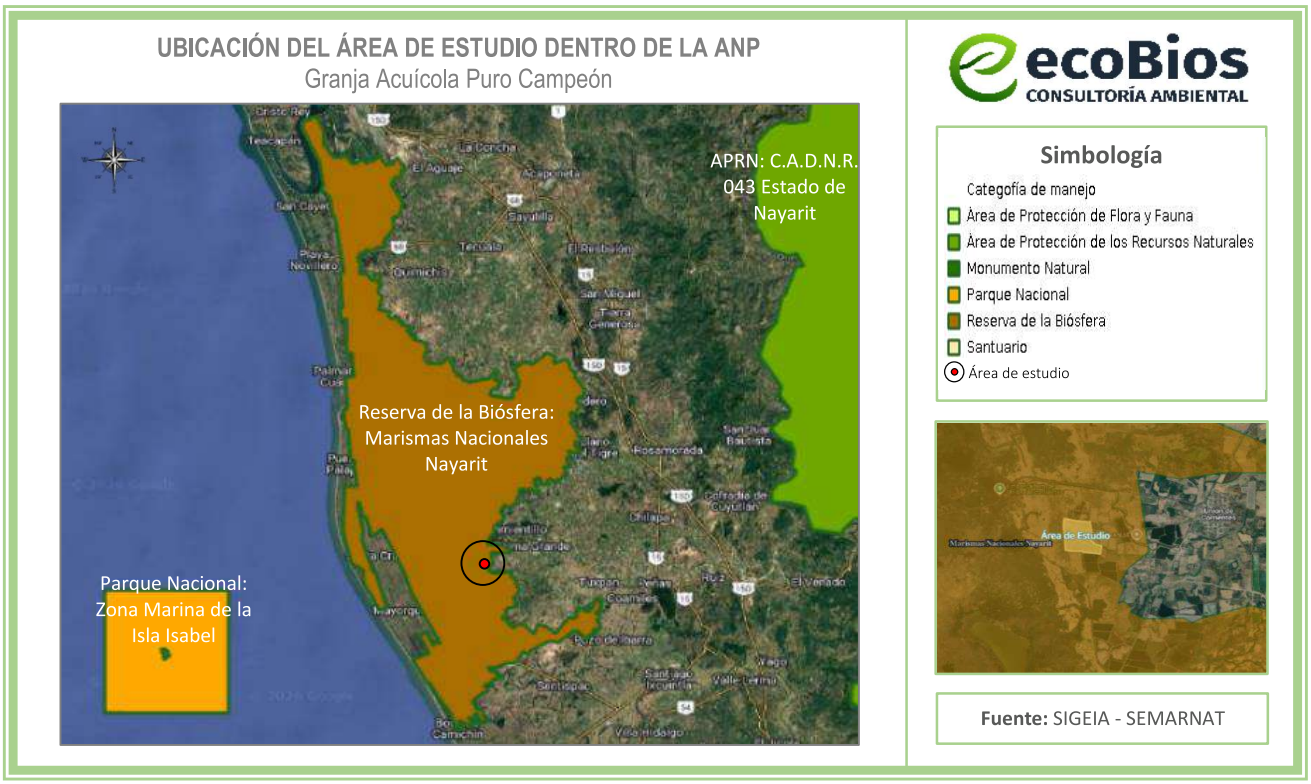


Figura II.1 *Ubicación del Área de Estudio dentro de la ANP.*

Es importante señalar que la totalidad del proyecto se localiza en el **área de amortiguamiento** del Área Natural Protegida, Reserva de la Biósfera, denominada como **Marismas Nacionales Nayarit, Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales El Roblito-Paso Hondo-Mexcaltitán (I) Palapar de Tuxpan (II) SASRNRPHM (I) PT(II)**; (ver ***Figura II.2***), cabe resaltar que, este proyecto no es una actividad antropogénica aislada, ya que, en los alrededores, se tiene la presencia de otras granjas de la misma índole, además de tierras de cultivo.

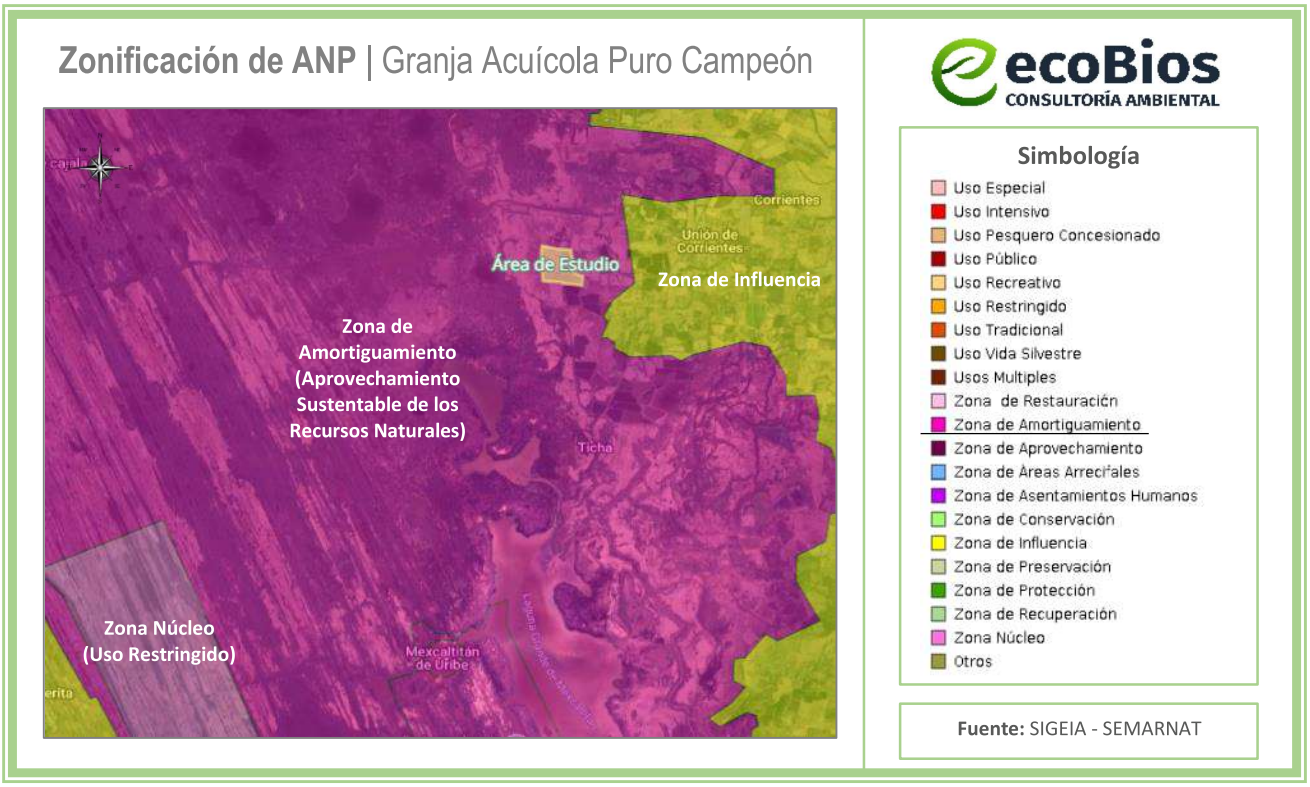


Figura II.2 *Zonificación de la ANPRBMNN con respecto al Área de Estudio*

En la siguiente imagen, se muestran las actividades permitidas dentro de la subzona del **ANP** a la que pertenece el polígono del proyecto, donde se corrobora que la presencia del proyecto no contraviene con lo estipulado para la zona.

Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales El Roblito-Paso Hondo–Mexcaltitán (I) Palapar de Tuxpan (II) SASRNRPHM (I) PT (II)	
Actividades Permitidas	**Actividades no Permitidas**
1. Actividades productivas de bajo impacto ambiental[1] 2. Apertura y mantenimiento de senderos, brechas y caminos 3. Aprovechamiento forestal 4. Colecta científica[2] 5. Colecta científica[3] 6. Construcción de obra pública o privada[4] 7. Dragado exclusivamente para el desazolve de esteros y cuerpos de agua asociados a los mismos 8. Educación ambiental 9. Establecimiento de UMA[5] 10. Filmaciones, actividades de fotografía y captura de imágenes o sonidos 11. Investigación científica y monitoreo del ambiente 12. Pesca y acuacultura 13. Turismo de bajo impacto ambiental[6]	1. Agricultura, salvo aquella considerada como actividad productiva de bajo impacto ambiental 2. Construir confinamientos de residuos sólidos, así como de materiales y sustancias peligrosas 3. Ganadería extensiva 4. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar flujos hidráulicos 5. Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre[7] 6. Modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos 7. Realizar obras o actividades de exploración o explotación minera 8. Remover, rellenar, trasplantar, podar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar, salvo las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar 9. Pesca, utilizando artes de pesca fijas sin control normativo y manejo técnico, así como el empleo de venenos, explosivos o alimentos procesados como atrayentes 10. Tirar o abandonar residuos fuera de los sitios autorizados para tal efecto 11. Turismo 12. Verter o descargar residuos sólidos en cualquier clase de cauce, vaso o acuífero 13. Uso de explosivos

Imagen II.1 *Actividades permitidas y no permitidas dentro de la SASRNRPHM (I) PT (II)*

II.2.1 Características de las obras existentes

Según la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el proyecto está considerado en el Título Primero, Capítulo IV, Sección V, Artículo 28**:**

Fracción XI. *Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la federación;*

Fracción reformada DOF 23-02-2005

Fracción XII. *Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas,*

Por lo tanto, se presenta la actual MIA-P para cumplir con la ley y poder obtener la autorización ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), al tratarse

de obras y actividades en un predio ubicado dentro de un ANP, para el desarrollo de actividades acuícolas, y en cumplimiento a lo dictado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en su Acta de Inspección número **IIA/2026/003** de fecha 27 de enero del 2026**,** por obras y actividades realizadas o que está realizando relativas a la granja acuícola ubicada dentro del polígono del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit, en terrenos del ejido Unión de Corrientes, municipio de Tuxpan, estado de Nayarit, las cuales correspondieron a lo siguiente:

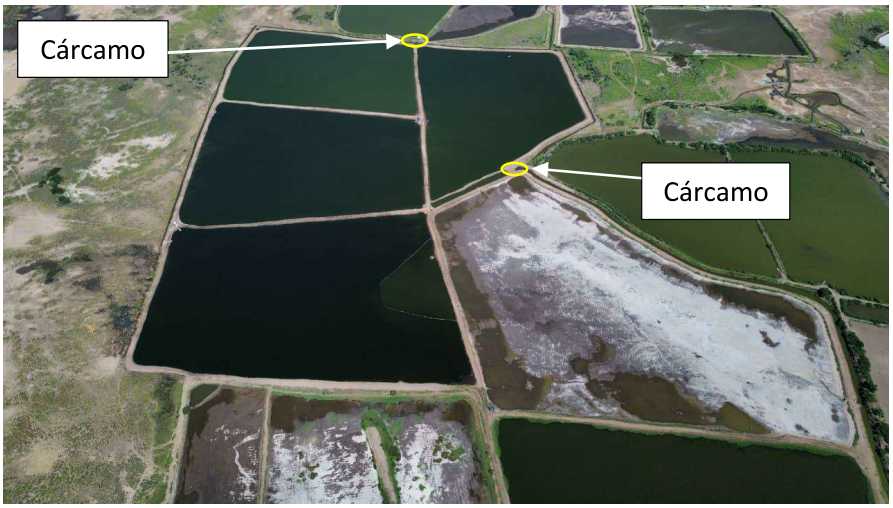
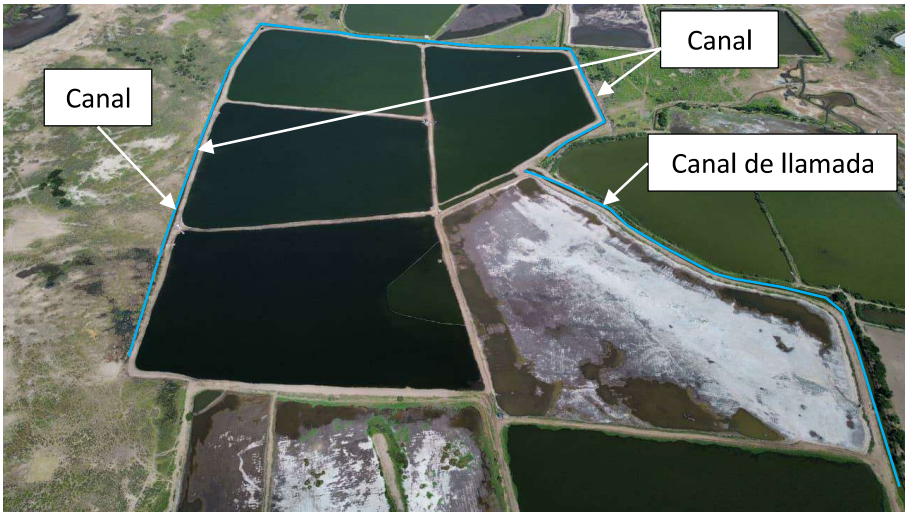
"…; observándose que el lugar que se inspecciona consiste en una granja acuícola con cinco estanques los cuales se encuentran en operación para la producción o cultivo acuícola (camarón y tilapia), delimitados con bordería perimetral de tierra con un ancho promedio de 5 metros y una altura aproximada de 1.5 metros, dicha bordería se observa que se encuentra compactada con evidencia de erosión o deslave, cada estanque tiene una compuerta de salida de aguas residuales, así como una compuerta de entrada de agua, construidas con material de block y cemento, así como dos cárcamo de bombeo para abastecer de agua a los estanques, de 18 pulgadas de diámetro, los cuales funcionan con motor diésel de 6 cilindros, el abastecimiento de agua se realiza del canal de llamada que fue construido desde el estero denominado El Carrizo que se ubica en la parte Sur de la granja acuícola a una distancia aproximada de 350 metros, la descarga de aguas residuales se realiza al dren construido en la parte Norte y Oeste colindante a la granja acuícola, en la bordería ubicada en la parte Este de la granja acuícola se observan residuos (ramas y tallos delgados ya secos) de la vegetación que fue afectada en esta parte del predio, además de vegetación presente en forma aislada y en manchones de especies conocidas como frutillo, guamuchilillo, mareño, huizache, vidrillo y zacate malín, principalmente, en una parte de la colindancia Norte y en la colindancia Oeste, se observa la existencia de zacate malín y vidrillo, principalmente, así como algunos ejemplares de frutillo y mareño presentes en forma aislada;…"

En la siguiente tabla se presenta la descripción de las obras descritas anteriormente, y se adjuntan fotografías de cada una:

Tabla II.1 *Descripción de las condiciones actuales del polígono con relación al Acta de Inspección número IIA/2026/003 de fecha 27 de enero del 2026 según* ***PROFEPA***

Descripción PROFEPA	Fotografía
"…observándose que el lugar que se inspecciona consiste en una granja acuícola con cinco estanques los cuales se encuentran en operación para la producción o cultivo acuícola (camarón y tilapia)…"	

	
"…delimitados con bordería perimetral de tierra con un ancho promedio de 5 metros y una altura aproximada de 1.5 metros, dicha bordería se observa que se encuentra compactada con evidencia de erosión o deslave, cada estanque tiene una compuerta de salida de aguas residuales, así como una compuerta de entrada de agua, construidas con material de block y cemento…"	  
"…así como dos cárcamo de	

bombeo para abastecer de agua a los estanques, de 18 pulgadas de diámetro, los cuales funcionan con motor diésel de 6 cilindros…"	 
"…el abastecimiento de agua se realiza del canal de llamada que fue construido desde el estero denominado El Carrizo que se ubica en la parte Sur de la granja acuícola a una distancia aproximada de 350 metros, la descarga de aguas residuales se realiza al dren construido en la parte Norte y Oeste colindante a la granja acuícola, en la bordería ubicada en la parte Este de la granja acuícola…"	
"…en la bordería ubicada en la	

parte Este de la granja acuícola se observan residuos (ramas y tallos delgados ya secos) de la vegetación que fue afectada en esta parte del predio, además de vegetación presente en forma aislada y en manchones de especies conocidas como frutilla, guamuchilillo, mareño, huizache, vidrillo y zacate malín, principalmente, en una parte de la colindancia Norte y en la colindancia Oeste, se observa la existencia de zacate malín y vidrillo, principalmente, así como algunos ejemplares de frutillo y mareño presentes en forma aislada;…"	 

A continuación, se presenta una tabla de las superficies de cada área que integra al proyecto actualmente. **Cabe destacar que en esta tabla no incluye la modificación de los estanques que el proyecto contempla a futuro.**

Tabla II.2 *Superficies de las áreas existentes que conforman el Área de Estudio y volumen de agua en estanques*

Superficie de áreas existentes del proyecto			
Área/Concepto	**Superficie (m^2)**	**Profundidad**	**Volumen de agua (m^3)**
Estanque 1	49,805.000	1.5	74,707.5
Estanque 2	59,631.000	1.5	89,446.5
Estanque 3	54,681.000	1.5	82,021.5

Estanque 4	67,608.000	1.5	101,412.0
Estanque 5	90,516.000	1.5	135,774.0
Estanque reservorio	727.000	1.5	
Canales de llenado y drenado	5,008.000	1.5	
Bordos	28,601.506		
2 Cárcamos de llenado	10.240		
Total	**356,587.746**		**483,361.5**

Dentro del proyecto se encuentran 5 bodegas desmontables de entre 9 y 18 m^2, las cuales están construidas con madera y láminas de cartón; estas pueden retirarse o cambiar de lugar según la temporada y su utilización. En la siguiente imagen se observa una fotografía de una de las bodegas.



Imagen II.2 *Bodega desmontable dentro del proyecto*

En la siguiente imagen se presenta un extracto del plano de distribución de obras existentes del proyecto, se anexa plano completo a este documento, para su mejor comprensión gráfica:

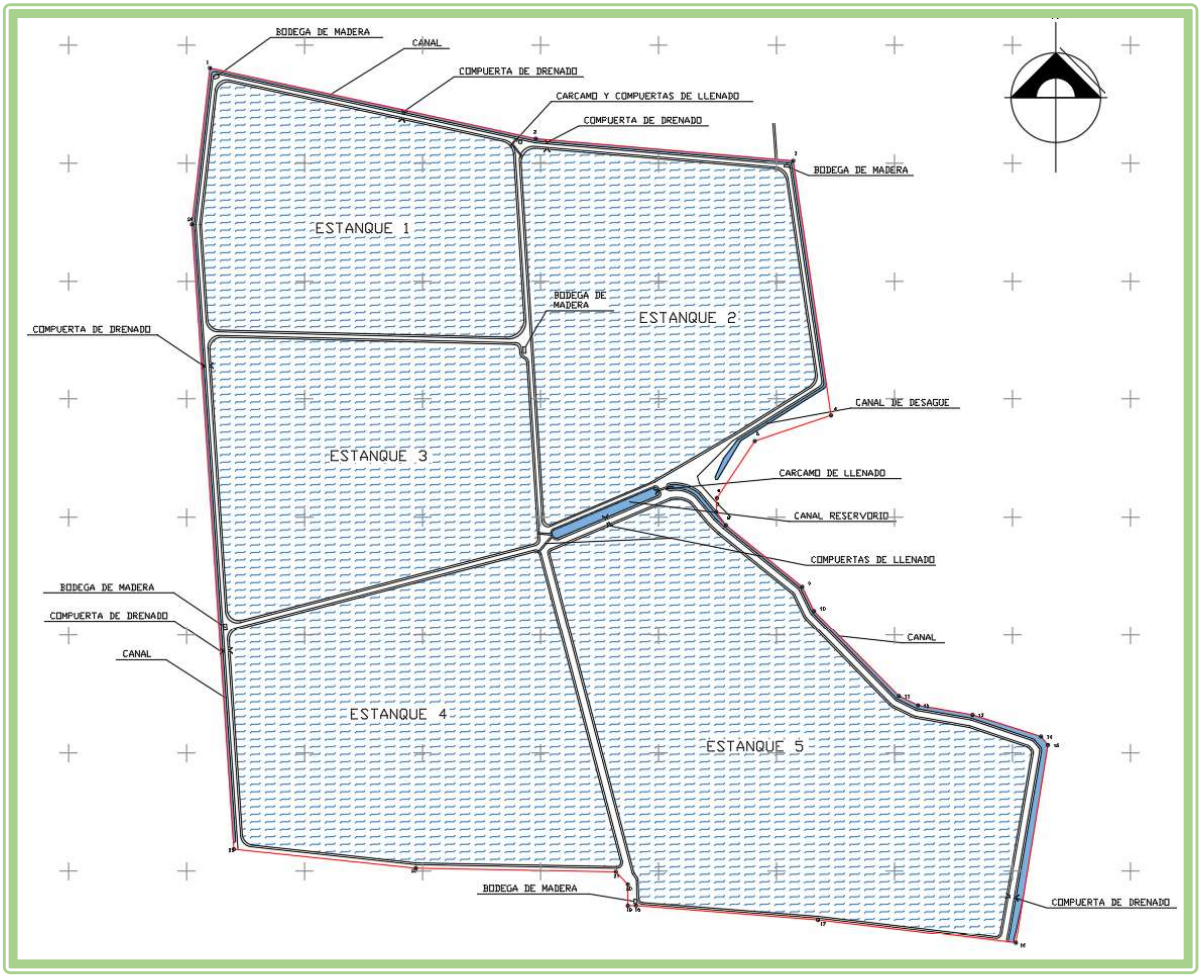


Imagen II.3 *Extracto del plano de distribución de obras existentes dentro del proyecto*

Para que en el polígono puedan presentarse las actividades de modificación de obras, operación y mantenimiento, el promovente realizará las gestiones necesarias para la obtención de licencias, factibilidades, constancias y/o permisos, con la finalidad de garantizar el cumplimiento de los requisitos que son obligatorios, en los términos y las condiciones de la normatividad municipal, estatal y federal aplicable.

II.2.2 Escenarios para la determinación del grado de afectación ambiental

La economía del municipio de Tuxpan se encuentra ligada principalmente a la agricultura, acuacultura y ganadería, siendo estas las principales actividades económicas de la región. Claro ejemplo de esto, es que, en los alrededores del proyecto (ver ***Imagen II.4***) se observan las diferentes parcelas agrícolas y otras granjas acuícolas, lo cual nos da una perspectiva actual del grado de afectación ambiental por medio de las actividades primarias que se desarrollan en la zona actualmente.

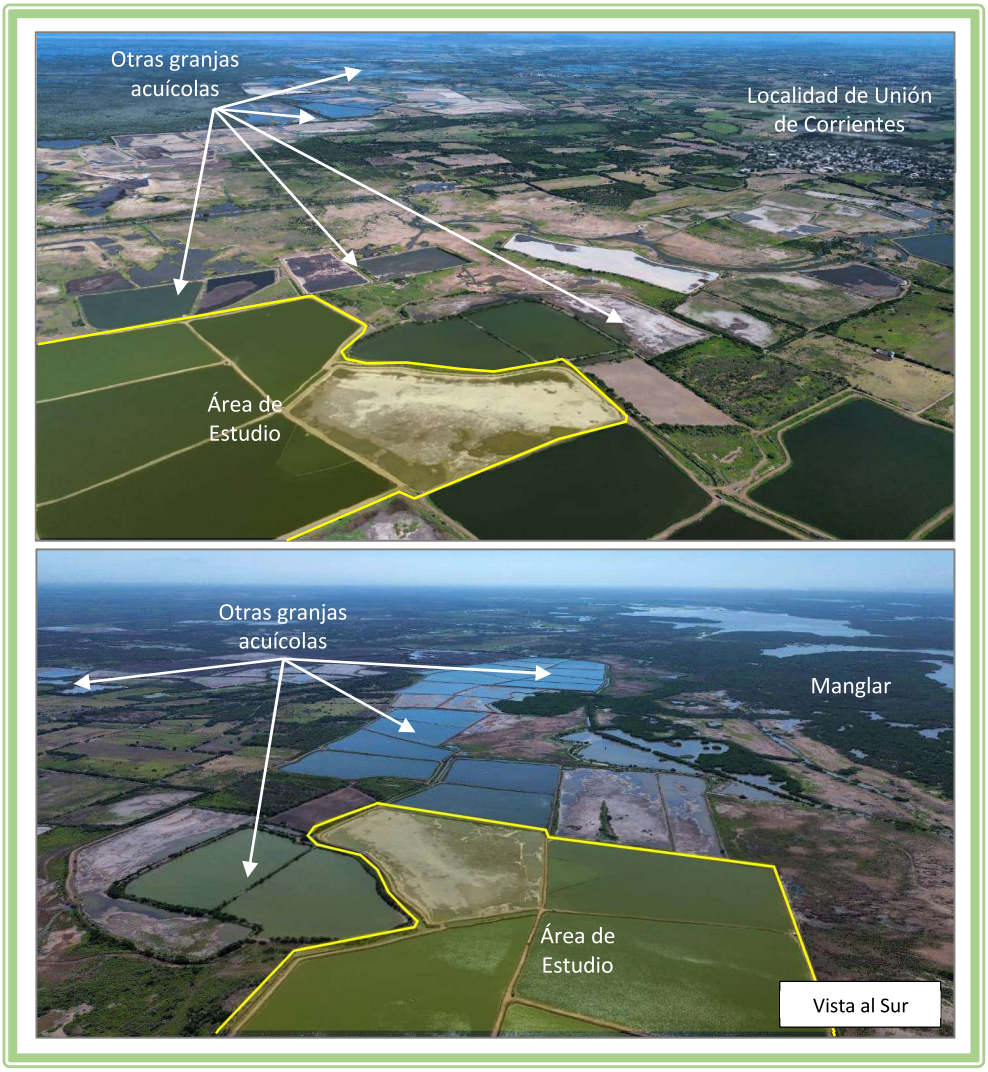


Imagen II.4 *Fotografías aéreas del estado actual de la zona (febrero de 2026)*

Como evidencia de la perturbación que pudo haber ocasionado la construcción del proyecto, se realiza el siguiente análisis de las características de las obras y actividades motivo de esta MIA-P y del entorno en general. En la siguiente figura se puede observar una línea del tiempo con fotografías satelitales del estado físico de la zona, esto por medio de la aplicación *Google Earth* de los años 2010, 2019 y 2024.

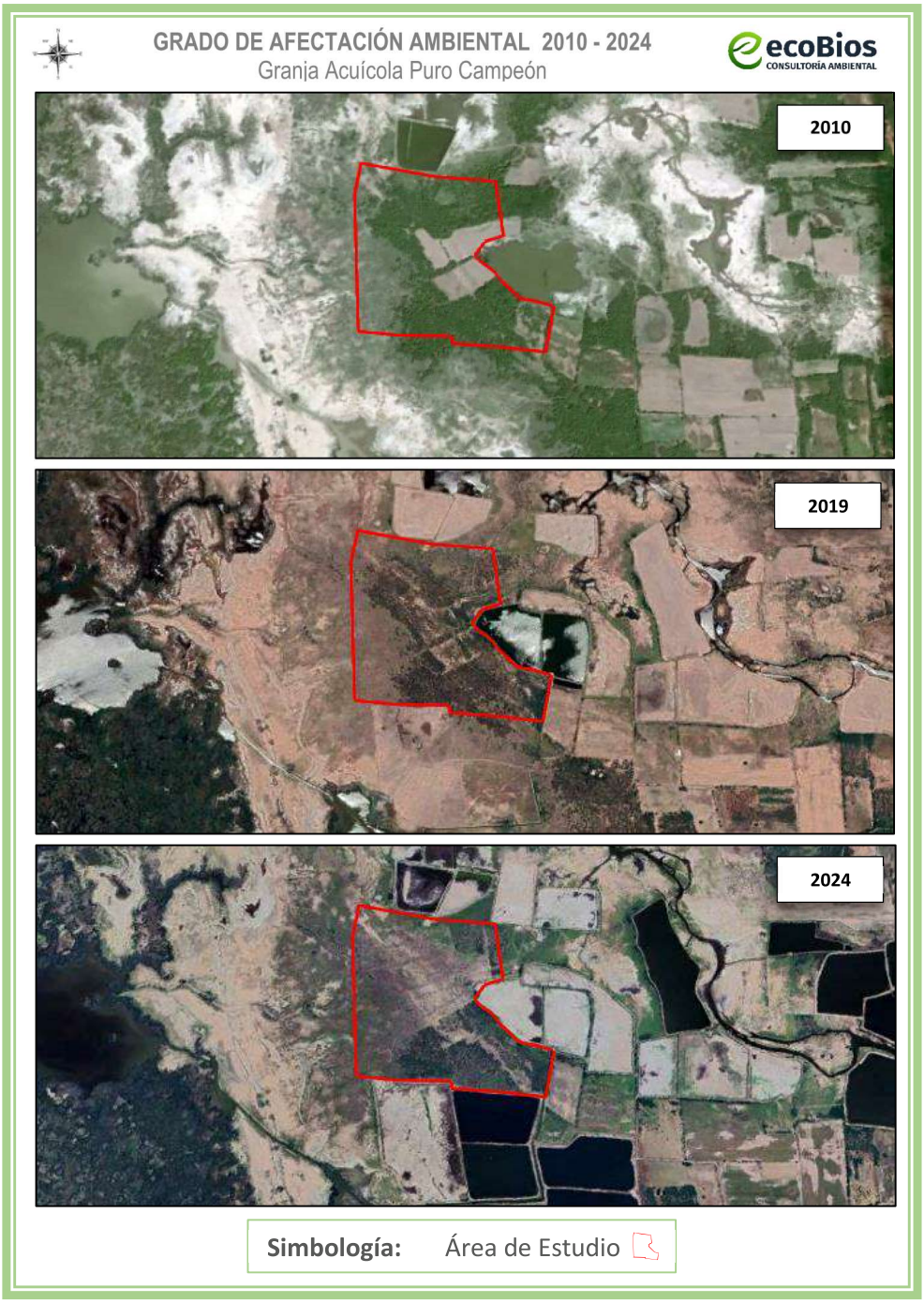


Figura II.4 *Línea de tiempo con fotografías satelitales del estado físico de la zona del Área de Estudio en el año 2010, 2019 y 2024*

Mediante el análisis por observación de fotografías satelitales, se puede observar que, en el año 2010, apenas existía un solo estanque al norte de donde actualmente se encuentra el Área de Estudio, y las demás parcelas aún se encontraban con actividades ganaderas y agrícolas; también se observa que,

dentro del Área de Estudio se encontraban parcelas con uso agrícola, además de la existencia de vegetación de selva espinosa, principalmente guamúchiles (*Pithecellobium dulce*) y huizaches (*Acacia farnesiana)*. Asimismo, en los años consecuentes, se observa el aumento de la construcción de estanques rústicos de acuacultura, demostrando la rentabilidad que ha tenido esta actividad económica primaria hasta la actualidad.

Por otra parte, a pesar de que el proyecto se encuentra dentro del ANPRBMNN, este se encuentra a una distancia de 400 metros de los individuos más cercanos de mangle, esto según la carta de Distribución de Manglares en México, CONABIO 2015; tal y como se muestra en la siguiente figura. Con esto y con fotografías satelitales de distintas fechas, podemos constatar que no se realizó una afectación directa a individuos de mangle para la construcción de las obras motivo de esta MIA-P, ya que estas, se realizaron entre los años 2024 y 2025, 10 años después del levantamiento de dicha carta de manglar.

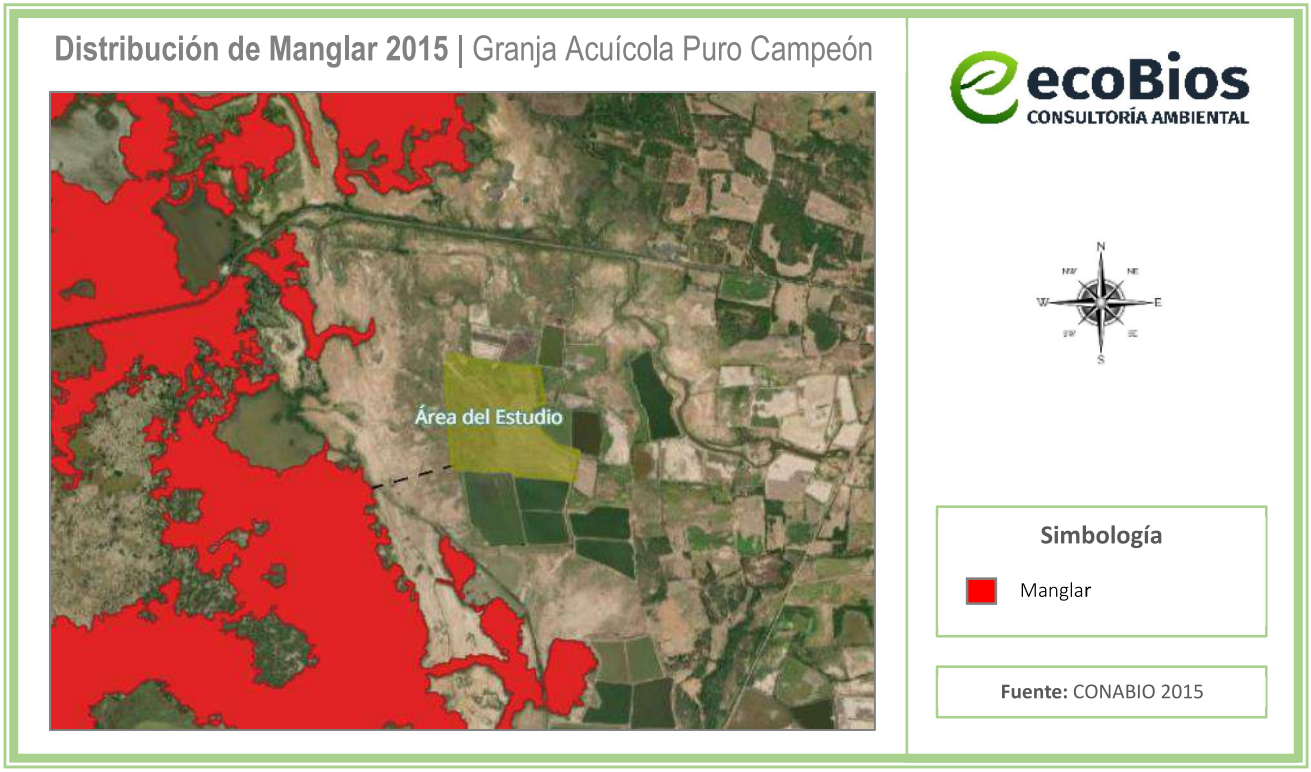


Figura II.3 *Distribución del manglar 2015 con respecto al Área de Estudio*

II.2.3 Selección del sitio

A continuación, se exponen algunas de las más importantes características por las que se seleccionó el sitio:

- Ubicación en un área con presencia de otras granjas acuícolas.
- Ubicación cerca del estero Ticha y otros sistemas lacustres.
- Ausencia de fauna silvestre y vegetación forestal que pueda ser dañada por el proyecto.
- Terreno plano.
- Accesibilidad al terreno.

II.2.4 Ubicación y dimensiones del proyecto con las obras actuales

El polígono del proyecto, también denominado como "Área de Estudio", se ubica a 2.0 km al oeste de la localidad de Unión de Corrientes, ejido de Unión de Corrientes, municipio de Tuxpan, Nayarit; con localización en las coordenadas UTM: **1:** X= 452,719.781, Y= 2,430,180.602; y **5:** X= 453,181.605, Y= 2,429,864.318; en la zona 13 N, esto con base en el sistema de referencia global: WGS84.

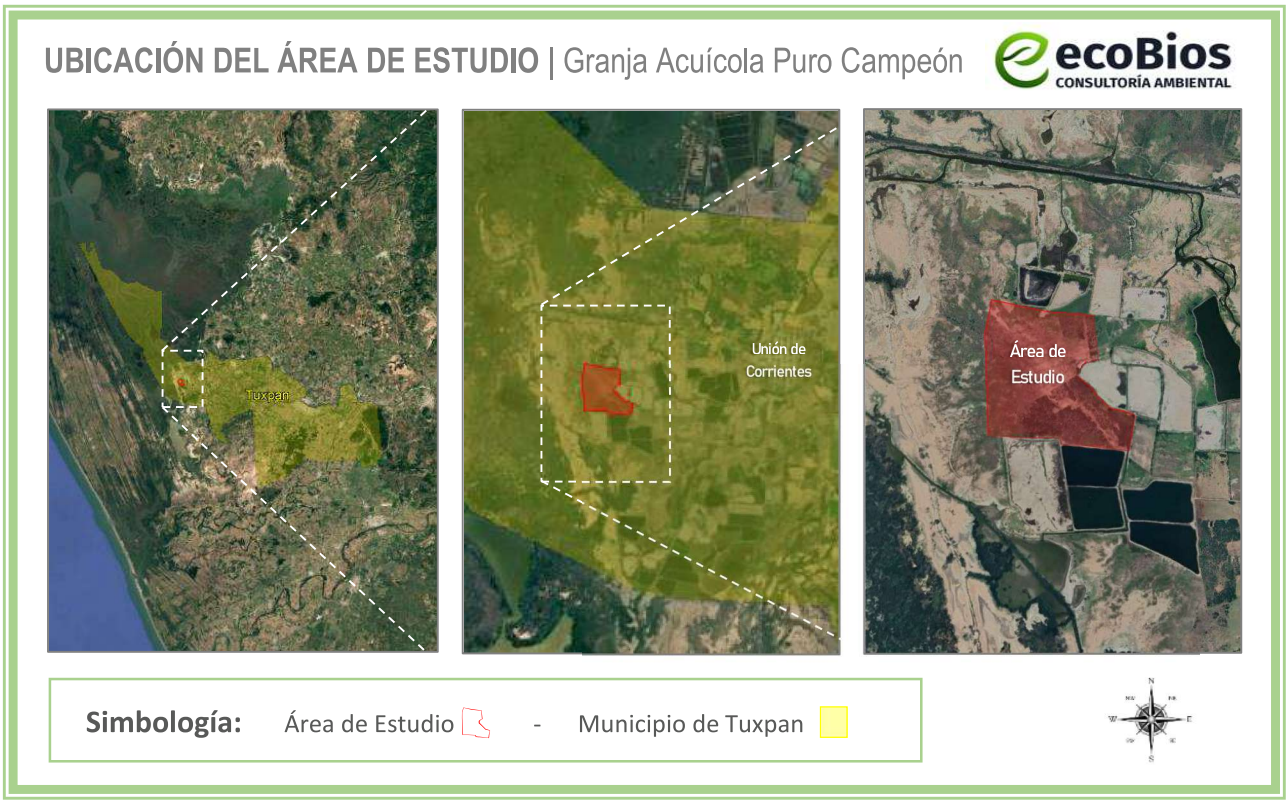


Figura II.5 *Ubicación del Área de Estudio*

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el cuadro de construcción del polígono del Área de Estudio:

Tabla II.3 *Cuadro de construcción del polígono del Área de Estudio*

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	2,430,180.602	452,719.781
1	2	S 77°46'57.02" E	282.604	2	2,430,120.796	452,995.984
2	3	S 85°05'39.96" E	218.985	3	2,430,102.070	453,214.167
3	4	S 08°26'02.27" E	218.387	4	2,429,886.044	453,246.198
4	5	S 71°24'33.69" W	68.148	5	2,429,864.318	453,181.605
5	6	S 33°42'31.11" W	57.856	6	2,429,816.189	453,149.497
6	7	S 02°55'37.93" W	11.644	7	2,429,804.561	453,148.902
7	8	S 36°13'18.69" E	13.959	8	2,429,793.299	453,157.151
8	9	S 51°11'06.66" E	82.95	9	2,429,741.306	453,221.784
9	10	S 25°53'53.85" E	22.746	10	2,429,720.844	453,231.719
10	11	S 44°46'15.81" E	102.26	11	2,429,648.247	453,303.738
11	12	S 63°53'53.47" E	18.047	12	2,429,640.307	453,319.944
12	13	S 80°04'27.16" E	46.924	13	2,429,632.219	453,366.165
13	14	S 72°28'21.92" E	60.879	14	2,429,613.885	453,424.218
14	15	S 38°58'19.79" E	9.25	15	2,429,606.693	453,430.035
15	16	S 09°11'47.24" W	170.117	16	2,429,438.763	453,402.847
16	17	N 83°14'13.88" W	168.933	17	2,429,458.656	453,235.090
17	18	N 85°30'14.14" W	154.587	18	2,429,470.774	453,080.978
18	19	S 89°12'06.76" W	6.972	19	2,429,470.677	453,074.007
19	20	N 00°00'00" E	17.968	20	2,429,488.645	453,074.007
20	21	N 43°32'06.55" W	14.763	21	2,429,499.348	453,063.838
21	22	N 88°57'17.48" W	169.54	22	2,429,502.440	452,894.326
22	23	N 84°03'11.79" W	155.134	23	2,429,518.513	452,740.027
23	24	N 03°49'53.05" W	530.986	24	2,430,048.312	452,704.546
24	1	N 06°34'09.19" E	133.164	1	2,430,180.602	452,719.781
SUPERFICIE = 356,587.746 M^2						

El promovente cuenta con los siguientes certificados parcelarios a su nombre, mismos que se anexan a esta MIA-P:

- Parcela: 000001036907, con 3-44-19.938 ha;
- Parcela: 000001017010, con 2-40-56.583 ha;
- Parcela: 000001017009, con 2-40-29.955 ha;
- Parcela: 000001020276, con 2-40-35.40.2 ha;
- Parcela: 000001020478, con 3-25-40.766 ha;
- Parcela: 000001020274, con 2-36-10.243 ha;
- Parcela: 000001020275, con 11-63-40.394 ha;

- Parcela: 000001037538, con 02-40-56.583 ha;
- Parcela: 000001037537, con 04-32-07.566 ha;
- Parcela: 000001017010, con 2-40-56.583 ha;
- Parcela: 000001036909, con 02-32-58.719 ha.

II.2.5 Vías de acceso al proyecto

El presente proyecto se encuentra inmerso en una zona rodeado de decenas de proyectos acuícolas y agrícolas. Asimismo, a este se puede acceder por medio de un camino de terracería de aproximadamente 3.2 km desde la localidad de Unión de Corrientes. Esta localidad se encuentra en el municipio de Tuxpan, y se accede por medio de la carretera federal núm. 15, tomando la carretera a San Vicente, continuando hacia la localidad de Pimientillo y Unión de Corrientes.



Figura II.6 *Vías de comunicación al Área de estudio*

II.3 Inversión requerida

La inversión requerida para la construcción del proyecto es de $5,000,000 (cinco millones de pesos) la modificación del proyecto costará aproximadamente $1,000,000.00 (un millón de pesos), mientras que la inversión para la operación y el mantenimiento de este es de aproximadamente $6,000,000.00 (seis millones de pesos).

II.4 Características particulares del proyecto

II.4.1 Información biotecnológica de las especies a cultivar

II.4.1.1 Descripción y características principales

La especie a cultivar es la tilapia azul (*Oreochromis aureus*), esta especie fue introducida a México en 1964 procedentes de Estados Unidos y mantenidas primeramente en la Estación Piscícola de Temascal, Oaxaca. Es una de las especies que tienen gran importancia en la producción de proteína animal en aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo, particularmente en los países en desarrollo. Actualmente las especies del género *Oreochromis* se distribuye en América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica, sudeste asiático, Medio Oriente y África. La **CONABIO** la clasifica como especie invasora categoría "E" (CONABIO 2010).



Imagen II.5 *Tilapia Azul (Oreochromis aureus)*

Tabla II.4 *Clasificación taxonómica (Oreochromis aureus)*

Clasificación taxonómica	
Reino	*Animalia*
Filo	*Chordata*
Clase	*Actinopterygii*
Subclase	*Neopterygii*
Infraclase	*Teleostei*
Superorden	*Acanthopterygii*
Orden	*Perciformes*
Familia	*Cichlidae*
Género	*Oreochromis*
Especie	*O. aureus*

Las crías nacionales son producidas en Centros Acuícolas de la **CONAPESCA** y en **UPA** particulares.

II.4.1.2 Atributos

- Cultivo comercial con tendencia de rápido crecimiento.
- La domesticación y selección genética permiten un suministro más consistente de alevines de alta calidad, libres de patógenos específicos y/o resistentes.
- Existen laboratorios mexicanos de producción de alevines, con las condiciones de calidad requerida y el abasto necesario.
- Su cultivo, es uno de los más difundidos, la rentabilidad puede ser alta o baja según el sistema de cultivo.
- Los costos de alimentación son menores.
- Existe disponibilidad de alimento balanceado. El alimento a utilizar es de origen vegetal y en mínima cantidad de origen animal, mismo que puede considerarse como un cultivo semiorgánico.
- Los insumos son fáciles de adquirir en el mercado.
- Es altamente productivo, debido a los atributos de la especie, como son: su rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, elevada productividad, tolerancia a condiciones de alta densidad, capacidad para sobrevivir a diferentes salinidades (organismos eurihalinos), así como la aceptación de una amplia variedad de alimentos balanceados de tipo comercial de acuerdo a las necesidades de la especie.
- Excelente conversión alimenticia.
- Su carne es de buena calidad y de gran aceptación y preferencia, como producto final, en el mercado tanto local, nacional como internacional.
- Se generarán fuentes de empleo y movimiento económico en la región.

II.4.1.3 Morfología

La tilapia azul (*Oreochromis aureus)* tiene un cuerpo robusto comprimido y discoidal, raramente alargado. Boca protráctil con labios gruesos, sólo en el caso de la especie *(O. mossambicus)*; mandíbulas anchas con dientes cónicos y en ocasiones incisivos. Aleta dorsal en forma de cresta con espinas y radios en su parte terminal. Aleta caudal redonda y trunca. El macho tiene dos orificios en la papila genital: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario.

II.4.1.4 Ciclo de vida

La incubación es bucal y dura de 3-6 días. Los machos maduran de los 4-6 meses, y las hembras de los 3-5 meses.

II.4.1.5 Hábitat

Ambientes acuáticos dulceacuícolas (ríos, embalses, arroyos y lagos) y salobres (lagunas costeras y estuarios).

II.4.1.6 Alimentación en el medio natural

Omnívoras (fitoplancton, plantas acuáticas, algas, zooplancton, detritus, invertebrados, pequeños insectos y organismos bentónicos).

II.4.1.7 Sistemas de cultivo

Extensivo, intensivo y semi-intensivo. La clasificación depende de la densidad de siembra, suministro de alimento y tipo de sistema de cultivo. El sistema de producción del presente proyecto corresponde a un cultivo semi-intensivo en estanques rústicos de tierra de gran superficie, donde se combina la productividad natural del agua con el suministro complementario de alimento balanceado y manejo hidráulico básico.

II.4.1.8 Características de la zona de cultivo

Zonas tropicales cercanas a una fuente de agua natural (ríos, embalses, lagos y lagunas).

II.4.1.9 Artes de cultivo

Estanques rústicos tanques de concreto o de geomembrana, rectangulares, circulares, cuadrados, hexagonales, octagonales y jaulas flotantes. Se pueden usar para mantenimiento de temperatura, estructuras tipo invernadero de malla sombra o para mantener la temperatura en zonas templadas.

II.4.1.10 Promedio de flujo de agua para el cultivo

El porcentaje de recambios de agua varía del 5 al 20%, según la etapa y sistema de cultivo hasta el 100% en sistemas intensivos.

II.4.1.11 Densidad de Siembra

Varía en cada etapa del cultivo y el tipo de sistema. En un sistema semi-intensivo se recomienda:

Tabla II.5 *Densidad de siembra*

Etapa de cultivo	Superficie de cultivo (m^2)	Densidad de siembra* (org/m^2)
Siembra	350-850	100-150
Pre-engorda	450-1500	20-50
Engorda	1000-5000	10-30

II.4.1.12 Peso del organismo para siembra

1-5 g.

II.4.1.13 Porcentaje de sobrevivencia

Extensivo 75–80%; semi-intensivo.

II.4.1.14 Tiempo de cultivo

Hasta dos ciclos por año de cinco a siete meses. El proyecto contempla un ciclo de 8 meses para el crecimiento.

II.4.1.15 Peso de cosecha

600g a 1.2 kg.

II.4.1.16 Alimento

Las tilapias son peces omnívoros, lo que significa que su dieta incluye tanto alimentos de origen vegetal como animal. En su hábitat natural, las tilapias se alimentan de una variedad de alimentos, incluyendo plantas acuáticas, algas, insectos, crustáceos y otros peces pequeños.

II.4.1.17 Temperatura ideal para la temporada de cultivo

Con respecto al ciclo del cultivo de tilapia en granja, los meses más recomendables para iniciar el ciclo (es decir, liberar los alevines) son aquellos en los que la temperatura del agua comienza a mantenerse de forma estable por encima de los 24–26 °C, ya que esta especie tiene un crecimiento mucho más eficiente en rangos cálidos, idealmente entre 26 y 30 °C. En regiones como Nayarit, esto suele ocurrir entre marzo y abril, cuando termina el periodo más fresco del año y comienza el incremento sostenido de temperatura. Iniciar en estos meses permite aprovechar toda la temporada cálida, que es cuando la tilapia presenta su mayor tasa de crecimiento, mejor conversión alimenticia y menor estrés.

Tomando en cuenta que el ciclo completo es de aproximadamente 8 meses, sembrar en marzo–abril, llevaría a una cosecha entre octubre y diciembre. Este periodo es bastante favorable porque incluye primavera, verano y parte del otoño, que concentran las temperaturas más altas del año. Durante estos meses, el metabolismo del pez se mantiene activo, comen más y crecen más rápido, lo que se traduce en mejores rendimientos productivos. Además, aunque hacia el final del ciclo (noviembre-diciembre) las temperaturas comienzan a bajar, los peces ya alcanzaron una talla comercial, por lo que el impacto del enfriamiento es menor.

II.4.1.18 Parámetros Físico-Químicos

Tabla II.6 *Parámetros Físico-Químicos*

Parámetro	Óptimo	Límites
Temperatura	24 ºC-29 ºC	>22 <32 ºC
Oxígeno disuelto	<5 mg/l	>3 mg/l

pH	7.5	>6.5 - <8.5
CO2	<30	<50
Amonio	0.1	<0.1 mg/l
Nitritos	4.6	<5 mg/l
Salinidad	<20*	<20
Turbidez	25	<30

II.4.2 Descripción de las obras del proyecto con obras existentes y obras propuestas

Actualmente el proyecto está conformado por 5 estanques para el desarrollo de la tilapia, sin embargo, se pretenden modificar y crear 2 estanques más, mismos que serán utilizados como estanques o lagunas de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales. En la siguiente imagen se muestra un extracto del plano de obras con los estanques ya modificados (se anexa plano a este documento).

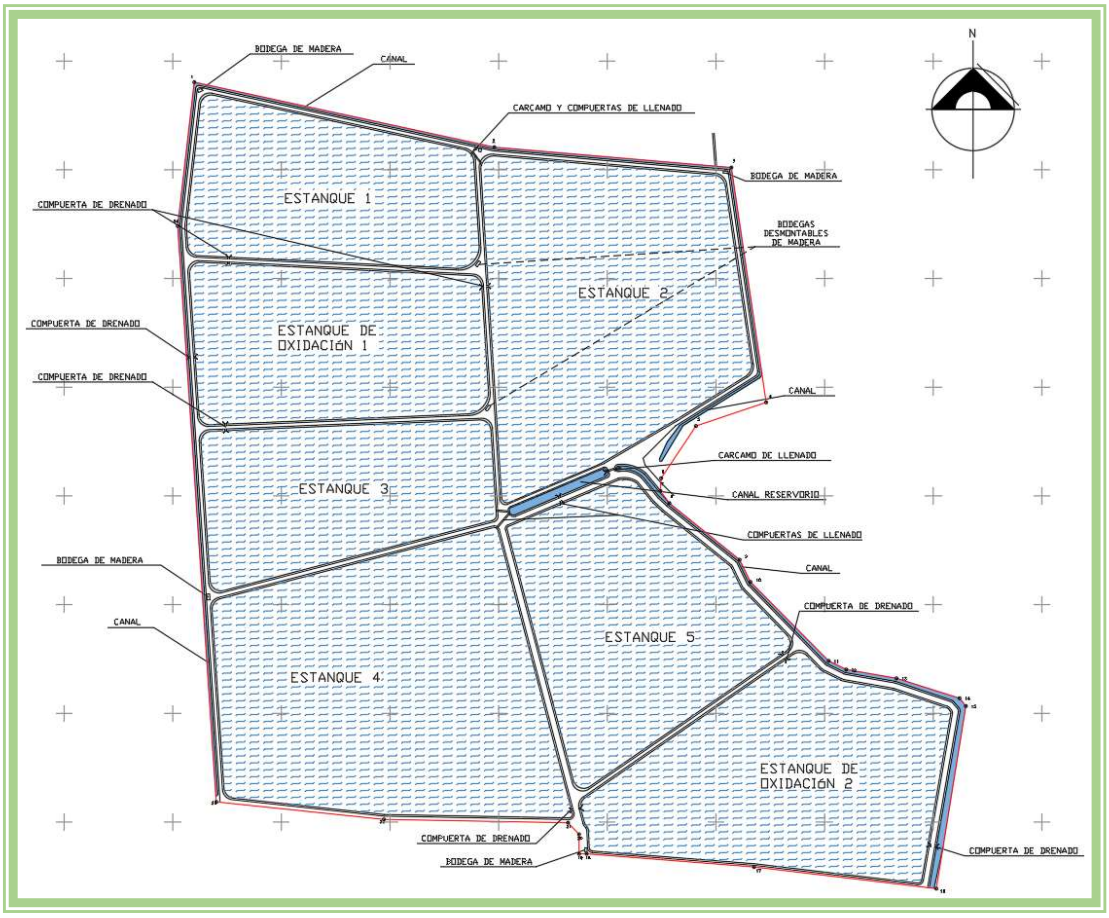


Imagen II.6 *Extracto del plano de distribución de* ***obras existentes y obras propuestas***

A continuación, se presenta una tabla de las superficies de cada área que integrará al proyecto con las modificaciones que se pretenden llevar a cabo.

Tabla II.7 *Superficies de las áreas existentes, áreas propuestas y volumen de agua en estanques.*

Superficies de las áreas propuestas y volumen de agua en estanques			
Área/Concepto	**Superficie (m^2)**	**Profundidad**	**Volumen de agua (m^3)**
Estanque 1	33,690.869	1.5	50,536.304
Estanque 2	59,631.830	1.5	89,447.745
Estanque 3	32,166.377	1.5	48,249.566
Estanque 4	67,608.366	1.5	101,412.549
Estanque 5	41,960.293	1.5	62,940.4395
Estanque de oxidación 1	36,864.453	1.5	55,296.680
Estanque de oxidación 2	46,978.198	1.5	70,467.297
Estanque reservorio	727.230		
Canales de llenado y drenado	5,008.085		
Bordos	31,941.805		
2 Cárcamos de llenado	10.240		
Total	**356,587.746**		**478,350.581**

En los siguientes puntos se describen las características de los elementos que conforman el proyecto.

II.4.2.1 Bordos

Para la modificación de estas lagunas de oxidación se llevará a cabo el movimiento de tierra por medio de maquinaria pesada, la cual da forma a bordos de tierra con sección trapezoidal. Estos bordos cuentan con una distancia en la parte más alta de entre 3 y 4 metros; en la parte más baja de aproximadamente 8 a 12 metros y 2 metros de altura. Estos bordos son compactados con el paso de la misma maquinaria y el agua, y en la parte más alta se conforman terracerías para la circulación de vehículos. A continuación, en la siguiente imagen se observa un diagrama de la sección de los bordos y una fotografía de estos.

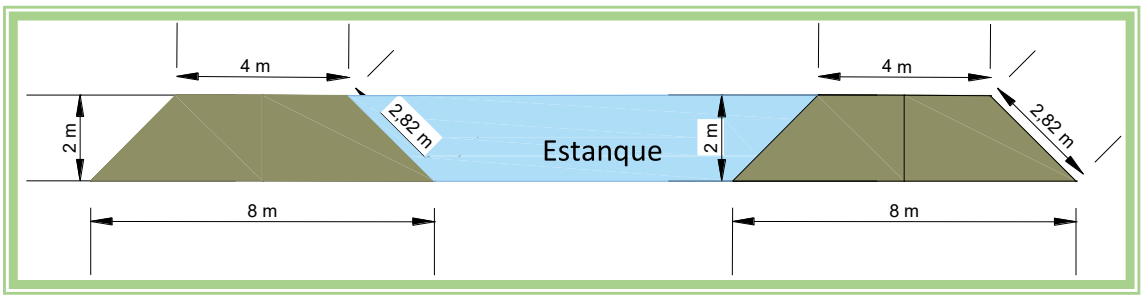


Imagen II.7 *Ejemplo de la sección de los bordos*



Imagen II.8 *Fotografía de bordos existentes*

II.4.2.2 Cárcamos de bombeo

Para el llenado de los estanques, se utilizan dos cárcamos de bombeo, cada uno impulsado por un motor diésel 6 cilindros de 90 hp de potencia con tubería de 24" preparada con un sistema mecánico para la extracción de agua (ver ***Imagen II.9***). Este cárcamo tiene una capacidad de llenado de aproximadamente 400 litros por segundo.



Imagen II.9 *Cárcamo de bombeo*

II.4.2.3 Canales

Por otro lado, se encuentra el canal de llenado y drenado, en donde será sustraída el agua por medio de los cárcamos antes mencionados; así como también, ahí serán drenadas las aguas residuales ya tratadas. Estos canales de agua son rústicos, y son realizados por medio de la excavación de zanjas con la utilización de maquinaria pesada; estos canales provienen del estero Ticha, el más cercano al proyecto. Con respecto al reservorio, es un canal para distribuir el agua hacia los estanques.



Imagen II.10 *Ubicación de canales en el perímetro del Área de Estudio*

II.4.2.4 Compuertas

El proyecto contempla la cancelación y la construcción de nuevas compuertas, conforme lo indican los planos de distribución de obras. Estas compuertas son construidas a base de losas de concreto armado y muros de block confinados con castillos de concreto armado, mismas que se abren y cierran manualmente para el control de los niveles y el desplazamiento del agua de cada estanque. Dichas compuertas están diseñadas para poder instalar redes o mallas para capturar sedimentos producto de las actividades del proyecto.

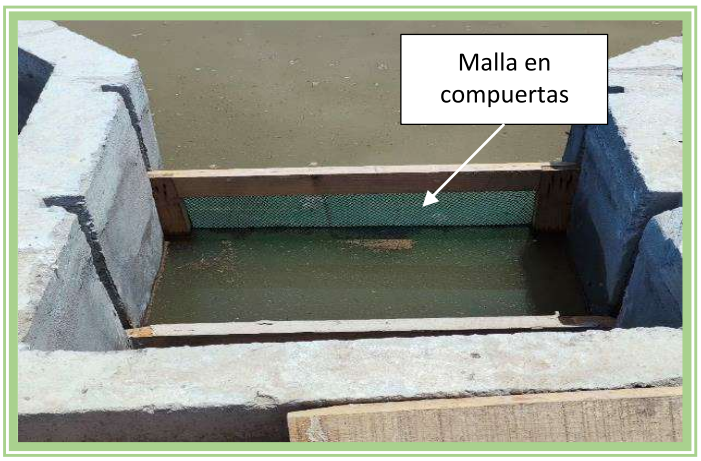


Imagen II.11 *Malla en compuertas*



Imagen II.12 *Compuertas de entrada y salida*

II.4.2.5 Bodegas desmontables

Dentro del proyecto se encuentran 5 bodegas desmontables de entre 9 y 18 m^2, las cuales están construidas con madera y láminas de cartón; estas pueden retirarse o cambiar de lugar según la temporada y su utilización. En la siguiente imagen se observa una fotografía de una de las bodegas existentes.



Imagen II.13 *Bodega desmontable dentro del proyecto*

II.4.2.6 Sanitario y bodega

Nota: El promovente del proyecto "Granja Acuícola Puro Campeón" (Acta de Inspección No. IIA/2026/003) también es el promovente del proyecto "Granja Acuícola Costa Pacífica" (Acta de Inspección No. IIA/2022/014), ya que, el proyecto motivo de esta MIA-P son obras recientes y cuenta con su propio expediente administrativo ejecutado por la PROFEPA. Además, **ambos proyectos comparten instalaciones como el sanitario y bodega los cuales se encuentran ubicados en el**

proyecto "Granja Acuícola Costa Pacífica". Por ello, los impactos ambientales de dichas áreas, serán descritos en su MIA-P correspondiente. A continuación, se presenta una imagen aérea de ambos proyectos:

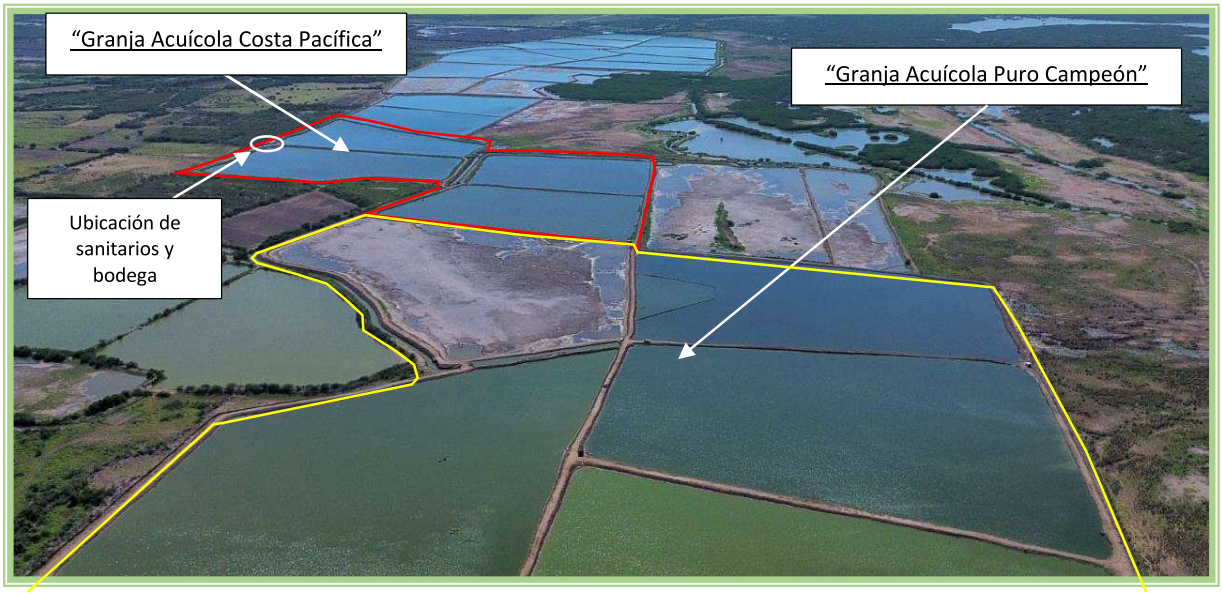


Imagen II.14 *Polígonos que conforman cada proyecto mencionado*

Sanitarios

Se llevará a cabo la construcción de un sanitario fuera del Área de Estudio de este proyecto; precisamente dentro del Área de Estudio del proyecto: "Granja Acuícola Costa Pacífica" (Acta de Inspección No. IIA/2022/014), ubicado en la colindancia sur del presente proyecto. Este sanitario abarcará una superficie de aproximadamente 3.15 m^2 y será construido a base de firme de concreto, muros de block y cemento, confinados con castillos de concreto armado con acero; estos se encontrarán enjarrados con mortero y arena y se instalará un inodoro y lavamanos. El sanitario contará con una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo biodigestor autolimpiable, donde serán descargadas dichas aguas. El agua potable será dotada por el promovente mediante el llenado de tambos de 200 L ubicados en el sanitario y la bodega.

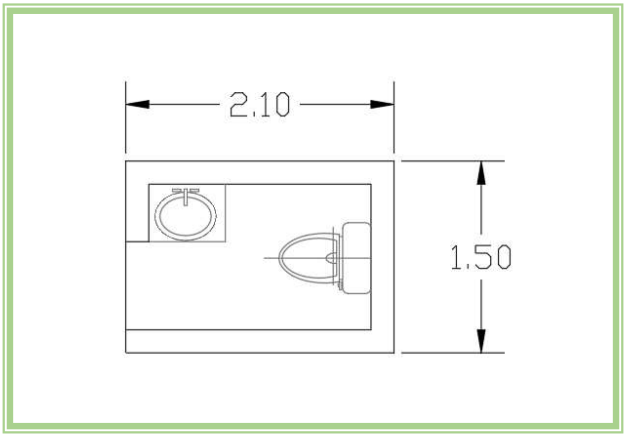


Imagen II.15 *Plano del sanitario a construir*

Bodega

Se pretende construir una bodega con recámara y tejabán. Sus dimensiones serán de aproximadamente 10 metros por 4 metros. El tejabán contará con techo de lámina y columnas de concreto y será usado como cocineta, comedor y área de trabajo.

La bodega y la recámara serán construidas a base de firme de concreto, muros de block y cemento, confinados con castillos de concreto armado con acero, así como techo de losa de concreto reforzada con acero; estos se encontrarán enjarrados y aplanados con mortero y arena. Se instalarán ventanas y puertas de acero. En la siguiente imagen se presenta un ejemplo de lo que será construido.

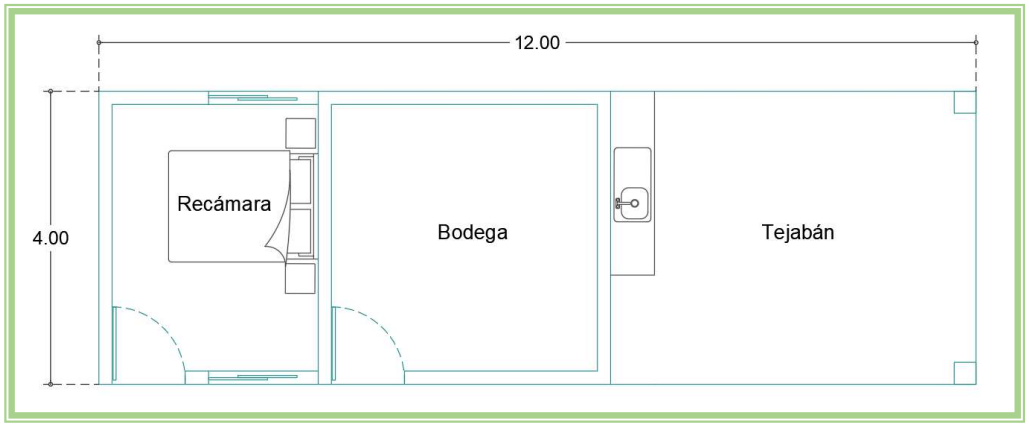


Imagen II.16 *Plano de la recámara, bodega y tejabán*

II.5 Funcionamiento de la granja acuícola

II.5.1 Llenado de estanques

El proyecto motivo de esta MIA-P, se abastece de agua por medio de 2 canales utilizados para el riego de tierras de cultivo y para el abasto de agua de otras granjas acuícolas; estos canales provienen del estero Ticha, y a su vez, este último se abastece del estero Pimientillo. A continuación, en la siguiente imagen, se observan los cuerpos de agua antes mencionados. Cabe destacar que el Área de Estudio se encuentra rodeada por cuerpos de agua como lagunas, zonas inundables, acueductos y esteros, siendo esta una zona con abundante agua, ideal para el desarrollo del proyecto.

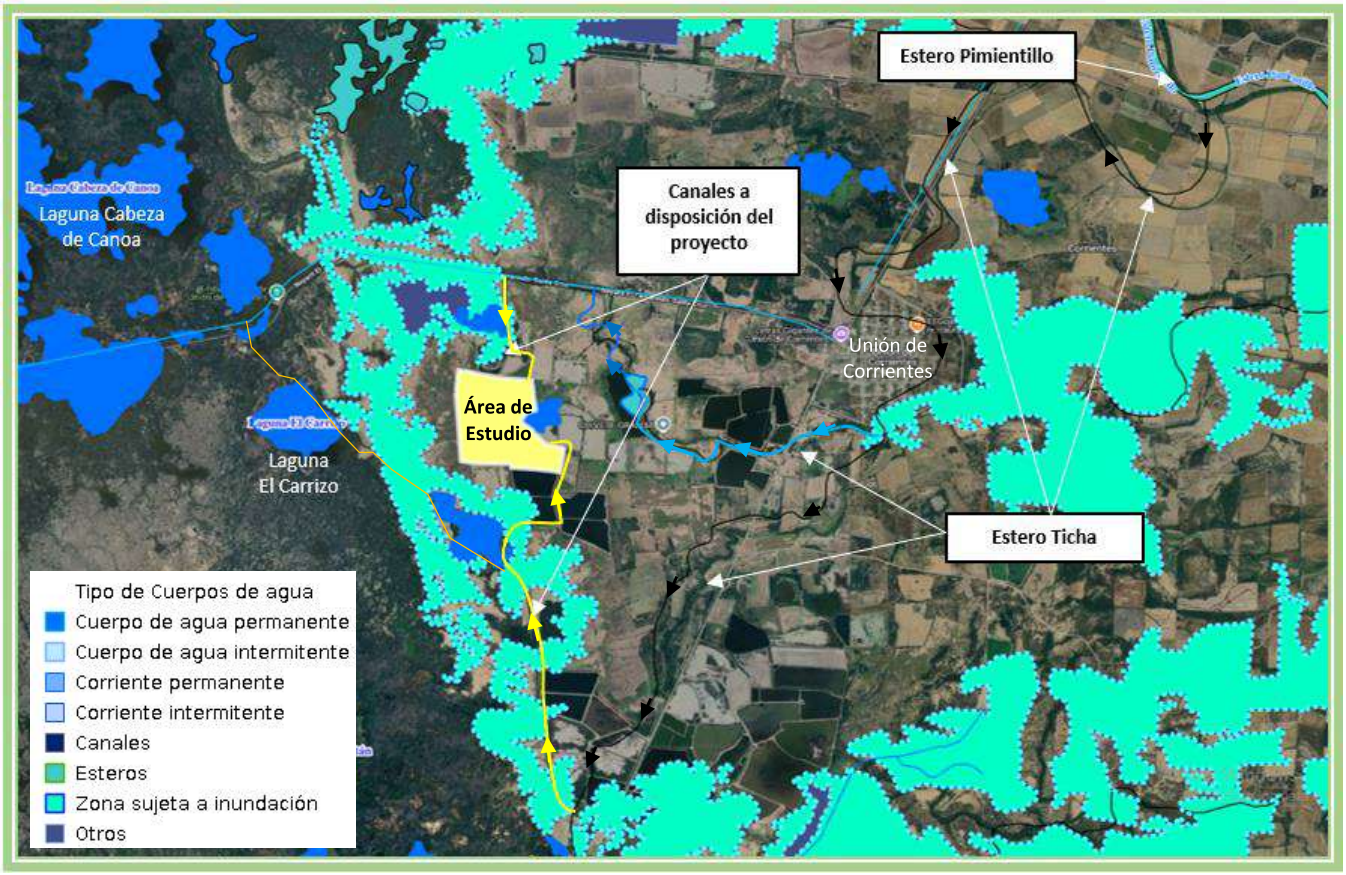


Imagen II.17 *Cuerpos de agua superficiales cercanos al Área de Estudio*

Asimismo, **se realizó un estudio hidrológico de la zona del proyecto**, (anexo a esta MIA-P) el cual concluyó con los siguientes puntos:

- El Balance de aguas superficiales de forma global y local, demostró que la extracción del volumen comprometido de agua de las fuentes superficiales del sistema no afectara en el equilibrio de la cuenca, conservando y respetando el volumen de agua destinado para el desarrollo ecológico.

- El llenado del estaque de la Granja será de fuentes netamente superficiales de los escurrimientos y cuerpos de agua del sistema lacustre donde se ubica el sitio de proyecto, y de igual manera la descarga del agua será en el mismo cuerpo de agua de donde se sustrae.

- No se considera la extracción de aguas subterráneas para el llenado del estanque de la Granja, por lo que el volumen hídrico de esta fuente no se verá modificado por este proyecto.

- Se recomienda que el proyecto en todas sus partes (estanque y obras hidráulicas complementarias) no alteren el curso natural de los escurrimientos y por lo tanto el equilibrio natural del sistema fluvial del lugar.

Por otra parte, con respecto a la actividad de llenado, el proyecto cuenta con 2 sistemas de bombeo de tipo cárcamo, cada uno formado por un motor diésel de 90 hp y tubería de succión que bombean aproximadamente 400 lts/seg.



Imagen II.18 *Tipo de motor del cárcamo y su ubicación*

II.5.2 Capacidad y tiempo de llenado

Se tiene un espejo total de agua de 235,057.735 m^2 dividido en 5 estanques de crecimiento, (sin contar los estanques de oxidación), todos cuentan con aprox. 1.5 m de profundidad, por lo cual, el proyecto tendrá una capacidad máxima de 352,586.6 m^3 de agua para estanques de crecimiento. Como se mencionó anteriormente el proyecto cuenta con 2 cárcamos de bombeo de agua, y tienen una capacidad de bombeo de 400 L/seg = 0.4 m^3/seg cada uno. Por lo tanto, para llenar los estanques se necesitan 122.4 horas en total, equivalente a 15.3 jornadas (días) de 8 horas aproximadamente.

Por otra parte, se tiene una pérdida de agua por infiltración y evaporación promedio de 8 litros por metro cuadrado por día. Esto quiere decir que, multiplicando la superficie del espejo de agua por 8 litros da un total de 1,880,462 litros = 1,880.5 m^3/día, multiplicado por 15.3 días aprox que duran los estanques en llenarse da un total de 28,771.65 m^3 de pérdida en el lapso de tiempo de llenado.

Con estos datos, tenemos que, para llenar los estanques necesitamos un volumen de 352,586.6 m^3 de capacidad, más 28,771.65 m^3 de pérdida de agua por infiltración y evaporación; **por lo cual, sumadas las anteriores cantidades, se necesita de 381,358.25 m^3 de agua para el llenado total de los estanques de crecimiento.**

Como se mencionó anteriormente los 2 cárcamos utilizados para el bombeo de agua tiene una capacidad de bombeo de 400 L/seg = 0.4 m^3/seg, cada uno. **Por lo tanto, para llenar los estanques (capacidad + pérdida por infiltración y evaporación) se necesitan 132.4 horas, equivalente a 16.5 jornadas (días) de 8 horas aproximadamente.**

Cabe destacar que no siempre se llenan todas los estanques al mismo tiempo, esto dependería de cuestiones técnicas y capacidades de trabajo del promovente. Como ejemplo, en las fotografías aéreas presentadas a lo largo de esta MIA-P, se observa que el proyecto cuenta con el estanque de mayor superficie sin agua.

II.5.3 Recambio de agua

El proyecto plantea un recámbio del 15% del agua aproximadamente cada 3 meses. El objetivo principal es mantener su calidad dentro de rangos adecuados para el crecimiento del pez, estabilizando las condiciones del estanque.

El recambio de agua consiste básicamente en retirar una parte del volumen del estanque y sustituirla con agua fresca. Esto ayuda a reducir la acumulación de metabolitos y materia orgánica proveniente de las heces y el alimento no consumido, además de mejorar parámetros como el oxígeno disuelto y la temperatura. En sistemas semi intensivos, donde hay una densidad moderada de peces y se utiliza alimento balanceado, estos compuestos tienden a acumularse con el tiempo, por lo que el recambio se vuelve una herramienta de manejo clave.

II.5.4 Aclimatación de la especie a cultivar

Después del llenado de los estanques, se procede a liberar a los alevines de tilapia en los estanques; como se mencionó en el punto anterior, estos alevines son producidos en Centros Acuícolas de la **CONAPESCA** y en **UPA** particulares. Estos se alimentan por medio de alimento comercial en presentaciones de harina para la etapa de iniciación y peletizado y extruido (flotante).

Las crías que son llevadas al estanque, deben aclimatarse gradualmente a las condiciones de los mismos. Los factores más importantes son la temperatura, el pH y la salinidad, por lo que deben de compararse antes de realizar la siembra. Si las diferencias son pequeñas (menos de 2°C y de una unidad de pH), se puede vaciar la mitad del agua donde van los organismos y se añade agua del estanque. Se dejan unos 15 a 30 minutos y se liberan. Si las diferencias tienen un rango mayor, la aclimatación debe durar varias horas y/o días.

II.5.5 Tiempo de crecimiento de la tilapia

El crecimiento de los alevines consta de un periodo de entre 7 a 8 meses desde su liberación hasta su captura.

II.5.6 Alimentación

Aunque se puede tener crecimiento de Tilapia (*Oreochromis aureus*) en estanques solamente a base de la productividad natural, en operaciones comerciales se requiere de alimento suplementario. Los tipos de alimento que serán utilizados por el proyecto serán dietas formuladas. Respecto a la cantidad de alimento no se puede dar una regla exacta, ya que depende del número de los organismos, de su tamaño, de la productividad del estanque y del alimento, por lo tanto, se pretende alimentar de acuerdo a la demanda, que se puede determinar observando la cantidad de alimento dejado de la última aplicación para lo cual se emplearán únicamente canastas testigo para realizar dicha actividad en el primer ciclo de cultivo. Se recomienda como base dar 2-4 kg/ha/día de acuerdo a la densidad de siembra (15 org/m^2) y el empleo de alimentos formulados, durante el primer mes. Esto es mucho más de lo necesario para la alimentación de los juveniles, pero sirve como fertilizante y aumenta la productividad.

Con respecto al proyecto, el alimento que se utiliza para el crecimiento de la tilapia en etapa de engorda es de la marca Aquapremiere - 3205 3.5 mm. En la siguiente imagen se presenta la ficha técnica del alimento mencionado. Así mismo, para cada etapa diferente la producción de Tilapia se va cambiar el alimento dependiendo la etapa de crianza.

AQUA PREMIERE	INICIACIÓN 5215	INICIACIÓN 4310	INICIACIÓN 4008	CRECIMIENTO 4515
PRESENTACIÓN	HARINA/25KG	EXTRUIDO/25KG	EXTRUIDO/25KG	EXTRUIDO/25KG
% DE PROTEÍNA	52%	45%	45%	45%
TAMAÑO DE PARTICULA	0.3 MM	1.5 MM	2.5 MM	2.5 MM
PESO	SIEMBRA A 2 G	8 A 12 KG	5 A 20 G	20 A 50 G

PARA LAS RECOMENDACIONES DE SU USO CONSULTE A NUESTRO DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS Y / O A SU MÉDICO VETERINARIO O NUTRIÓLOGO.

AQUA PREMIERE	DESARROLLO 3205	ENGORDA 3005	FINALIZACIÓN 2805
PRESENTACIÓN	HARINA/25KG	EXTRUIDO/25KG	EXTRUIDO/25KG
% PROTEÍNA	32%	30%	28%
TAMAÑO PARTICULA	3.5 MM	5.0 MM	7.5 MM
PESO	50G - 250G	250G - 500G	500G - 800G

Imagen II.19 *Ficha técnica del alimento utilizado al cultivo de tilapia del proyecto*

Este producto viene en presentación de costales de 25 kg, y se almacena en las bodegas de madera desarmables que se distribuyen dentro del Área de Estudio, así como en la que se pretende construir.

II.5.7 Control de patógenos

Los principales problemas de enfermedades que afectan a *Oreochromis aureus*, generalmente ocurren debido a un tratamiento inadecuado del agua que ingresa al cultivo, mal manejo, sobrepoblación en el estanque, malas condiciones sanitarias y procedimientos inexistentes o inadecuados de cuarentena.

II.5.8 Periodo de cultivo

Con respecto al ciclo del cultivo de tilapia en granja, los meses más recomendables para iniciar el ciclo (es decir, liberar los alevines) son aquellos en los que la temperatura del agua comienza a mantenerse de forma estable por encima de los 24–26 °C, ya que esta especie tiene un crecimiento mucho más eficiente en rangos cálidos, idealmente entre 26 y 30 °C. En regiones como Nayarit, esto suele ocurrir entre marzo y abril, cuando termina el periodo más fresco del año y comienza el incremento sostenido de temperatura. Iniciar en estos meses permite aprovechar toda la temporada cálida, que es cuando la tilapia presenta su mayor tasa de crecimiento, mejor conversión alimenticia y menor estrés.

Tomando en cuenta que el ciclo completo es de aproximadamente 8 meses, sembrar en marzo–abril, llevaría a una cosecha entre octubre y diciembre. Este periodo es bastante favorable porque incluye primavera, verano y parte del otoño, que concentran las temperaturas más altas del año. Durante estos meses, el metabolismo del pez se mantiene activo, comen más y crecen más rápido, lo que se traduce en mejores rendimientos productivos. Además, aunque hacia el final del ciclo (noviembre-diciembre) las temperaturas comienzan a bajar, los peces ya alcanzaron una talla comercial, por lo que el impacto del enfriamiento es menor.

II.5.9 Cosecha de tilapia

La cosecha de tilapia se inicia dependiendo del tamaño deseado de esta, puede iniciar desde los 6, 7 o hasta los 8 meses de crecimiento. Al terminar el periodo de crecimiento de la tilapia, se procede a capturarla mediante redes extendidas y atarrayas. La realización de la captura se realiza con ayuda de botes tipo pangas y/o canoas.

Las granjas acuícolas semi-intensivas, pueden generar una cosecha de tilapia de 4 a 6 ton/ha/ciclo y tomando en cuenta que el proyecto contará con 23.5 hectáreas de espejo de agua en los estanques de crecimiento**, el proyecto podría generar de 94 a 141 toneladas por ciclo.**

II.5.10 Muestreos del producto

En sistemas de producción semi intensivos de tilapia, los muestreos constituyen un procedimiento técnico de control que permite evaluar de manera periódica el desempeño productivo y las condiciones del medio de cultivo. El muestreo de organismos se realiza mediante la captura de una fracción representativa de la población (generalmente con atarraya o red de arrastre), a partir de la cual se determinan variables biométricas como peso promedio individual, longitud total y condición

sanitaria. Con base en estos datos se estima la biomasa total del estanque, se ajustan las tasas de alimentación y se calcula el crecimiento específico, así como la eficiencia en la conversión alimenticia. Adicionalmente, durante el muestreo se efectúa una inspección visual para identificar signos de estrés, presencia de ectoparásitos, lesiones o anomalías morfológicas, lo que permite detectar oportunamente problemas sanitarios.

II.5.11 Muestreos de agua

De manera complementaria, se llevarán a cabo muestreos de calidad de agua con el fin de asegurar condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo. Entre los parámetros fisicoquímicos más relevantes se incluyen temperatura, oxígeno disuelto, pH, amonio, nitritos y, en algunos casos, alcalinidad y transparencia. Estos monitoreos se realizan mediante equipos portátiles o kits de análisis, con una frecuencia que puede ser diaria para variables críticas como oxígeno y temperatura, y semanal o quincenal para compuestos nitrogenados. La información obtenida permite evaluar la capacidad de carga del sistema, prevenir la acumulación de metabolitos tóxicos y sustentar decisiones de manejo como recambios de agua, ajustes en la densidad o modificaciones en el régimen de alimentación. En conjunto, los muestreos de organismos y de agua constituyen herramientas fundamentales para el seguimiento técnico y la optimización del sistema productivo.

II.5.12 Tratamiento de aguas residuales de estanques

Concluidas las actividades de crecimiento y cosecha de la tilapia, se procede a drenar los estanques de crecimiento mediante la apertura de las compuertas de drenado hacia los estanques de oxidación con los que cuenta el proyecto. Dichas compuertas cuentan con una red para retener sólidos de mayor tamaño, mismos que serán recolectados manualmente y dispuestos en el sitio autorizado más cercano, conforme a la normatividad aplicable.

Una vez llenos los estanques de oxidación, el agua residual proveniente del cultivo entra en un proceso de tratamiento natural, basado en la acción conjunta de procesos físicos, químicos y biológicos. En estos estanques, la materia orgánica remanente (principalmente excretas de los organismos, restos de alimento no consumido y sólidos en suspensión) es degradada por la acción de microorganismos, principalmente bacterias aerobias y facultativas.

El sistema de oxidación opera bajo condiciones de baja velocidad de flujo, lo que favorece la sedimentación de partículas suspendidas en el fondo del estanque, formando lodos estabilizados. De manera simultánea, en la columna de agua se lleva a cabo la degradación de la materia orgánica disuelta, reduciendo la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la concentración de nutrientes como nitrógeno y fósforo.

La oxigenación del sistema se da de manera natural mediante la difusión atmosférica y la fotosíntesis de microalgas presentes en el agua, las cuales generan oxígeno disuelto durante el día, favoreciendo así los procesos aerobios. Durante la noche, el sistema puede presentar condiciones parcialmente anaerobias en el fondo, lo cual contribuye también a la estabilización de los lodos.

El proceso de tratamiento del agua residual se lleva a cabo en un periodo de retención hidráulica que generalmente oscila entre 10 y 30 días, dependiendo de factores como la carga orgánica, la temperatura ambiental, la profundidad del estanque y la radiación solar disponible. Durante este lapso, se desarrollan los procesos biológicos y fisicoquímicos necesarios para la degradación de la materia orgánica y la estabilización de los contaminantes, permitiendo que el agua alcance condiciones adecuadas para su reutilización o descarga conforme a la normatividad aplicable.

Posteriormente, el agua tratada puede ser conducida nuevamente hacia los canales de riego o cuerpos receptores, cumpliendo con los parámetros establecidos en la normatividad ambiental vigente. En algunos casos, esta agua puede ser reutilizada para el llenado parcial de estanques, optimizando el uso del recurso hídrico.

En cuanto al **manejo de lodos** acumulados en el fondo de los estanques de oxidación, estos serán retirados de manera periódica y serán dispuestos en sitios autorizados por el H. Ayuntamiento del municipio de Tuxpan.

II.5.13 Tratamiento y desinfección del suelo

Una vez que la totalidad de los estanques de crecimiento y oxidación han sido totalmente drenados, se procede a la preparación del fondo mediante labores de rastreo, con el objetivo de remover, airear y homogenizar el suelo, favoreciendo la descomposición de materia orgánica residual. Posteriormente, se realiza la aplicación de cal agrícola sobre la superficie, la cual contribuye a la desinfección del sustrato, la estabilización del pH y la reducción de patógenos, mejorando así las condiciones sanitarias para el siguiente ciclo de cultivo. Estas actividades permiten optimizar la calidad del suelo y prevenir la proliferación de organismos nocivos.

El mejor tiempo para la aplicación de cal es mientras el suelo aún conserva cierta humedad ya que esto ayuda a una mejor reacción neutralizadora y a una mejor incorporación de la cal al fondo. A continuación, se especifican las cantidades recomendadas de cal agrícola a aplicar en dependencia de los resultados de las mediciones de pH.

Tabla II.8 *Aplicación de cantidades recomendadas de cal/ha.*

pH	Kg/ha de cal
6	340

5.5	720
5	1,050

En cuanto al tiempo de exposición con el suelo encalado y expuesto a la radiación solar, es de 5 a 10 días en condiciones climáticas cálidas y secas. Este periodo permite que la cal reaccione adecuadamente con el suelo, eleve el pH temporalmente y ejerza su efecto desinfectante. Si las condiciones son más húmedas o hay presencia importante de lodos, este tiempo puede extenderse hasta 10–15 días. La exposición a los rayos ultravioleta, favorece a la desecación de microorganismos patógenos, la oxidación de materia orgánica residual y la reducción de compuestos indeseables (como sulfuros). Además, la radiación ultravioleta contribuye a la desinfección superficial, por lo que en conjunto con la cal se logra un efecto sanitario más eficiente.

Las granjas de mojarra tilapia en estanques rústicos, resultan ser actividades económicas amigables con el medio ambiente, siempre y cuando se lleven a cabo técnicas de producción controladas, estableciendo medidas de prevención, mitigación y compensación adecuadas. Por otra parte, el objetivo principal del proyecto es la producción de proteína animal de alta calidad (tilapia) para el autoconsumo, la seguridad alimentaria local y su comercialización. A demás, es una herramienta clave para combatir la desnutrición y mejorar la dieta en zonas rurales o periurbanas, proporcionando acceso directo a pescado fresco. Asimismo, se generarán fuentes de empleo y se participa en el desarrollo económico en la región con la compra y venta del producto nacional.

II.5.14 Mantenimiento general del proyecto

El mantenimiento de una granja acuícola de tilapia en sistema semi intensivo comprende un conjunto de actividades técnicas orientadas a garantizar la operatividad continua de la infraestructura hidráulica, la eficiencia del sistema productivo y la conservación de las condiciones sanitarias. En los estanques de crecimiento y de oxidación, el mantenimiento incluye la revisión periódica de bordos, taludes y estructuras de control, a fin de identificar y corregir procesos de erosión, filtraciones o daños estructurales. De manera rutinaria, se realiza la eliminación de vegetación invasiva en bordos y canales, así como el retiro de sedimentos acumulados en zonas críticas que pudieran afectar la circulación del agua. Al término de cada ciclo productivo, los estanques son drenados para llevar a cabo labores de secado, rastreo del fondo y, en su caso, aplicación de cal agrícola, con el objetivo de estabilizar las condiciones del suelo y reducir la carga orgánica.

Las compuertas de entrada y salida son objeto de inspección y limpieza continua para evitar obstrucciones por residuos sólidos o material vegetal, asegurando su adecuado funcionamiento hidráulico. En los cárcamos de bombeo, el mantenimiento considera la revisión mecánica de los motores diésel, incluyendo cambio de aceite, filtros, verificación de sistemas de enfriamiento y suministro de combustible, conforme a los programas establecidos por el fabricante. Asimismo, se

inspecciona la tubería de bombeo para detectar posibles fugas, corrosión o pérdidas de eficiencia en la conducción, realizando las reparaciones necesarias para mantener la capacidad operativa del sistema.

En las áreas de apoyo, como la bodega y el sanitario, se llevan a cabo actividades de limpieza, ordenamiento y conservación de instalaciones, asegurando condiciones adecuadas para el almacenamiento de insumos y el uso del personal. En conjunto, estas acciones de mantenimiento se ejecutan de manera preventiva y correctiva, con una frecuencia definida en función del uso de la infraestructura y las condiciones operativas, contribuyendo a la continuidad del proceso productivo y a la minimización de riesgos ambientales y sanitarios.

II.6 Etapa de modificación del proyecto

II.6.1 Cronograma de actividades para la modificación del proyecto

Se considera que el proyecto será construido en un periodo de 5 semanas, una vez obtenida la autorización de impacto ambiental, así como todos las permisos y licencias necesarias para su correcta ejecución. Cabe destacar que, dichos permisos y licencias, pueden tardar meses, incluso años en llevarse a cabo, por ello se estima un aproximado de 100 semanas de duración para obtener los trámites mencionados. (Ver ***Tabla II.9***)

Tabla II.9 *Programa de trabajo en la etapa de modificación del proyecto*

Actividad	Semanas					
	100	101	102	103	104	105
Etapa de modificación del proyecto						
Gestión de permisos y licencias						
Construcción y modificación de bordos						
Construcción de compuertas nuevas						

II.6.2 Personal para la etapa de modificación del proyecto

Se requerirá de personal calificado para la modificación de las obras existentes, el cual constará de los siguientes puestos:

Tabla II.10 *Personal necesario en la etapa de la modificación del proyecto*

Puesto	No. de Empleos
Topógrafo	1
Ayudante de topógrafo	2
Operador de maquinaria	2
Albañil	2
Ayudante de albañil	2

Seguridad/velador	2
Total	**11**

Se contará con personal capacitado para la formación de los bordos y la construcción de las compuertas de los estanques, dicho personal será requerido de acuerdo al avance del proyecto y a las necesidades del mismo. Cabe mencionar que la realización del proyecto aportará al sistema económico local con la generación de empleos, el consumo de materiales de construcción, de equipos y de servicios directos e indirectos.

II.6.3 Maquinaria y combustible para la etapa de modificación del proyecto

Para la formación de los bordos de los estanques se requerirá la utilización de maquinaria pesada. Se tomará material de los bordos que serán removidos y el material faltante se tomará del material que sobró de las excavaciones que se han realizado previamente para la construcción del proyecto. En la siguiente tabla se observa el número de vehículos y maquinaria, así como el tipo de combustible a emplear.

Tabla II.11 *Maquinaria y vehículos utilizados durante la etapa de modificación del proyecto y el tipo de combustible utilizado*

Cantidad	Equipo	Tipo de combustible
Maquinaria pesada		
2	Retroexcavadora	Diésel
1	Camión de volteo	Diésel
Vehículo		
1	Camioneta	Gasolina

El combustible requerido para las actividades del proyecto será dotado por las gasolineras locales que se encuentran cercanas al sitio del proyecto, por lo que no se requiere su almacenamiento en el predio del proyecto. Principalmente se utilizará diésel, y gasolina para el vehículo, durante la etapa de modificación del proyecto.

También se subcontratarán empresas las cuales utilizarán vehículos repartidores de material, maquinaria manual.

II.7 Etapa de Operación y mantenimiento

II.7.1 Cronograma de actividades para la operación y mantenimiento del proyecto

En la siguiente tabla, se presenta la duración de las actividades de operación y mantenimiento, que se pretenden realizar.

Tabla II.12 *Cronograma de actividades durante la operación y mantenimiento del proyecto*

Etapa de operación	Ciclo											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Llenado de estanques. (16.5 días)												
Crecimiento de tilapia												
Recambios de agua												
Cosecha												
Drenado												
Tratamiento de aguas residuales												
Tratamiento del suelo de los estanques												
Muestreos del producto y del agua												
Mantenimiento general del proyecto												
Mantenimiento de la reforestación												

II.7.2 Personal necesario para la operación y mantenimiento

En la siguiente tabla se presenta el personal necesario para la operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla II.13 *Desglose de personal necesario durante la operación y mantenimiento*

Puesto	No. de Empleos	Tipo De Contratación		Tiempo De Empleo			
		Temporal	Permanente	Días	Semanas	Meses	Años
Ingeniero Acuacultor	1		X				X
Granjeros operadores	5		X				X
Vigilantes	1		X				X
Administrador	1		X				X
Total	**8**						

II.7.3 Maquinaria y combustible para la etapa de operación

Para la operación del proyecto se requerirá la utilización de 1 vehículo para el transporte de los trabajadores, y 2 motores de 6 cilindros, diésel de 90 hp, para el bombeo de los cárcamos, los cuales emiten principalmente dióxido de carbono (CO_2), además de pequeñas cantidades de óxidos de nitrógeno (NO_x) y otros contaminantes atmosféricos. Estas emisiones están directamente relacionadas con el consumo de combustible y el tiempo de operación de los equipos.

Tabla II.14 *Maquinaria utilizada durante la etapa de operación del proyecto y el tipo de combustible utilizado*

Cantidad	Equipo	Tipo de combustible
Maquinaria pesada		
2	Motores 6 cilindros, diésel de 90 hp	Diésel
Vehículo		
1	Camioneta pick-up	Gasolina

El diesel requerido para las actividades del proyecto será dotado por las gasolineras locales que se encuentran cercanas al sitio del proyecto, y será almacenado en bidones de 20 litros, en un espacio seco y aislado del suelo natural, dentro de la bodega del proyecto. Con respecto a la gasolina necesaria para el vehículo, no se almacenará, solo será dispuesta en las gasolineras cercanas al proyecto.

II.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

II.8.1 Durante la modificación del proyecto

II.8.1.1 Residuos sólidos durante la modificación del proyecto

Se generarán residuos sólidos, los cuales serán principalmente:

- Residuos de construcción (cemento, escombro, pedacera de alambre y madera).
- Residuos de fierro y aluminio.
- Residuos sólidos urbanos (basura) en pequeñas cantidades.

La disposición final de los RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y de los RME (Residuos de Manejo Especial) se realizará por medio de un vehículo propiedad del promovente designado para ese fin, mismo que los transportará al basurero municipal más cercano al Área de Estudio. En el *Capítulo VI,* se describe a detalle los métodos que se realizarán para el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos.

Respecto de los residuos reciclables, estos serán acopiados en un lugar exclusivo donde no haya tránsito de personal, para evitar cualquier tipo de accidente, previo a ser destinados a empresas correspondientes para su reciclaje o para su reutilización. Los residuos de escombro y residuos sólidos urbanos (basura común) que no se puedan reciclar, serán puestos a disposición del servicio público de recolección de basura, mediante un contrato con el H. Ayuntamiento de Tuxpan.

II.8.1.2 Residuos líquidos durante la modificación del proyecto

Las aguas residuales que genera la modificación del proyecto son generadas por el personal de trabajo, principalmente por el uso de sanitarios. Por ello, se rentará un módulo de sanitario portátil por cada 20

trabajadores (20 trabajadores = 1 módulo sanitario), en este caso sería 1 módulo, ya que el proyecto contará con 8 trabajadores.

Estos módulos cuentan con propio contenedor de desechos; dichos desechos serán removidos por la empresa proveedora, y también será la encargada de la limpieza y transporte de los respectivos módulos sanitarios portátiles.



Imagen II.20 *Ejemplo de módulo de sanitario portátil*

II.8.1.3 Emisiones de gases efecto invernadero durante la modificación del proyecto

Para esta etapa habrá emisiones de gases efecto invernadero, las cuales serán generadas por el vehículo de transporte y la maquinaria pesada necesaria para el movimiento de tierras. A continuación, para las etapas de modificación del proyecto, se consideran las siguientes emisiones:

Tabla II.15 *Tabla de emisiones y decibeles generados en la etapa de modificación del proyecto*

Maquinaria/ vehículo	Núm.	Horas/día	Días	Total horas	Gasto litros/hora	Combustible	CO2(kg)/Litro	Total Emisiones CO2 (ton)	Decibeles emitidos
Camioneta	1	3	30	90	7.00	Gasolina	2.3	1.449	60-70
Retro excavadora	2	5	30	300	10	Diesel	2.7	8.100	100-110
Camión de volteo	1	5	30	150	10	Diesel	2.7	4.050	100-111
						Suma		13.599	

Según la tabla anterior, en la etapa de modificación del proyecto, se generarán aproximadamente **13.6 ton de CO_2** en un lapso de tiempo de 5 semanas.

II.8.2 Durante la operación y mantenimiento

II.8.2.1 Residuos sólidos durante la operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación del proyecto, se generarán residuos sólidos de tipo doméstico y de manejo especial, derivados principalmente de las actividades del personal, del mantenimiento de las instalaciones y de la operación productiva en los estanques de crecimiento y de oxidación.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) serán generados por el personal operativo conformado por 2 vigilantes, 7 operadores y 1 ingeniero acuacultor, asociados al uso del sanitario, consumo de alimentos y actividades cotidianas dentro de la bodega y áreas de trabajo. Estos residuos consisten principalmente en restos orgánicos, envases plásticos, papel, cartón y, en menor proporción, vidrio y metales. Se estima una generación promedio de 0.5 a 0.8 kg/persona/día, lo que representa un volumen aproximado de 5 a 8 kg diarios para la totalidad del personal de campo.

En cuanto a los residuos de manejo especial, estos provienen de las actividades propias del sistema semi-intensivo, incluyendo principalmente sacos vacíos de alimento balanceado, empaques de insumos, redes o materiales plásticos deteriorados, así como residuos derivados del mantenimiento de infraestructura (maderas, tuberías, refacciones menores). Asimismo, se pueden generar residuos orgánicos derivados de mortalidades ocasionales de organismos cultivados. Todos estos residuos antes mencionados serán puestos a disposición al relleno sanitario o basurero más cercano al sitio del proyecto, y este será indicado por el Ayuntamiento del municipio de Tuxpan.

Los estanques de crecimiento y los estanques de oxidación, no generan residuos sólidos directos en gran volumen; sin embargo, durante las actividades de desazolve, mantenimiento o cosecha, pueden producirse sedimentos orgánicos (lodos) que deberán ser dispuestos en sitios previamente definidos dentro del predio, favoreciendo su estabilización y posible reincorporación al suelo como mejorador, siempre que no representen riesgo sanitario; de ser necesario se transportarán por medio de vehículos como camionetas de carga al lugar indicado por el H. Ayuntamiento de Tuxpan. En el *Capítulo VI* se lleva a cabo un análisis de las medidas de prevención, mitigación y compensación por actividad generadora de impactos ambientales.

Para el manejo adecuado de los residuos sólidos, se implementará un sistema de separación primaria en sitio, mediante contenedores identificados para residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos reciclables (plásticos, cartón, metales) serán almacenados temporalmente en la bodega para su posterior entrega a centros de acopio autorizados. Los residuos no reciclables serán dispuestos a través del servicio municipal correspondiente.

Con la implementación de estas medidas, se garantiza un manejo adecuado de los residuos sólidos generados, minimizando impactos al suelo, agua y aire, y asegurando el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

II.8.2.2 Residuos líquidos durante la operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación del proyecto, se generarán residuos líquidos principalmente de origen sanitario y, en menor medida, de actividades de limpieza y mantenimiento de instalaciones. Asimismo, el sistema productivo generará descargas asociadas al recambio de agua de los estanques de crecimiento y a la operación de los estanques de oxidación.

Aguas residuales sanitarias: serán generadas por el personal de campo, integrado por 2 vigilantes, 7 operadores y 1 ingeniero acuacultor, derivadas del uso del sanitario instalado en el sitio. Estas aguas contienen materia orgánica biodegradable, nutrientes (nitrógeno y fósforo), así como microorganismos potencialmente patógenos.

Para su adecuado tratamiento, se propone la instalación de un sistema de tratamiento primario mediante un biodigestor autolimpiable de la marca Rotoplas o similar, el cual opera bajo principios anaerobios, permitiendo la sedimentación de sólidos, la digestión de materia orgánica y la reducción de carga contaminante. El efluente tratado se infiltrará al subsuelo mediante un sistema complementario como un pozo de absorción, siempre que las condiciones del terreno lo permitan y sin afectar el nivel freático.

A continuación, se presentan las características del tipo de biodigestor recomendado. En caso de elegir otro tipo de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se deberá de dar aviso a la SEMARNAT por los medios y formas correspondientes.

Se recomienda la instalación de un biodigestor que cumpla con la **NOM-006-CONAGUA-1997** "*Fosas sépticas prefabricadas – especificaciones y métodos de prueba*", uno de ellos es el Biodigestor Autolimpiable de la marca Rotoplas o similar. El sistema recibe las aguas residuales domésticas y realiza un tratamiento primario del agua, favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos. Este biodigestor cuenta con las siguientes características según su ficha técnica:

- Equipo para el tratamiento primario de aguas negras y grises para su descarga a suelo (pozo de absorción o infiltración) o drenaje.
- Sistema de autolimpieza para purga de lodo, sin necesidad de usar equipo especial.

- Utiliza un filtro anaerobio interno que aumenta la eficiencia de tratamiento del agua, no requiere de electricidad para su funcionamiento o algún producto químico para tratar el agua.
- Fabricado con HDPE de una sola pieza (polietileno de alta densidad).

El funcionamiento del Biodigestor Autolimpiable se describe a continuación:

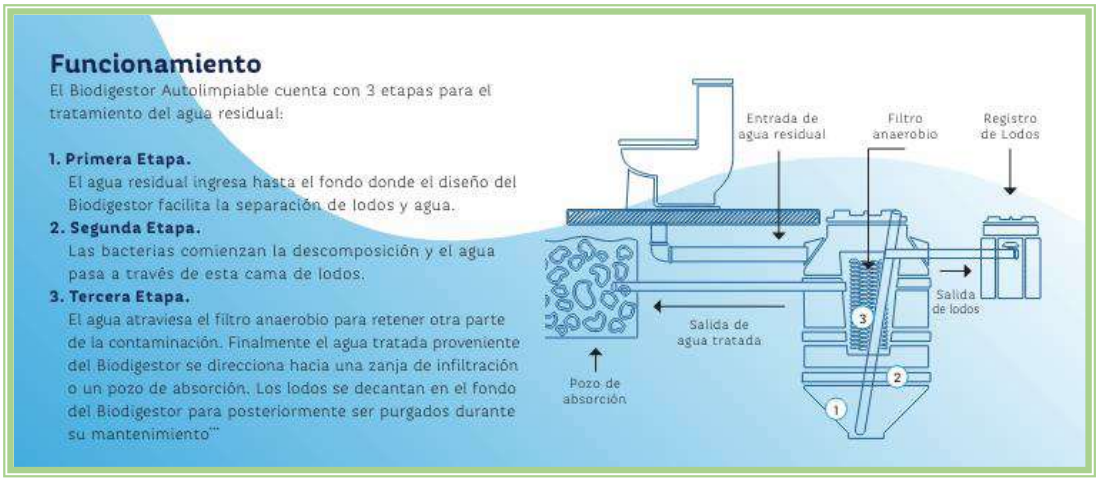


Imagen II.21 *Funcionamiento del Biodigestor Autolimpiable*

Aguas residuales del cultivo: estas corresponden principalmente al agua utilizada en los estanques de crecimiento y a los estanques de oxidación. Dichas aguas contienen sólidos suspendidos, restos de alimento no consumido, excretas de los organismos y materia orgánica en descomposición.

El manejo de estas descargas se realizará mediante un sistema de tratamiento natural basado en los estanques de oxidación, los cuales permiten la reducción de carga orgánica, sedimentación de sólidos y estabilización biológica del agua antes de su posible reincorporación al entorno o recirculación dentro del sistema productivo. Este proceso contribuye a disminuir parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales (SST) y nutrientes.

Como medidas de prevención y mitigación, se evitará en todo momento la descarga directa de aguas residuales sin tratamiento al medio natural, así como escurrimientos no controlados hacia zonas aledañas. Se promoverá el uso eficiente del agua, minimizando recambios innecesarios y favoreciendo la sedimentación natural dentro de los estanques.

Con la implementación del biodigestor para aguas sanitarias y el sistema de estanques de oxidación para las aguas de proceso, se asegura un manejo adecuado de los residuos líquidos generados,

reduciendo significativamente el riesgo de contaminación de suelo y cuerpos de agua, y cumpliendo con los criterios ambientales aplicables.

Vinculación con la normatividad aplicable en materia de descargas de aguas residuales

El manejo de los residuos líquidos generados por la operación de la granja acuícola semi-intensiva motivo de esta MIA-P, se vincula directamente con lo establecido en la **NOM-001-SEMARNAT-2021**, la cual establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación, con el objetivo de proteger la calidad del agua y los ecosistemas asociados.

En este sentido, el proyecto considera que:

- Las **aguas residuales de proceso acuícola** (provenientes de los estanques de crecimiento y oxidación) serán tratadas mediante un sistema de sedimentación y estabilización biológica en estanques de oxidación, lo cual permite reducir la carga orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes antes de cualquier descarga o infiltración.

- No se contempla la descarga directa de aguas sin tratamiento a cuerpos receptores nacionales; ya que estas deberán cumplir con los parámetros y límites establecidos por la **NOM-001-SEMARNAT-2021**, conforme al tipo de cuerpo receptor (ríos, canales, embalses, suelo, entre otros).

- El sistema propuesto contribuye al cumplimiento del principio establecido en la Ley de Aguas Nacionales, en el sentido de prevenir la contaminación y reintegrar el agua en condiciones adecuadas para su uso posterior.

Por otra parte, las **aguas residuales sanitarias** generadas por el personal, serán tratadas mediante un biodigestor autolimpiable, seguido de un sistema de infiltración en el terreno. En este contexto, el proyecto se vincula con la **NOM-006-CONAGUA-1997** la cual establece las especificaciones y métodos de prueba para fosas sépticas prefabricadas de uso doméstico.

Si bien en el proyecto no se plantea el reúso directo en servicios, el tratamiento mediante biodigestor permite reducir significativamente la carga orgánica y microbiológica del efluente, favoreciendo condiciones similares a las requeridas por la **NOM-006-CONAGUA-1997,** particularmente en lo referente a:

- Reducción de sólidos suspendidos y materia orgánica.

- Disminución de organismos patógenos mediante procesos anaerobios.
- Control de olores y estabilización de lodos.

Adicionalmente, la infiltración del efluente tratado se realizará bajo criterios técnicos que eviten la contaminación del subsuelo y del manto freático, por lo que el sistema propuesto actúa como una medida preventiva alineada con los objetivos de ambas normas.

En conjunto, el proyecto cumple con el marco normativo ambiental aplicable en materia de aguas residuales, al incorporar sistemas de tratamiento adecuados, evitar descargas directas sin control y garantizar que, en caso de existir descargas, estas se apeguen a los límites permisibles establecidos en la normatividad vigente.

II.8.2.3 Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) durante la operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación del proyecto, se prevé la generación de gases de efecto invernadero (GEI) asociados principalmente a procesos biológicos, manejo de residuos y consumo de combustibles fósiles en equipos auxiliares.

En los estanques de crecimiento, se llevan a cabo procesos de descomposición de materia orgánica (restos de alimento no consumido, excretas de los organismos y biomasa en descomposición), los cuales generan emisiones de **metano (CH_4)** y **óxido nitroso (N_2O)** bajo condiciones anaerobias y subóptimas de oxigenación. Estos procesos son inherentes a los sistemas acuícolas semi-intensivos y su magnitud depende de factores como la carga orgánica, la tasa de alimentación, la densidad de cultivo y la calidad del agua.

Adicionalmente, las **aguas residuales sanitarias**, tratadas mediante un biodigestor autolimpiable, generan biogás como subproducto del proceso anaerobio. Este biogás está compuesto principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). En sistemas de pequeña escala como el propuesto, el biogás suele liberarse de forma controlada a la atmósfera, sin aprovechamiento energético, representando una fuente menor de emisiones.

Otra fuente relevante de GEI es el uso de motores diésel en los cárcamos de bombeo y un vehículo para transportar a los trabajadores, los cuales emiten principalmente dióxido de carbono (CO_2), además de pequeñas cantidades de óxidos de nitrógeno (NO_x) y otros contaminantes atmosféricos. Estas emisiones están directamente relacionadas con el consumo de combustible y el tiempo de operación de los equipos.

No obstante, el sistema productivo incorpora elementos que contribuyen a la mitigación de emisiones, tales como:

- La presencia de estanques de oxidación, que favorecen procesos aerobios y reducen la generación de metano.
- El manejo controlado de residuos orgánicos, evitando su acumulación y descomposición descontrolada.
- La posible estabilización de lodos, disminuyendo su potencial de emisión.

En términos generales, las emisiones de GEI del proyecto se consideran de **baja/moderada magnitud**, al tratarse de un sistema semi-intensivo sin uso de aireación mecánica intensiva ni insumos energéticos elevados. Sin embargo, se recomienda implementar buenas prácticas operativas, como la optimización en el uso de alimento, el mantenimiento adecuado de motores y la reducción de tiempos de bombeo, a fin de minimizar la huella de carbono del proyecto.

II.8.3 Etapa de abandono del sitio

Al término de los 30 años, se realizará una nivelación del terreno, de tal manera que el sustrato no quede compactado, para propiciar el crecimiento natural de la vegetación.

II.9 Resumen del estudio hidrológico para el proyecto.

El presente documento, el cual se anexa a esta MIA-P, tiene como finalidad mostrar a los lectores el estudio hidrológico para el área de la zona del proyecto "Granja Acuícola Puro Campeón" ubicado en las afueras de la localidad de Unión de Corrientes, municipio de Tuxpán, estado de Nayarit, a partir de los escurrimientos que se generen por las precipitaciones en la zona, así como determinar la disponibilidad de las aguas superficiales conforme a lo que establece en los lineamientos que rigen la materia.

En los siguientes puntos, se presentan las conclusiones de dicho estudio:

- El Balance de aguas superficiales de forma global y local, demostró que la extracción del volumen comprometido de agua de las fuentes superficiales del sistema no afectara en el equilibrio de la cuenca, conservando y respetando el volumen de agua destinado para el desarrollo ecológico.

- El llenado del estaque de la Granja será de fuentes netamente superficiales de los escurrimientos y cuerpos de agua del sistema lacustre donde se ubica el sitio de proyecto, y de igual manera la descarga del agua será en el mismo cuerpo de agua de donde se sustrae.

- No se considera la extracción de aguas subterráneas para el llenado del estanque de la Granja, por lo que el volumen hídrico de esta fuente no se verá modificado por este proyecto.

- Se recomienda que el proyecto en todas sus partes (estanque y obras hidráulicas complementarias) no alteren el curso natural de los escurrimientos y por lo tanto el equilibrio natural del sistema fluvial del lugar.

ÍNDICE

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO 2
III.1 Ordenamientos aplicables en materia de uso de suelo 2
III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 2
III.1.2 Áreas Naturales Protegidas..... 5
III.1.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) 13
III.1.4 Regiones Prioritarias 15
III.2 Leyes y Reglamentos aplicables..... 22
III.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 22
III.2.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 24
III.2.3 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido 26
III.2.4 Ley General del Cambio Climático 27
III.2.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.... 33
III.2.6 Ley General de Vida Silvestre..... 36
III.2.7 Ley de Aguas Nacionales..... 39
III.2.8 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales..... 41
III.2.9 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental..... 42
III.3 Normas Oficiales Mexicanas 48

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

III.1 Ordenamientos aplicables en materia de uso de suelo

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT se decretó el 7 de septiembre de 2012 (D.O.F, 2012). Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin menoscabo del cumplimiento de *Programas de Ordenamiento Ecológico Local* (POEL) o *Regional* (POER) vigentes.

Para orientar los objetivos del proyecto, el promovente asume el compromiso de contribuir a mantener una congruencia con las prioridades de este POEGT en el desarrollo sustentable, para ello, se ha llevado a cabo el siguiente análisis-vinculación del proyecto con respecto al POEGT. El modelo del POEGT para el país mexicano se sustenta primero en una regionalización ecológica en donde se definen características físico-bióticas. Se describen y se identifican áreas de atención prioritaria, a las cuales les asignan propuestas de corresponsabilidad sectorial para el desarrollo productivo y de asentamientos humanos.

El POEGT se constituye por 80 regiones ecológicas y 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), las cuales son representadas a escala 1:2, 000,000, a cada una le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas. Para cada región ecológica, se identifican las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial que tienen como fin indicar los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Así a cada UAB le son asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) previstas en los POER Y POEL.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, las UAB se construyeron como unidades de análisis y de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

Ubicación del Proyecto en la Unidad Biofísica (UAB)

El proyecto se ubica dentro de la UAB N°34, se localiza al Noroeste de Nayarit, se extiende en sobre una superficie de 4,526.62 Km^2, su política ambiental contempla el Aprovechamiento sustentable, Preservación y Restauración, su prioridad de atención está clasificada como baja, (ver ***Figura III.1*** y ***Tabla III.1***).

Tabla III.1 *Características de la UAB a la que pertenece el proyecto (UAB 34)*

Región Ecológica	UAB	Nombre UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo
11.32	34	Delta del Río Grande de Santiago	Preservación de flora y fauna	Ganadería-Turismo	Agricultura

En la siguiente figura se observan las diferentes regiones y unidades ambientales biofísicas (UAB) de mayor cercanía al proyecto.

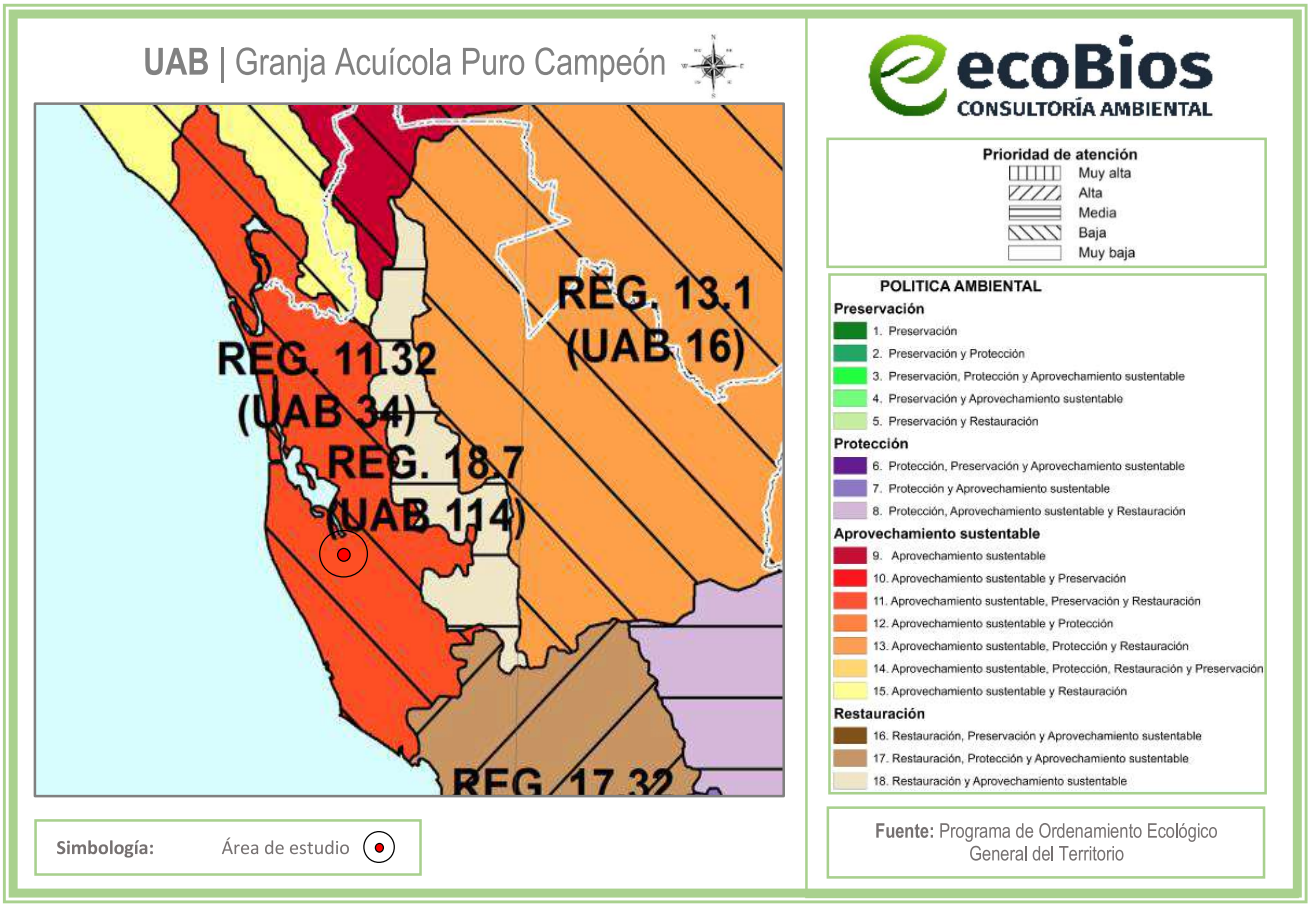


Figura III.1 *Ubicación del proyecto respecto a la UAB*

En la siguiente tabla se describen y vinculan las estrategias de la UAB que aplican al proyecto:

Tabla III.2 *Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 35)*

GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO		
POLÍTICA	**ESTRATEGÍA**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
A) Preservación	*1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.*	A través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se implementarán una serie de medidas de mitigación, prevención y compensación para disminuir los impactos que puedan ocasionar las actividades de construcción, operación y mantenimiento. Cabe mencionar, que, en la actualidad, la zona tiene una tendencia al aumento significativo del desarrollo económico, mediante la construcción y operación de proyectos de granjas acuícolas similares a este, por lo que resulta inminente la vigilancia y regulación por parte de las autoridades para que los desarrollos de esta índole tengan un enfoque sustentable y no generen mayores impactos negativos al medio ambiente.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Una de las especies de flora que se encuentran cercanas al proyecto es el mangle. Cabe resaltar que no se detectaron especies de mangle dentro del Área de Estudio, sin embargo, según las cartas de Uso del Suelo y Vegetación (Serie VII INEGI 2018) el 13% de esta se encuentra sobre la vegetación secundaria arbustiva de manglar, el resto (87%) es selva baja espinosa caducifolia. Durante las actividades que contempla el proyecto, se tendrá cuidado con las especies faunísticas que puedan presentarse, de ser así, éstas serán reubicadas en un sitio con condiciones similares, mediante la intervención de la PROFEPA.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento sustentable	*4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.*	El proyecto pretende la modificación de los bordos de una granja acuícola, para el acondicionamiento de 2 estanques de oxidación dentro de un proyecto, la construcción de nuevas compuertas y la continuación de la operación y el mantenimiento de la granja, donde se contempla el aprovechamiento del recurso hídrico del estero Ticha, esto por medio de 2 bombas de tipo cárcamo, cuyas especificaciones se describen en el *Capítulo II* del presente estudio. Las aguas residuales provenientes de los estanques, serán tratadas en dos lagunas de oxidación propuestas en el presente proyecto; mismas que serán devueltas al estero Ticha. En las actividades a realizar, no se contempla ningún tipo de aprovechamiento forestal, o de fauna existente en la zona de influencia del área del proyecto.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	

	8. Valoración de los servicios ambientales.	La valoración pertinente de los servicios ambientales que brinda el área del proyecto, se encuentra explícita en la necesidad de implementar medidas de prevención, mitigación y compensación para minimizar, proteger y restaurar los ecosistemas y los recursos naturales afectados con las etapas de construcción, operación y el mantenimiento del proyecto. Como parte de la realización de este estudio, se realizará un análisis de los servicios ambientales que guarda el ecosistema, asimismo se generarán dichas medidas detalladas en el C*apítulo VI* del presente documento.
C) Protección de los recursos naturales	*12. Protección de los ecosistemas.*	A través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se implementarán una serie de medidas de mitigación, prevención y compensación a los impactos que puedan ocasionar las actividades de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.
D) Restauración	*14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.*	Se llevará a cabo una reforestación con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*) en las cercanías del proyecto, lo que contribuirá a compensar el daño que pudo ocasionarse con la construcción del proyecto.

III.1.2 Áreas Naturales Protegidas

III.1.2.1 Área Natural protegida

El proyecto se localiza dentro del área de amortiguamiento del Área Natural Protegida: **"Marismas Nacionales Nayarit" (RBMNN)**, donde en la totalidad del polígono se encuentra dentro de esta área natural, con carácter de Reserva de la Biósfera; cuyo decreto de creación fue publicado en el DOF el 12 de mayo del 2010, con una superficie total de 133,854.39 ha. El Programa de Manejo de dicha área fue publicado el 3 de abril del 2013. (Ver ***Figura III.2***)



Figura III.2 *Áreas Naturales Protegidas Federales respecto al Área de Estudio*

De acuerdo a la zonificación del ANP RBMNN, indicado por el **Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit.** Como se observó anteriormente en el *Capítulo II***,** La totalidad del proyecto se localiza dentro de esta reserva protegida, en la **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales El Roblito-Paso Hondo-Mexcaltitán (I) Palapar de Tuxpan (II) SASRNRPHM (I) PT(II)**. Las características de la **SASRNRPHM (I) PT (II)** son las siguientes:

Abarca una superficie total de 123 mil 721.278235 hectáreas, distribuidas en dos polígonos, el primero comprende la mayoría de la superficie de la RBMNN denominado El Roblito- Paso Hondo– Mexcaltitán (I) con una superficie de 122 mil 704.277872 hectáreas, y el segundo denominado Palapar de Tuxpan (II) con una superficie de mil 17.000363 hectáreas. Ambos polígonos se distinguen por presentar una mezcla de aguas marinas y dulces que forman cuerpos lagunares costeros considerados de los más productivos del noroeste del país, que funcionan como un corredor biológico de gran importancia para refugio, alimentación y reproducción de aves residentes y migratorias.

Esta subzona brinda diversos servicios ambientales a las comunidades locales como son la captación de agua, evitan la salinización de suelos, mejoran la calidad del agua, disminuyen la erosión costera, disminuyen los efectos devastadores de los huracanes en las zonas costeras, capturan bióxido de carbono, fijan nitrógeno al suelo, ofrecen gran variedad de recursos forestales tanto industriales como

de autoconsumo, son proveedoras de alimento de origen animal (terrestre y acuático) y vegetal, así como de materiales que son utilizados para el autoconsumo y, son sitios de gran belleza paisajística, lo que les confiere una gran importancia ecológica y económica. Las actividades permitidas y no permitidas en esta subzona se establecen en la siguiente tabla de actividades:

En el contexto internacional, la organización Ducks Unlimited de México (**DUMAC**), identificó 28 humedales como áreas de hibernación de aves migratorias en México, dentro de éstas se encuentra la **RBMNN**, clasificada como una de las seis principales zonas de Humedales Prioritarios para las Aves Acuáticas. Por lo que, en 1992, es reconocida por su importancia en la conservación de aves acuáticas, como sitio de las Reservas de la Red Hemisférica de Aves Playeras.

Vinculación al proyecto:
El presente proyecto contempla la modificación de las obras existentes de una granja acuícola, así como su operación y mantenimiento. Esta granja se encuentra dentro del polígono del Área Natural Protegida con categoría de Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit, decretada por el Ejecutivo Federal el 12 de mayo de 2010. En cumplimiento con lo establecido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y el propio Programa de Manejo del ANP, se presenta a continuación la vinculación del proyecto con los lineamientos, subprogramas y reglas administrativas aplicables.

Compatibilidad con la Zonificación del ANP
Como se ha venido mencionando, el proyecto se localiza dentro de la zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna Marismas Nacionales, conforme a la zonificación establecida en su Programa de Manejo. Esta zona tiene como objetivo principal permitir el desarrollo de actividades productivas bajo criterios de sustentabilidad, siempre que no se comprometan los procesos ecológicos, la biodiversidad y los servicios ambientales que el área protege.

En este contexto, la actividad acuícola propuesta es compatible con los usos permitidos en la zona de amortiguamiento, ya que corresponde a una actividad productiva primaria que puede desarrollarse bajo esquemas de bajo impacto ambiental. El sistema semi-intensivo en estanques rústicos implica un manejo controlado del recurso hídrico, sin modificaciones sustanciales a los flujos hidrológicos regionales ni a los ecosistemas naturales adyacentes, particularmente los humedales característicos de la región.

El proyecto contempla medidas de prevención, mitigación y compensación que aseguran su compatibilidad con los criterios de manejo del ANP, entre las que destacan: el uso de infraestructura hidráulica eficiente (cárcamos y tuberías), la implementación de estanques de oxidación para el tratamiento de efluentes, y la propuesta de instalación de un biodigestor para el manejo de aguas residuales sanitarias provenientes del sanitario y la cocineta. Estas acciones contribuyen a evitar la

descarga directa de contaminantes hacia cuerpos de agua naturales, en apego a la normatividad ambiental vigente como la **NOM-001-SEMARNAT-2021** y la **NOM-003-SEMARNAT-1997**.

Asimismo, el proyecto no implica cambio de uso de suelo en ecosistemas prioritarios como manglares, marismas o esteros, ni la afectación directa a especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, lo cual refuerza su congruencia con los objetivos de conservación del ANP.

Por otro lado, al tratarse de una actividad ya presente y ampliamente desarrollada en la región, la acuacultura de tilapia contribuye al desarrollo socioeconómico local sin generar presiones adicionales significativas sobre los recursos naturales, siempre que se mantenga bajo un esquema de manejo responsable, como el propuesto en el presente proyecto.

En conclusión, el proyecto es compatible con la zonificación del Área de Protección de Flora y Fauna Marismas Nacionales en su zona de amortiguamiento, al alinearse con los usos permitidos, incorporar medidas de mitigación ambiental y no contravenir los objetivos de conservación establecidos en su Programa de Manejo.

El proyecto se vincula positivamente con los siguientes subprogramas de manejo:

Tabla III.3 *Vinculación del proyecto con los objetivos específicos del Programa de Manejo de la RBMNN*

Objetivos específicos de la RBMNN	Vinculación con el proyecto
Proteger el entorno de los cuerpos lagunares costeros considerados de los más productivos del noroeste del país, que funcionan como un corredor biológico de gran importancia para refugio, alimentación y reproducción de aves residentes y migratorias	El proyecto no interfiere con la integridad ecológica de los cuerpos lagunares costeros, debido a que se desarrolla en estanques terrestres con control hidráulico independiente. Asimismo, incorpora medidas de manejo y tratamiento de efluentes que evitan la descarga directa hacia los sistemas lagunares, contribuyendo a la conservación de su calidad ambiental. La operación del proyecto no implica la alteración de hábitats críticos para aves residentes y migratorias, ni la fragmentación del corredor biológico regional. Por el contrario, al mantener un esquema productivo ordenado y controlado, reduce presiones sobre los recursos naturales circundantes. En este sentido, el proyecto resulta compatible con la protección y funcionalidad ecológica de estos ecosistemas altamente productivos.
Proteger las seis especies de flora endémicas, amenazadas, sujetas a protección especial o en peligro de extinción, entre las que se destacan el mangle rojo (Rhizophora mangle), el	El proyecto no contempla la remoción ni afectación directa de comunidades de manglar, incluyendo especies como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Asimismo, se establece como medida de compensación

Objetivos específicos de la RBMNN	Vinculación con el proyecto
mangle negro (Avicennia germinans), el mangle botoncillo (Conocarpus erectus) y el mangle blanco (Laguncularia racemosa); así como los principales sitios de anidación, reproducción y alimentación de diversas especies de fauna silvestre.	ambiental la reforestación de *Laguncularia racemosa* y *Pithecellobium dulce*, contribuyendo a la recuperación de cobertura vegetal en zonas aptas y al fortalecimiento de hábitats utilizados por fauna silvestre. El proyecto no interfiere con sitios críticos de anidación, reproducción o alimentación, manteniendo la funcionalidad ecológica del entorno.
Salvaguardar la diversidad genética de las 402 especies de vertebrados, de las cuales 57 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo.	El proyecto se vincula con este punto al no generar fragmentación de hábitats ni barreras que limiten la movilidad de fauna silvestre. La operación en estanques terrestres confinados evita la interacción directa con poblaciones naturales, reduciendo riesgos de alteración genética o desplazamiento de especies. Asimismo, la implementación de medidas de manejo, control de efluentes y prevención de escapes contribuye a minimizar impactos sobre comunidades faunísticas, incluidas aquellas bajo categoría de riesgo. En este sentido, el proyecto mantiene la integridad ecológica del entorno y es congruente con la conservación de la biodiversidad del ANP.
Mantener los servicios ambientales que proporciona la RBMNN al captar agua, evitar la salinización de suelos, mejorar la calidad del agua, disminuir la erosión costera, amortiguar los efectos devastadores de los huracanes en las zonas costeras, capturar bióxido de carbono y fijar nitrógeno al suelo. La Reserva ofrece gran variedad de recursos forestales, industriales y de autoconsumo; es proveedora de alimento de origen animal (terrestre y acuático) y vegetal. La RBMNN es un sitio de gran belleza paisajística que les confiere una gran importancia ecológica y económica.	El proyecto es congruente con el objetivo de mantener los servicios ambientales de la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit, al operar mediante un sistema controlado que no altera de forma significativa la dinámica hidrológica ni la calidad del agua en los ecosistemas circundantes. La incorporación de estanques de oxidación y el manejo adecuado de efluentes contribuyen a evitar procesos de contaminación y salinización de suelos. Asimismo, al no afectar la cobertura vegetal natural ni zonas costeras, el proyecto no interfiere con funciones como la protección contra erosión o la amortiguación de fenómenos hidrometeorológicos. De manera complementaria, la actividad acuícola aporta a la provisión sustentable de alimento de origen animal, fortaleciendo el aprovechamiento responsable de los recursos naturales sin comprometer los servicios ambientales del ANP.
Orientar hacia un esquema de sustentabilidad congruente con la protección del patrimonio natural del ANP que asegure, a largo plazo, la conservación e incremento del buen estado de conservación de la misma,	El proyecto se alinea con el objetivo de orientar el desarrollo hacia un esquema de sustentabilidad en la RBMN, al incorporar prácticas productivas controladas y medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que reducen los impactos sobre el entorno. La implementación de sistemas de tratamiento de aguas, el manejo adecuado de residuos y la reforestación de manglar como

Objetivos específicos de la RBMNN	Vinculación con el proyecto
reduciendo los impactos sobre el entorno del área procurando mejores condiciones de vida para la población.	acción compensatoria contribuyen al mantenimiento del buen estado de conservación del ANP. Asimismo, la actividad promueve la generación de empleo y el aprovechamiento responsable de los recursos, favoreciendo mejores condiciones de vida para la población local. En este sentido, el proyecto es congruente con un modelo de desarrollo sustentable a largo plazo.

Sitio RAMSAR – 732. Marismas Nacionales
Factores adversos que afectan las características ecológicas del humedal, incluyendo los cambios en el uso del suelo y por proyectos de desarrollo:

… Por otro lado, la construcción extensiva de granjas acuícolas generada por presiones nacionales e internacionales, implica la construcción de bordos que, en regiones de escaso declive, como las planicies costeras del Norte de Nayarit, originan cambios en el patrón hidrológico por el consecuente desvío de los escurrimientos superficiales de agua dulce. Estos cambios impiden el paso de los escurrimientos a las áreas inundables, como las marismas y los manglares, provocando inundaciones en áreas tales como las partes bajas de la llanura costera (usualmente zonas agrícolas o ecosistemas de selva baja) o bien aumentando el período de permanencia del agua en las marismas y manglares. Los bordos también obstaculizan el paso de las mareas a estas áreas provocando mortalidades relativamente extensas de manglares…

…También en la camaronicultura la eliminación de aves residentes y migratorias es sin ningún control y en ocasiones indiscriminado. Esto se refleja en el hecho de que se eliminan especies consideradas en peligro de extinción o que están protegidas por la ley como el gavilán pescador (Pandion haliaetus), la garza azul (Ardea herodias), y otras. Por otro lado, el uso de armas de fuego puede provocar la acumulación de plomo en el sedimento de los estanques con el riesgo de aumentar su concentración en el agua y ser incorporado a la cadena alimenticia, incluyendo al camarón, con sus conocidas consecuencias…

…En resumen, el cambio en el patrón hidrológico ocasiona intrusiones salinas a las áreas adyacentes tanto hacia la llanura (zonas de cultivo) como hacia los manglares, aumentando la salinidad del suelo de los terrenos circundantes formando nuevos terrenos salinos e improductivos (salitrales). El aumento de la salinidad de los suelos en donde existen manglares ya tensionados por la salinidad, en particular en zonas áridas y semi-áridas, pueden provocar una mayor pérdida de estructura e incluso la muerte. Cintrón et al., (1978); y Snedaker (1988) en Flores Verdugo, F., Bojórquez, L. (1992) reportan una menor estructura forestal de los manglares adyacente a los bordos de estanques camaronícolas

que los no afectados por ésta actividad, por lo que es de esperarse lo mismo por el efecto del bordo de la autopista…

En la siguiente figura, se observa el polígono de delimitación del Sitio RAMSAR, con respecto al Área de Estudio:

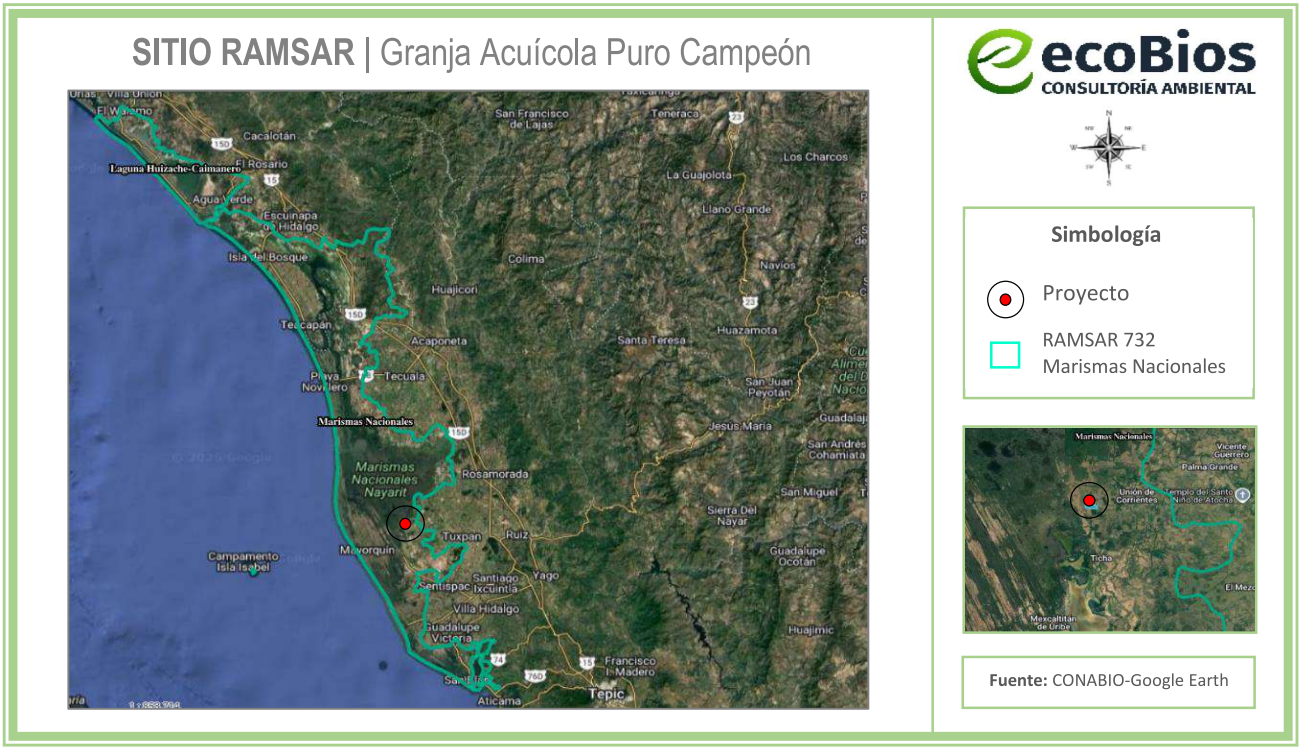


Figura III.3 *Sitio RAMSAR respecto al Área de Estudio.*

Vinculación con el proyecto

Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se ubica dentro del polígono de sitio RAMSAR, Marismas Nacionales, se analiza en el contexto de los factores adversos asociados a cambios de uso de suelo y desarrollo de infraestructura. En este sentido, la iniciativa no implica la transformación de humedales naturales ni la remoción de vegetación de manglar, al desarrollarse en un predio previamente intervenido y destinado a uso productivo. Asimismo, su diseño en estanques confinados, junto con la implementación de medidas de control de efluentes y prevención de escapes, minimiza riesgos de alteración en las características ecológicas del humedal.

Adicionalmente, el proyecto incorpora acciones de compensación ambiental, como la reforestación de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*) en zonas cercanas con aptitud ecológica, contribuyendo a la recuperación y mantenimiento de la cobertura vegetal del sistema lagunar. Estas medidas permiten reducir la presión sobre el ecosistema y

evitar impactos acumulativos asociados a proyectos de desarrollo, manteniendo la integridad funcional del humedal.

En este contexto, el proyecto es compatible con los objetivos de conservación del Sitio Ramsar Marismas Nacionales, al no intensificar los factores adversos identificados y, por el contrario, incorporar acciones orientadas a la protección y restauración de sus características ecológicas.

Conclusiones

El proyecto propuesto es técnica, legal y ambientalmente compatible con los objetivos y lineamientos establecidos en el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit, así como con los criterios de conservación del Sitio Ramsar Marismas Nacionales. Al tratarse de una actividad acuícola semi-intensiva desarrollada en estanques terrestres confinados, no implica la transformación de ecosistemas naturales ni la afectación directa a humedales, manglares o hábitats críticos.

El proyecto incorpora infraestructura y medidas de manejo orientadas a la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, incluyendo el tratamiento de efluentes, control operativo y la reforestación de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*) en zonas con aptitud ecológica, contribuyendo a la conservación y restauración del entorno. Asimismo, no interfiere con los procesos ecológicos clave ni con la biodiversidad del área, manteniendo la funcionalidad de los servicios ambientales.

En este contexto, el proyecto se considera viable dentro del ANP, al ser congruente con un esquema de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, siempre que se garantice el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable y la adecuada supervisión de sus etapas de operación.

III.1.2.2 Áreas Naturales Protegidas (Estatales)

El área del proyecto no se ubica en ningún área natural protegida estatal, sin embargo, el área más cercana se encuentra a 65 km al sureste, de nombre: Sierra de San Juan de categoría: Reserva de la Biosfera Estatal. (ver ***Figura III.4***)



Figura III.4 *Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas estatales de mayor proximidad al proyecto*

III.1.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Las AICAs 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. El proyecto se desarrolla dentro de la AICA: **Marismas Nacionales**. (ver ***Figura III.4***)

Descripción

Su ubicación es desde San Blas hasta Marismas Las Cabras que se localiza en la costa sur del estado de Sinaloa y la costa Norte de Nayarit. Dentro de sus características es una Red de lagunas costeras salobres, manglares, pantanos y marismas con siete ríos y corrientes alternas. Se encuentra alimentado por el río Acaponeta y esteros tributarios, incluyendo el delta del río San Pedro. El clima típico de la llanura costera es el cálido subhúmedo con lluvias en verano o de sabana tropical. Las lluvias son abundantes y rara vez inferiores a los 800 mm anuales.

Vegetación

Manglar, Matorrales de mangle, vegetación halófita rastrera (Salicornia y Batis), selva baja perennifolia, palma de aceite y selva baja caducifolia.

Justificación

Humedal casi neutral con papel hidrológico, biológico y ecológico, alberga regularmente más de 70,000 aves acuáticas (garzas, patos), 104,000 aves playeras. Se registran 282 especies de aves.



Figura III.5 *AICA's respecto al Área de Estudio. Marismas Nacionales*

Vinculación con el proyecto

Con las actividades que el proyecto plantea, las aves no resultarán afectadas y podrán continuar con sus actividades. Esto se pudo corroborar a través del recorrido en campo, ya que se observa la interacción del proyecto con las aves. Otro punto importante, es que, como medida de compensación por el uso del suelo, se realizará la plantación en una zona aledaña al proyecto con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), especie nativa de la región, que fungirá como franja natural para la creación de nuevos hábitats, lugares de anidación, alimentación, entre otras, así como también, ayudará a amortiguar los efectos devastadores de los huracanes; a capturar el bióxido de carbono y fijar nitrógeno en el suelo.

Al usar estanques rústicos de tierra, su manejo se centra únicamente en la siembra y cosecha, es decir se practica un sistema extensivo y se aplica la pesca con chinchorro, que ha sido utilizada durante generaciones por comunidades locales. Su práctica, tiene un bajo impacto ecológico, porque a pesar de que se generan aguas residuales, estas serán tratadas y se regresan al ecosistema casi como se recibieron

al inicio de proceso. La ubicación y el diseño de la granja no generan cambios significativos en los humedales, manglares ni cuerpos de agua donde las aves se alimentan, anidan o descansan.

Los objetivos del AICA Marismas Nacionales no prohíben completamente el uso humano, sino que buscan armonizar la conservación con actividades tradicionales sostenibles. La pesca artesanal y la acuacultura, están contempladas como una actividad compatible, siempre que se respete la normativa ambiental y se aseguren las condiciones para mantener las funciones ecológicas del sistema.

III.1.4 Regiones Prioritarias

III.1.4.1 Región Marina Prioritaria núm. 21 – Marismas Nacionales

El proyecto se encuentra dentro del polígono de la Región Marina Prioritaria núm. 21 – Marismas Nacionales, y a continuación se presentan sus características según la CONABIO:

Estado(s): Nayarit – Sinaloa

Polígono: Latitud. 22°41'24'' a 21°14'24'',
Longitud. 106°47'24'' a 105°9'36''

Extensión: 15 490 km^2.

Clima: cálido subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual 22° C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes.

Geología: Placa de Norteamérica; rocas sedimentarias; talud con pendiente suave; plataforma amplia.

Descripción: playas, lagunas, litoral, estuario, marismas, esteros, humedales, zona oceánica, archipiélagos, bajos. Eutroficación media. Ambientes laguna, manglar, talud, litoral e islas con alta integridad ecológica.

Oceanografía: Masas de agua superficial Tropical y Subtropical. Marea semidiurna. Oleaje alto. Aporte de agua dulce por ríos y esteros. Ocurren marea roja y "El Niño" sólo cuando el fenómeno es muy severo. Presencia de turbulencias. Concentración media de nitritos, nitratos y fosfatos.

Biodiversidad: Moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves residentes y migratorias, mamíferos marinos, manglares, tulares. Zona migratoria de crustáceos (Portunus xantusii) y de anidación de aves.

Aspectos económicos: Poca pesca, tipo cooperativas y artesanal de crustáceos (Portunidae). Sin turismo.

Problemática:

Modificación del entorno: perturbación a distancia por alteración de cuencas (menor aporte de agua dulce), caminos (discontinuidad del patrón hidrológico), apertura de bocas (mortalidad del manglar). Desarrollo incontrolado de actividades agropecuarias y pesqueras, así como actividades acuícolas desordenadas.

Contaminación: descarga de contaminantes (agroquímicos, pesticidas y metales pesados).

Uso de recursos: presión del sector pesquero sobre tiburones. Cocodrilos en riesgo. Uso de venenos y trampas no selectivas. Introducción de especies exóticas a islas. Falta de alternativas productivas.

Desarrollos: desarrollo urbano, agrícola, acuícola y minero inadecuadamente planeados.

Conservación: existen áreas de reproducción de cocodrilos que deben protegerse, así como las áreas de manglar en barras arenosas, las islas de palmar y Puerto Palapares.

Grupos e instituciones: UNAM (ICMyL-Mazatlán), UAN, Ducks Unlimited de México.

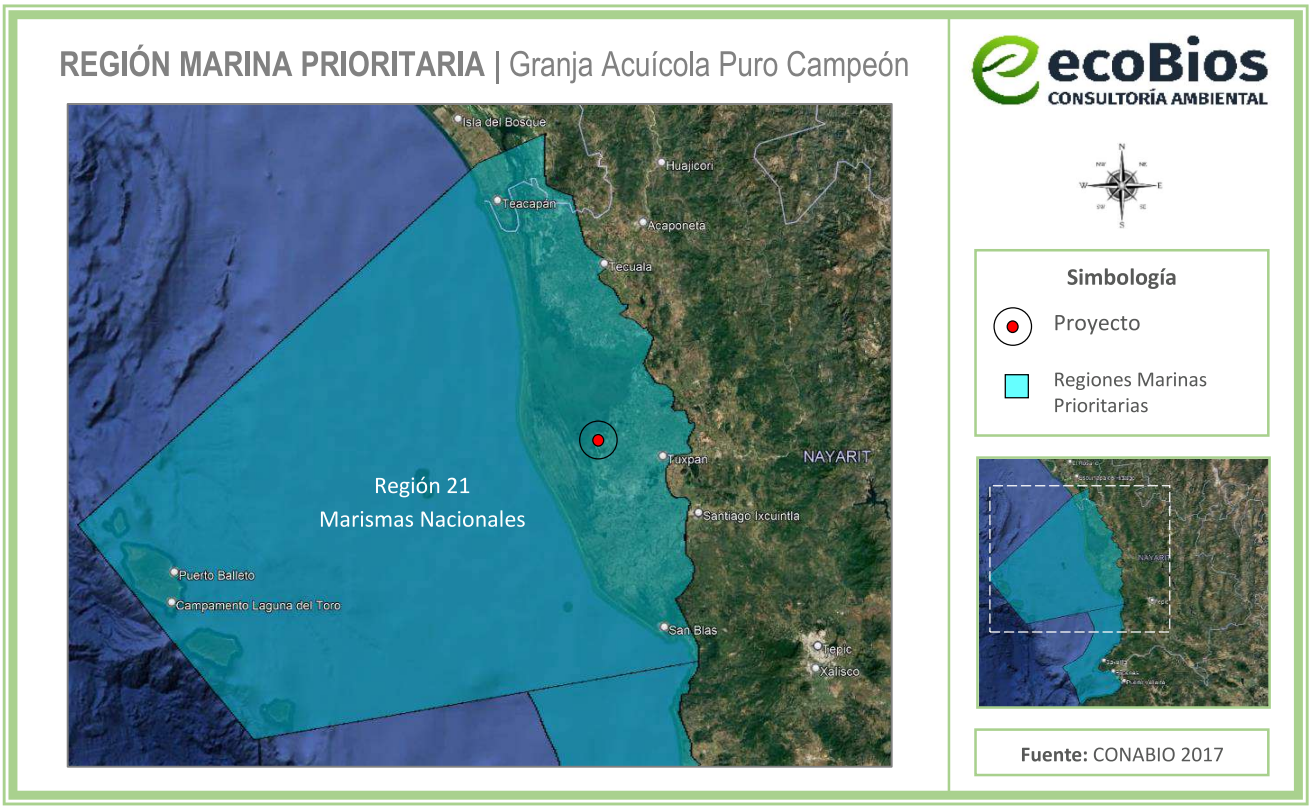


Figura III.6 *Región Marina Prioritaria respecto al Área de Estudio*

Vinculación con el proyecto

Aunque el proyecto se desarrolla en zona terrestre, su proximidad a sistemas lagunares y estuarinos conectados con el Océano Pacífico establece una vinculación indirecta con la región marina. Esta relación se da principalmente a través de escurrimientos que eventualmente podrían alcanzar cuerpos costeros. Sin embargo, el diseño del sistema semi-intensivo incorpora prácticas de manejo que minimizan descargas contaminantes, como la realización de 2 estanques de oxidación y la implementación de una PTAR de tipo biodigestor, reduciendo considerablemente la generación de impactos adversos significativos sobre los ecosistemas acuáticos.

III.1.4.2 Región Hidrológica Prioritaria

El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria: Río Baluarte - Marismas Nacionales, y a continuación, se presentan sus características según la CONABIO:

22. RÍO BALUARTE - MARISMAS NACIONALES

Estado(s): Nayarit, Sinaloa, Durango, Jalisco y Zacatecas

Extensión: 38 768.73 km^2

Polígono: Latitud 23°52'48'' - 21°24'00'' N

Longitud 106°06'00'' - 103°44'24'' W

Recursos hídricos principales

lénticos: presa Aguamilpa, lagunas de Agua Brava, Teacapán, el Caimanero, Mezcatitlán, lagunas costeras, pantanos y más de 100 pequeños cuerpos

lóticos: ríos Baluarte, Cañas, Acaponeta, Rosamorada, San Pedro o Alto y Bajo Mezquital, Graceros, Grande de Santiago, Huaynamota, Matatán, Chapalagana, Jesús María, Bolaños, Valparaíso y un gran número de arroyos.

Limnología básica: existen 40 mil ha. de cuerpos acuáticos con un gasto de 505,194 m^3; hay zonas oligohalinas (2‰) a marino (35‰); pH=6.5-8.5; O_2=1-7 ml/l; temp.=22-34 °C; NO_3 de 3-40 ug at/l; O_2 (DQO-DBO) de 2-50 mg/l; PO_4=0-1.5 ug at/l; coliformes 2000-200,000 NMP/100 ml.

Geología/Edafología: llanura costera del Pacífico presenta sedimentos aluviales, limosos y arcillosos; suelos tipo Solonchak. Planicie extensa con cordones de playa que aislan cuerpos de agua. La parte alta corresponde a zonas de topografía accidentada con cañones y mesetas. Abarca las sierras el Nayar, los Huicholes, Muruata, Álamos, Valparaiso, Mesa del Conejo, Mesa el Rayo, Mesa La Gloria, Mesa Los Altos de San Pedro, etc. En general los suelos son de tipo Litosol, Regosol, Feozem y Luvisol.

Características varias: climas semiseco templado, semiseco cálido, templado subhúmedo,cálido húmedo, cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo, todos con lluvias en verano y algunas lluvias invernales; vientos tipo monzón del SE al NW. Temperatura media anual 16-18 °C. Precipitación de 1 000-2 000 mm; evaporación de 1 800 mm.

Actividad económica principal: minería, turismo, pesca, agricultura de humedad, de temporal y de riego, apicultura, acuicultura (camaronicultura principalmente, moluscos, crustáceos y peces) y ganadería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: acuática y semiacuática, ribereña, manzanillar, manglar, halófitas, bosques de pino, de encino, de pino-encino, de encino-pino, de abetos y Ayarín, manchones de bosque mesófilo de montaña, matorral subtropical, matorral crasicaule, pastizal, selva baja perennifolia, caducifolia y subcaducifolia, matorral rosetófilo costero. Alta diversidad de hábitats acuáticos: arroyos, reservorios, ríos permanentes y temporales. Esta región incluye 113 000 ha de manglares y estuarios, que comprenden aproximadamente entre el 15 y 20% del total de los manglares del país. Flora característica: manglares de *Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Rhizophora* mangle, de pinos *Pinus cembroides, P. chihuahuana, P. cooperi, P. durangensis, P. engelmannii, P. leiophylla, P. lumholtzii, P. teocote,* de encinos *Quercus crassifolia, Q. eduardii, Q. grisea, Q. hartwegii, Q. laeta, Q. microphylla, Q. rugosa, Q. urbanii, Pseudotsuga menziesii,* de cedros *Cupressus benthamii var. lindleyi, Juniperus deppeana,* los pastos *Bouteloua repens, B. gracilis, B. hirsuta, B. radicosa, el huizache Acacia schaffneri, Bursera fagaroides, Mimosa biuncifera, Opuntia sp.,* vegetación acuática como *Eleocharis acicularis, E. montaña, E. montevidensis, Ficus obtusifolia,* los fresnos *Fraxinus velutina y F. uhdei, Hibiscus tiliaceus, Myriophyllum sp., Nymphoides fallax,* el álamo *Populus tremuloides, Potamogeton nodosus,* bosques de *Ayarín Pseudotsuga sp., Ranunculus trichophyllus, el sauce Salix bonplandiana, el ahuehuete o sabino Taxodium mucronatum, Thrinax radiata*. En la zona litoral existen palmares de la especie amenazada *Orbignya sp.* Vegetación halófita rastrera *Salicornia sp. y Batis maritima*. Fauna característica: de moluscos *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Bernardina margarita, Calyptraea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Collisella discors* (litoral), *Crassinella skoglundae, Cyathodonta lucasana, Dendrodoris krebsii* (raro al oeste de BC, y común en costas del centro y sur), *Donax* (Chion) *punctatostriatus, Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fissurella* (Cremides) *gemmata* (zona rocosa), *Lucina* (Callucina) *lampra, L. lingualis, Nassarina* (Steironepion) *tincta, Nassarina* (Zanassarina) *atella, Polymesoda* (Neocyrena) *ordinaria*, *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Pterotyphis arcana* (litoral rocoso), *Recluzia palmeri* (zona costera), *Semele* (Amphidesma) *verrucosa pacifica*, *Tripsycha* (Eualetes) *centiquadra* (litoral rocoso); una gran diversidad de peces *Atherinella crystallina, A. pellosesemion, Awaous banana, Catostomus plebeius, Chirostoma mezquital, Cyprinella ornata, Eleotris picta, Gobiomorus maculatus, G. polylepis, Hyporhamphus rosae, Ophisternon aenigmaticum, Poeciliopsis prolifica, Sicydium multipunctatum, Xenotoca eiseni, X. variata*; de aves locales *Ajaia ajaja*,

el águila real Aquila *chrysaetos, Ardea herodias, Egretta thula, Jacana spinosa*, el guajolote silvestre *Meleagris gallopavo*; de aves migratorias *Anas acuta, A. discors, A. platyrhynchos, Calidris alba, C. alpina, C. mauri, C. minutilla, Falco sparverius, Polyborus plancus*; de mamíferos el coyote *Canis latrans*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el venado cola banca *Odocoileus virginianus*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, el jabalí *Pecari tajacu*. Región importante de endemismos de crustáceos *Pseudothelphusa sonorensis*; de peces *Algansea avia, A. monticola, A. popoche, Cichlasoma beani, Cyprinodon latifasciatus* (posiblemente extirpada), *Notropis aulidion, Poeciliopsis latidens, P. presidionis*; de aves el perico guayabero *Amazona finschi*, el loro de cabeza amarilla *A. oratrix, Forpus cyanopygius*. Especies amenazadas: de peces *Agonostomus monticola, Cichlasoma beani* (por introducción de exóticos), *Cyprinodon latifasciatus, Dionda episcopa, Etheostoma pottsi, Gila sp., Gobiesox fluviatilis* (especie indicadora de condiciones de agua transparente) y *Oncorhynchus chrysogaster*; de anfibios y reptiles las tortugas marinas *Chelonia mydas, Dermochelys coriacea, Eretmochelys imbricata y Lepidochelys olivacea, Crocodylus acutus, Heloderma horridum, Iguana iguana* y los anfibios *R. chiricahuensis, R. forreri, R. maculata y R. toromorde* indicadoras de integridad; de aves *Accipiter gentilis, Aquila chrysaetos, Ara militaris, Ardea herodias, Buteogallus anthracinus, Campephilus guatemalensis, Cyanocorax dickeyi, Euptilotis neoxenus, Falco peregrinus, Mimus polyglottos, Mycteria americana, Pandion haliaetus* y la cotorra serrana *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. En Nayar, los ríos de montaña con alta integridad ecológica presentan comunidades importantes de peces.

Aspectos económicos: recursos mineros (plata, cobre, zinc, estaño y manganeso); empacadora de mariscos y pesquerías de camarón blanco *Penaeus vannamei* principalmente (cerca de 15 mil tons). Otras especies comerciales de peces son la carpa común *Cyprinus carpio*, el pargo rojo *Lutjanus peru*, la lisa cabezona *Mugil cephalus*, la tilapia azul *Oreochromis aureus*, los moluscos *Crassostrea corteziensis* y *Megapitaria sp*., los crustáceos *Macrobrachium americanum*, *M. occidentale, M. rosenbergii, M. tenellum y Cambarellus (Cambarellus) montezumae*. Nayar es una zona pesquera importante de peces como la mojarra *Cichlasoma beani*, la carpa común *Cyprinus carpio*, la tilapia azul *Oreochromis aureus* y los langostinos *Macrobrachium acanthochirus y M. rosenbergii*. Como recurso estratégico se tiene a la energía hidroeléctrica y productos agrícolas (beneficiadoras de tabaco e ingenios azucareros).

Problemática:

- Modificación del entorno: por la infraestructura minera, desforestación con fines agrícolas, construcción de presas y canales, desecación de cuerpos de agua para camaronicultura, desviación de corrientes superficiales y abastecimiento de agua. Deterioro del cauce de los ríos por la presa de Aguamilpa. Construcción de caminos.

- Contaminación: por aguas negras, agroquímicos, pesticidas y metales pesados.

- Uso de recursos: extracción de agua para agricultura y acuicultura. Especies introducidas: la tilapia azul *Oreochromis aureus*, la carpa dorada *Carassius auratus*, la carpa común *Cyprinus carpio*, el bagre de canal *Ictalurus punctatus* y el crustáceo *Macrobrachium rosenbergii*. Violación de vedas. Introducción de ganado caprino. Cacería ilegal e introducción de especies exóticas en los ranchos cinegéticos.

Conservación: se propone: conservación de humedales, no a la apertura de bocas, manejo de agua balanceado, control de agroquímicos, plantas de tratamiento de aguas residuales, control de granjas acuícolas, no a la desviación de lóticos y control del turismo. Existen áreas de reproducción de cocodrilos que deben protegerse, así como áreas de manglar en barras arenosas, las islas de Palmar y Puerto Palapares. Hacen falta estudios de endemismos y de biodiversidad en general. No se tiene información de las reservas de aguas subterráneas existentes. La presa de Aguamilpa ha propiciado el crecimiento de especies exóticas que pueden llegar a las partes no alteradas. La urbanización y contaminación por motores ya está afectando la parte baja. Se desconoce la hidrología básica de los ríos; asimismo, el inventario biótico está incompleto. Comprende parte de la Reserva de la Biosfera La Michilía. La Convención de Ramsar considera a las Marismas Nacionales como el área de manglares más grande del Pacífico Mexicano y de importancia por el número de endemismos en cuanto a su flora y fauna, así como por sus aves migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad de Occidente; Instituto de Biología, UNAM; Universidad de Sonora; Universidad de Arizona.

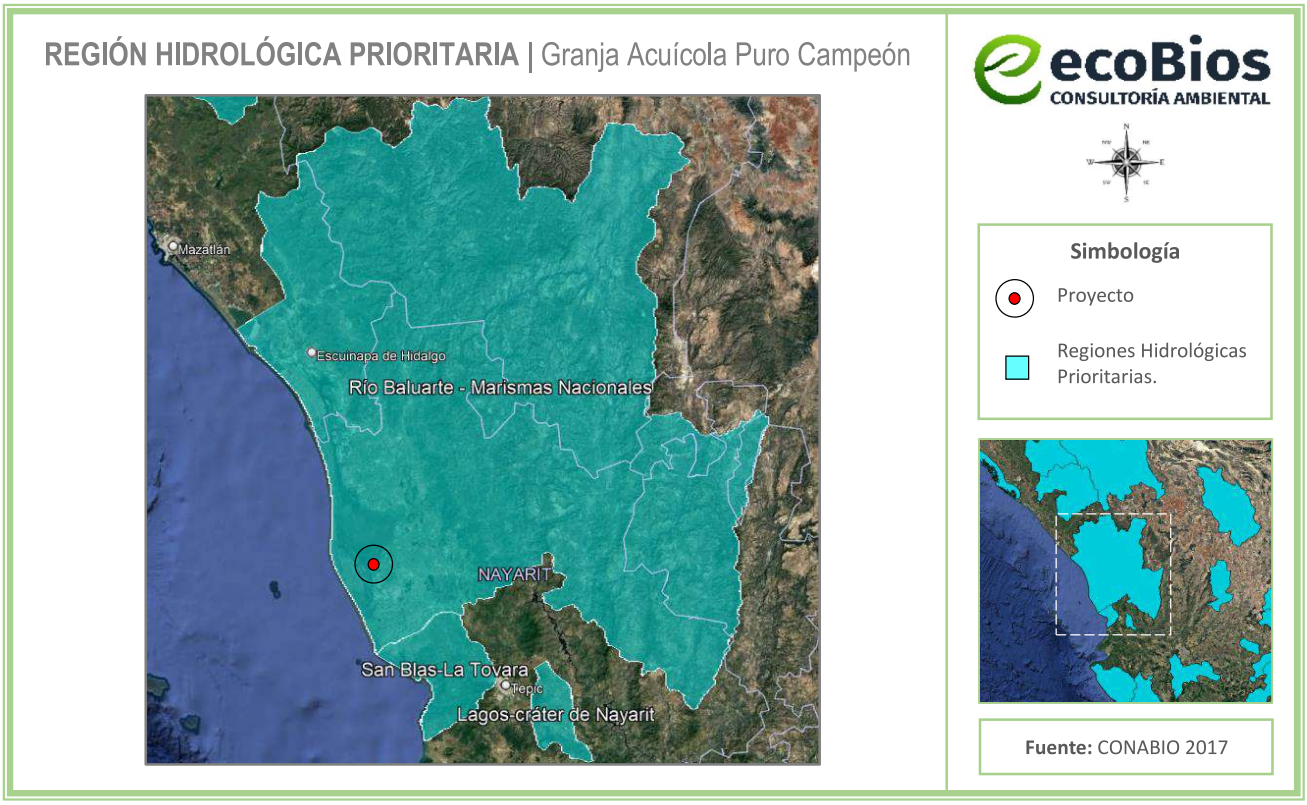


Figura III.7 *Región Hidrológica Prioritaria respecto al Área de Estudio*

Vinculación con el proyecto

El proyecto en cuestión no se vincula con la región hidrológica al encontrarse dentro de la planicie costera influenciada por la cuenca 1126 (Grupo de Corrientes de Marismas Nacionales) y en la cuenca 1113 (Río San Pedro Desembocadura) por lo que la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales, según la publicación del Diario Oficial de la Federación del 28 de diciembre del 2023, de la cuenca 1126 Grupo de Corrientes de Marismas Nacionales es de 253,109 hm, y para la cuenca 1113 Río San Pedro -Desembocadura es de 436.094 hm. Esta relación implica interacción con escurrimientos superficiales y potencial conexión con acuíferos someros. La operación del proyecto considera un manejo controlado del agua, con recambios moderados y medidas para conservar su calidad, lo que justifica su compatibilidad al no alterar de manera significativa la dinámica hidrológica regional.

III.1.4.3 Región Terrestre Prioritaria

El proyecto se ubica dentro de la Región Terrestre Prioritaria: **Marismas Nacionales**, y a continuación, se presentan sus características generales según la CONABIO:

Características generales

Es una región de importancia para la conservación porque se presenta una alta concentración de aves acuáticas y semiacuáticas residentes y migratorias. Posee fragmentos extensos de manglar bien

conservado en la vertiente del Pacífico. Es un área importante de endemismos para vertebrados e insectos. Se considera como una de las extensiones mejor conservadas de manglar en el Pacífico mexicano. Se delimita principalmente con las áreas de manglar y cuerpos de agua, hasta comunidades halófilas y de selvas bajas con diferentes grados de perturbación, que se consideran hábitats asociados a los manglares todas las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales que se pueda generar.



Figura III.8 *Región Terrestre Prioritaria respecto al Área de Estudio*

Vinculación con el proyecto

En el ámbito terrestre, el proyecto se ubica en una zona con vocación productiva dentro del municipio de Tuxpan, caracterizada por actividades agropecuarias y acuícolas. La granja se integra a este contexto como un uso de suelo compatible, sin requerir cambios drásticos en la cobertura vegetal ni afectar áreas de alto valor ecológico. Su carácter semi-intensivo favorece un aprovechamiento sustentable del terreno, lo que justifica su congruencia con la dinámica y funcionalidad de la región terrestre.

III.2 Leyes y Reglamentos aplicables

III.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Esta ley le es aplicable al proyecto específicamente en el artículo 28°, fracciones X, XI y XII los cuales señalan lo siguiente:

ARTICULO 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:*

X.- *Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;*

Vinculación al proyecto

El proyecto se ubica en una zona con influencia de sistemas hidrológicos costeros, asociados a humedales y cuerpos de agua interconectados, característicos de la región de Marismas Nacionales. Por lo anterior, cualquier intervención, particularmente la captación y descarga de agua, así como la modificación del terreno para la construcción de estanques, se considera dentro del supuesto previsto en esta fracción.

No obstante, el diseño del proyecto incorpora infraestructura de bajo impacto, sistemas de control hidráulico y medidas de manejo que minimizan alteraciones al régimen hidrológico natural y evitan la afectación significativa a los ecosistemas asociados.

XI.- *Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;*

Vinculación al proyecto

El proyecto presenta vinculación con un Área Natural Protegida de carácter federal, en particular la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales, por lo que su desarrollo está condicionado no solo a la autorización en materia de impacto ambiental, sino también a la congruencia con el Programa de Manejo del área.

En este contexto, la actividad acuícola propuesta es compatible con los usos permitidos, al tratarse de una actividad productiva tradicional, de escala controlada y con implementación de medidas de mitigación ambiental.

XII.- *Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas;*

Vinculación al proyecto

El proyecto corresponde directamente a una actividad acuícola, por lo que se ubica en el supuesto de esta fracción. Sin embargo, su desarrollo ha sido diseñado bajo criterios de sustentabilidad, incluyendo el uso de prácticas semi-intensivas, control de densidades de cultivo, manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos (incluyendo una PTAR de tipo biodigestor), y prevención de escapes de organismos. Estas acciones reducen significativamente el riesgo de afectación a especies silvestres y a los ecosistemas circundantes, asegurando que la actividad no compromete la biodiversidad ni la integridad ecológica del sitio.

III.2.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, siendo su última reforma publicada en el DOF 31-10-2014; mismo que le es aplicable al proyecto específicamente en su artículo 5°, inciso R), S), U) donde se establece lo siguiente:

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

Vinculación al proyecto

El proyecto contempla la construcción de infraestructura acuícola. Estas acciones constituyen obras civiles que implican modificación del terreno y del entorno físico, ubicándose dentro del supuesto previsto en esta fracción. Por lo anterior, independientemente de su escala y de tratarse de infraestructura de bajo impacto, el proyecto requiere someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

> *II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.*
>
> *Fracción reformada DOF 31-10-2014*

Vinculación al proyecto
La actividad principal del proyecto es la producción acuícola de tilapia con fines comerciales, lo que la ubica claramente dentro de este supuesto.

S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación,

Vinculación con el proyecto:
La totalidad del proyecto entra dentro de la ANP Marismas Nacionales Nayarit en zona de amortiguamiento.

U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS:

I. Construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola, con excepción de la rehabilitación de la infraestructura de apoyo cuando no implique la ampliación de la superficie productiva, el incremento de la demanda de insumos, la generación de residuos peligrosos, el relleno de cuerpos de agua o la remoción de manglar, popal y otra vegetación propia de humedales, así como la vegetación riparia o marginal;

Vinculación con el proyecto
El proyecto contempla la habilitación de infraestructura acuícola, incluyendo estanques rústicos de cultivo, estanques de oxidación, cárcamos de bombeo, compuertas y tuberías, lo cual encuadra directamente en este supuesto.

III. Siembra de especies exóticas, híbridos y variedades transgénicas en ecosistemas acuáticos, en unidades de producción instaladas en cuerpos de agua, o en infraestructura acuícola situada en tierra, y

Vinculación con el proyecto
El proyecto contempla el cultivo de tilapia (*Oreochromis spp*.), especie considerada exótica en México, lo que lo ubica dentro del supuesto previsto en esta fracción. En este sentido, se reconoce el riesgo potencial asociado a la introducción y manejo de especies no nativas, particularmente en relación con posibles escapes hacia cuerpos de agua naturales y la consecuente interacción con especies silvestres.

No obstante, el proyecto incorpora medidas específicas de bioseguridad, principalmente la instalación de mallas finas en las compuertas de drenaje para evitar que algún individuo de tilapia sea introducido al medio natural.

III.2.3 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido

Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de diciembre de 1982, donde se indica lo siguiente:

ARTICULO 6.- *Se consideran como fuentes artificiales de contaminación ambiental originada por la emisión de ruido las siguientes:*

I.- Fijas. - Todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes;

II.- Móviles. - Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

Vinculación con el proyecto

Durante la etapa de operación del proyecto se contempla el uso de dos motores diésel de 6 cilindros con potencia aproximada de 90 hp, destinados al bombeo de agua en los cárcamos. Dichos equipos constituyen fuentes fijas de emisión de ruido, al permanecer instalados dentro del predio y operar de manera controlada conforme a las necesidades del sistema productivo.

Asimismo, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se empleará maquinaria pesada (retroexcavadoras y camión de volteo), la cual, aunque corresponde a fuentes móviles, también se asocia a la generación de ruido por motores de combustión interna, contribuyendo temporalmente a las emisiones sonoras del proyecto.

ARTICULO 29.- *Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A).*

Peso bruto vehicular hasta 3,000 Kg., más de 3,000 y hasta 10,000 Kg. y más de 10,000 Kg. los niveles máximos permisibles son de 79, 81 y 84 dB (A), respectivamente.

Los valores anteriores serán medidos a 15 m. de distancia de la fuente por el método dinámico de conformidad con la norma correspondiente.

Vinculación con el proyecto:
El proyecto motivo de esta MIA-P, se vincula con lo establecido en el Artículo 29 del presente Reglamento, el cual establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido generados por vehículos automotores, en función de su peso bruto vehicular, medidos en decibeles A [dB(A)] a una distancia de 15 metros mediante el método dinámico.

En la etapa de preparación del sitio y construcción, el proyecto contempla el uso de maquinaria y vehículos tales como dos retroexcavadoras, un camión de volteo y una camioneta tipo pick-up.

- La camioneta tipo pick-up se ubica generalmente en la categoría de hasta 3,000 kg de peso bruto vehicular, con un límite máximo permisible de **79 dB(A)**.

- El camión de volteo se clasifica dentro de categorías superiores (mayor a 3,000 kg), con límites de **81 a 84 dB(A)** dependiendo de su peso.

Estas unidades serán utilizadas de manera temporal, durante un periodo aproximado de cinco semanas, y se prevé que operen dentro de los límites permisibles establecidos, debido a que:

- Se empleará maquinaria en buen estado mecánico.
- Se realizarán actividades en horarios diurnos.
- El tránsito será intermitente y limitado al interior del predio y accesos cercanos.
- Se utilizarán los silenciadores en buen estado en el sistema de escape.

Durante la etapa de operación, el uso de vehículos será mínimo y se restringe principalmente a una camioneta de apoyo, cuya contribución a la emisión de ruido es considerada no significativa. Con respecto a los motores que impulsan los cárcamos, estos llevarán consigo un silenciador adecuado y en buen estado.

III.2.4 Ley General del Cambio Climático
Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, en la que se establece lo siguiente:

> ***Artículo 1o.*** *La presente Ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la*

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 26. *En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:*

VIII. *Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;*

Vinculación con el proyecto:
El proyecto llevará a cabo medidas de prevención, mitigación y compensación contra el consumo de recursos naturales y la contaminación al medio ambiente, este último es uno de los principales factores que produce el cambio climático. Por otra parte, en el ***Capítulo IV***, de esta MIA-P, se presentan los fenómenos naturales que se pueden producir en consecuencia; por ello, se tomarán medidas de seguridad, prevención y de ser necesario, de evacuación, esto con estricto apego a normas de construcción e indicaciones que lleven a cabo las autoridades correspondientes. A continuación, se presenta la información de los "***Escenarios de cambio climático a corto, mediano y largo plazo para el estado de Nayarit"*** del Plan Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Nayarit, publicada en el Periódico Oficial del Órgano del Gobierno del Estado de Nayarit, con fecha de 8 de julio de 2024.

Escenarios de cambio climático a corto, mediano y largo plazo para el estado de Nayarit
Las proyecciones de cambio climático para el estado de Nayarit, fueron calculadas con la información del Atlas interactivo del Grupo de Trabajo I del IPCC (https://interactiveatlas.ipcc.ch/) con respecto a la climatología 1981-2010 (INECC). Estas proyecciones muestran las anomalías de las temperaturas y el porcentaje de cambio de la precipitación, con respecto a las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por sus siglas en inglés) y las Trayectorias de Concentración Representativa (RCP, por sus siglas en inglés). Algunas de las variables que actualmente están generando eventos con impacto social severo son los cambios en la temperatura y los patrones de precipitación.

En todas estas variables se esperan alteraciones significativas a corto plazo (2021 al 2040). En el caso de las alteraciones en la precipitación que se esperan en todos los escenarios modelados un descenso entre 0.2 al 1 %. En las temperaturas máximas se calculan ascensos con anomalías entre 1.0 a 1.1°C. En las temperaturas medias se calculan ascensos con anomalías entre 1.0 a 1.2°C. Finalmente, en las temperaturas mínimas se calculan ascensos con anomalías entre 0.9 a 1.1°C.

Por otra parte, según el **Plan de Desarrollo Municipal de Tuxpan, Nayarit 2021-2024,** dice que el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) ha definido proyecciones de cambio climático para el estado de Nayarit en los que se han analizado tres distintos horizontes: corto plazo (2021-2040), mediano plazo (2041-2060) y largo plazo (2081-2100) esto tomando como referencia la climatología del periodo 1981-2010. De esta forma, estos escenarios contemplan el porcentaje de cambio en la precipitación, así como, la variación de la temperatura máxima, la temperatura media y la temperatura máxima.

Tabla III.4 *Cambio de en la precipitación en porcentaje.*

Periodo	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 7	RCP 8.5
Corto	-0.2	-1.0	-0.4	-1.1
Mediano	-0.3	-1.8	-5.3	-4.3
Largo	-0.7	-6.6	-12.0	-13.4

Fuente: *INECC, 2021.*

Tabla III.5 *Anomalías en la temperatura máxima en grados Celsius.*

Periodo	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 7	RCP 8.5
Corto	1.0	1.0	1.0	1.1
Mediano	1.3	1.6	1.7	2.0
Largo	1.3	2.3	3.4	4.4

Fuente: *INECC, 2021.*

Tabla III.6 *Anomalías en la temperatura media en grados Celsius.*

Periodo	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 7	RCP 8.5
Corto	1.0	1.0	1.0	1.2
Mediano	1.3	1.6	1.8	2.1
Largo	1.3	2.4	3.6	4.6

Fuente: *INECC, 2021.*

Tabla III.7 *Anomalías en la temperatura mínima en grados Celsius.*

Periodo	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 7	RCP 8.5
Corto	0.9	1.0	1.0	1.1
Mediano	1.2	1.5	1.7	1.9
Largo	1.2	2.2	3.3	4.2

Fuente: *INECC, 2021.*

De acuerdo con el INECC (2021) en Tuxpan se podría experimentar hasta 18% menos precipitación en tanto que, para la temperatura media podría mostrar un incremento de 4.2°C, en ambos casos se consideró el escenario RCP 8.5 a largo plazo. Esta información se muestra en las siguientes ilustraciones:

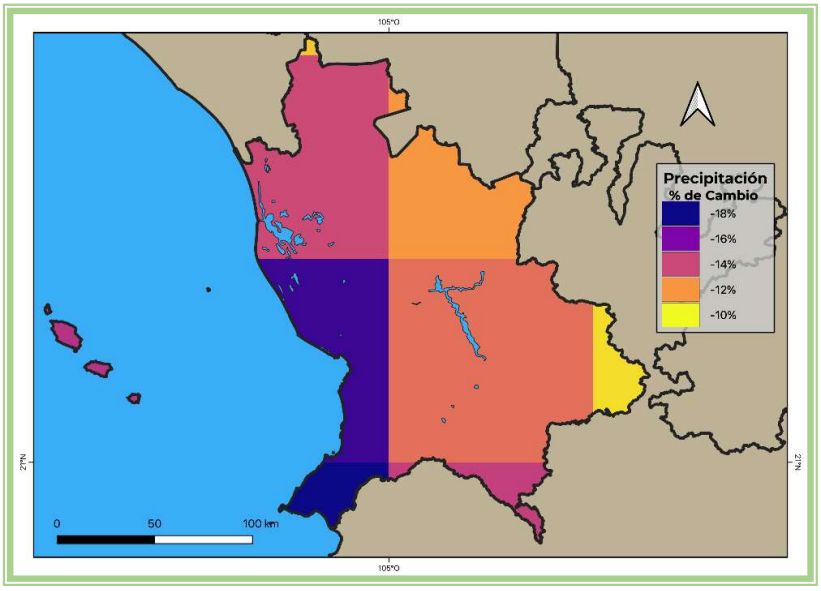


Imagen III.1 *Porcentaje de cambio en la precipitación*
Fuente: *INECC, 2021.*

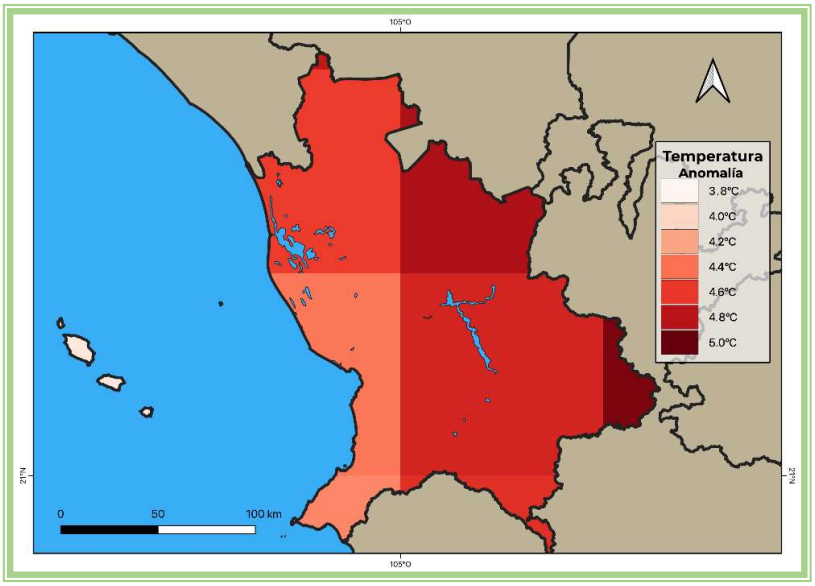
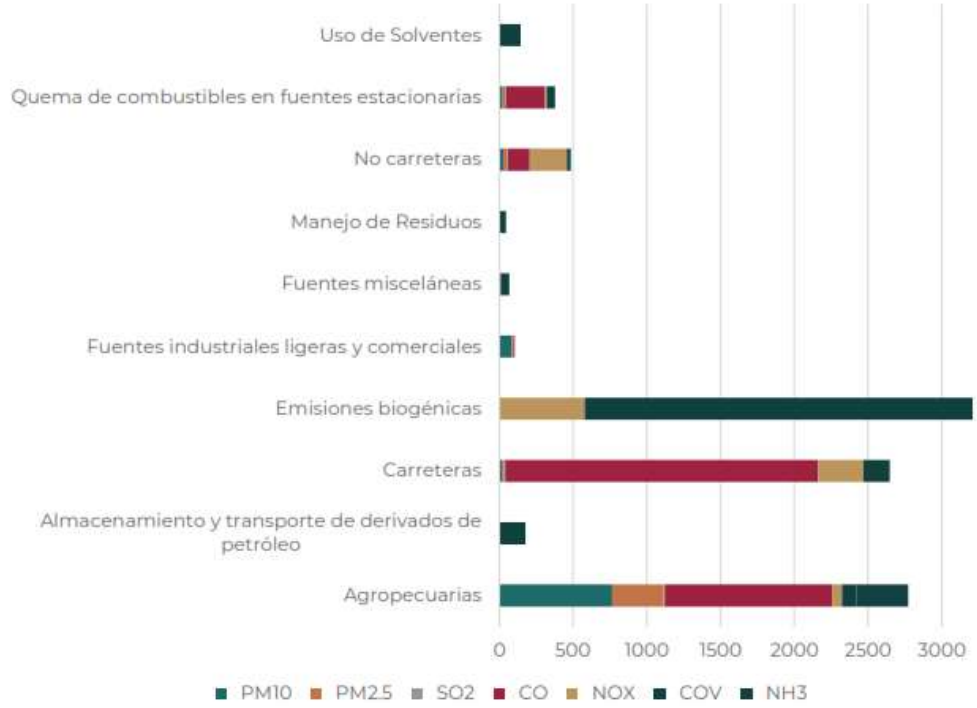


Imagen III.2 *Anomalías en la temperatura media.*
Fuente: *INECC, 2021*.

En el caso del aumento del nivel del mar, la National Aeronautics and Space Administration (NASA) (2021) a partir del Sexto Informe de Evaluación del IPCC ha proyectado que para las costas de Nayarit hacia el año 2100 y bajo el escenario RCP 8.5 podría incrementarse 0.87 metros, lo cual puede constituir una amenaza significativa para comunidades y ecosistemas cercanos, no obstante, la presencia de los manglares ayudaría a mitigar los eventuales impactos de este fenómeno, por lo que resulta vital su conservación.

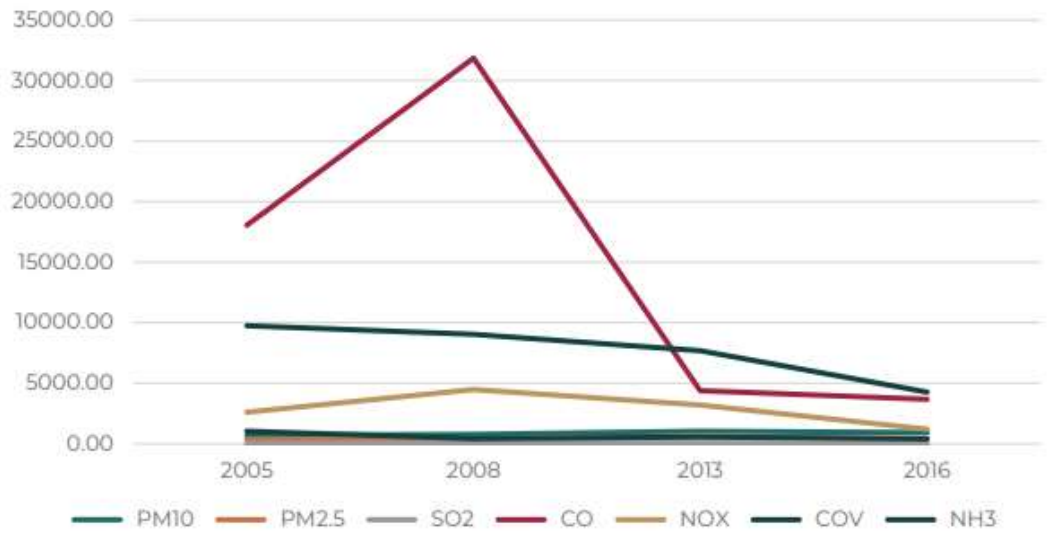
De acuerdo con el artículo 112 de la LGEEPA, es responsabilidad de los gobiernos de las entidades federativas integrar y mantener actualizado un inventario de emisiones de contaminantes criterio de su jurisdicción y considera siete compuestos: Partículas menores a 10 micras (PM10), partículas menores a 2.5 micras (PM 2.5), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoniaco (NH_3) (SEMARNAT, 2019).

En el INEM 2016, el más reciente publicado, indica que las mayores emisiones de contaminantes en el municipio corresponden al COV que sumaron 4,286 toneladas/año de las cuales, las fuentes biogénicas son las que mayor aporte tienen con más de 3,561 ton/año, seguido del CO con un total de 3,672 ton/año y su mayor aporte es de las emisiones carreteras con 2,118 ton/año. La cantidad de emisiones por fuente se detallan en la siguiente gráfica.



Gráfica III.1 *Emisiones de contaminantes criterio por categoría de emisión en toneladas por año.*
Fuente: *SEMARNAT, 2016.*

En este sentido, las ediciones anteriores que corresponden a los años 2005, 2008 y 2013 se observa una clara tendencia a la disminución en la emisión de estos contaminantes, que pasó de 32,578 ton/año (2005) a 10,966.1 ton/año (2016). Esta situación se expresa de manera más significativa en el CO que pasaron de poco más de 18,000 ton/año en 2005 a poco más de 3,600 ton/año en 2016, no obstante, se presentó un picó significativo en 2008 de 31,866 ton/año para disminuir progresivamente a los niveles antes expuestos.



Gráfica III.2 *Evolución de las emisiones de contaminantes criterio 2005-2016.*
Fuente: *SEMARNAT, 2021*

El municipio de Tuxpan, de acuerdo con el Censo de Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones territoriales de la Ciudad de México 2021 de INEGI señala la inexistencia de un Plan de Acción Climática Municipal, no obstante, el estado de Nayarit tiene el Programa Especial de Adaptación y Mitigación a los Efectos del Cambio Climático 2018-2021 publicado en el Periódico Oficial del estado el 30 de septiembre de 2019.

En este documento se identificaron a través de un análisis FODA las características generales del territorio en diversos rubros. Destacan como fortalezas el contar con una legislación sobre el cambio climático y contar con una Comisión intersecretarial, la alta disponibilidad de agua y la participación social; sobre las debilidades están la falta de coordinación entre niveles de gobierno; instrumentos de protección civil desactualizados; zonas de alto rezago, principalmente en comunidades rurales; la poca visión en el sector productivo respecto al tema. Entre las oportunidades se tienen la mejora en la atención a enfermedades, instrumentar políticas de captura de carbono, aumentar la investigación sobre los efectos del cambio climático, la diversificación de actividades productivas; en el campo de las amenazas existe la falta de interés por el tema, incremento de la vulnerabilidad frente al cambio climático, mayor incidencia de enfermedades gastrointestinales y transmitidas por vector, la reducción en la disponibilidad de agua y la baja en la productividad del sector primario.

En relación con esto, se debe tomar en consideración los niveles de vulnerabilidad del municipio de Tuxpan ante el cambio climático, por ello, se reunió información procedente del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático del INECC (2019) en la cual se consideran diferentes tipos de vulnerabilidad.

Tabla III.8 *Niveles de vulnerabilidad ante el cambio climático.*

Tipo de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad
Actividades Económicas	
Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva ante estrés hídrico.	**Bajo**
Vulnerabilidad de la producción forrajera ante estrés hídrico.	**Bajo**
Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones.	**Muy bajo**
Población	
Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.	**Bajo**
Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.	**Muy bajo**
Vulnerabilidad de la población al incremento en distribución del dengue.	**Muy bajo**
Ciclones tropicales	**Bajo**

Fuente*: INECC, 2019.*

III.2.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento

> ***Artículo 1.-*** *La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.*
>
> *Sus disposiciones son de orden público e interés social 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, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, sólidos urbanos, de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación…*
>
> *Párrafo reformado DOF 05-11-2013, 08-05-2023*

Vinculación al proyecto

El proyecto genera residuos (orgánicos, sólidos urbanos y de manejo especial), por lo que se sujeta a la Ley al requerir acciones de prevención, valorización y manejo integral para evitar impactos ambientales.

> ***Artículo 2.-*** *En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la*

emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

III. *La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;*

Vinculación al proyecto

El proyecto contempla prácticas operativas (manejo de alimentación, control de sedimentos) para reducir la generación de residuos en los estanques. Así como medidas de recolección y disposición de residuos sólidos.

IV. *Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;*

Vinculación al proyecto

El promovente es responsable del manejo integral de los residuos generados, incluyendo su tratamiento, disposición final y mitigación de impactos.

Artículo 3.- *Se consideran de utilidad pública:*

I. *Las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;*

Vinculación al proyecto

Se implementan medidas para evitar contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos orgánicos y sólidos generados en la granja, como el tratamiento de las aguas residuales y la instalación de mallas finas en las compuertas de drenaje para evitar expulsar desechos sólidos a los cuerpos de agua colindantes. El proyecto deberá apegarse a la regulación federal, estatal y municipal en materia de manejo de residuos.

Artículo 5*. Para los efectos de esta Ley se entiende por:*

XX. *Pequeño generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a 400 kg y menor a 10 ton en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida****.***

Vinculación al proyecto

En acuacultura semi-intensiva, los **residuos de manejo especial**, principalmente sacos de alimento, plásticos, envases, redes, etc.) suelen representar alrededor de 10 a 15 kg por tonelada producida, por otra parte, el proyecto podría generar de 94 a 141 toneladas por ciclo. Con base a estos datos y tomando un promedio de ambas cifras (12.5 kg/ton y 118 ton/ciclo) el proyecto podría producir un promedio de 1,475 kg por ciclo/año = 31 kg a la semana. Con respecto a los lodos de los estanques y del biodigestor, se reaprovecharán como mejorador de suelo para tierras agrícolas.

> ***Artículo 7.-*** *Son facultades de la Federación:*
>
> ***II.*** *Expedir reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas para regular el manejo integral de los residuos peligrosos, su clasificación, prevenir la contaminación de sitios o llevar a cabo su remediación cuando ello ocurra;*

Vinculación al proyecto

Dentro del polígono del proyecto, estará prohibido el manejo de residuos peligrosos, sin embargo, en caso de algún derrame accidental de aceites, combustibles u otro, estos serán manejados conforme a la normatividad federal aplicable.

> ***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 al proyecto

El presente proyecto contempla que todo residuo que se genere durante las etapas del mismo, será separado, clasificado de acuerdo a lo manifestado en el capítulo VI y será dispuesto para su manejo y disposición final al relleno sanitario autorizado por el ayuntamiento de Tuxpan.
Para el caso de los residuos reciclables, serán separados y puestos a disposición a empresas recicladoras.

> ***Artículo 19.-*** *Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:*
>
> ***III.*** *Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;*

Vinculación al proyecto

El proyecto genera residuos de manejo especial pudiendo ser elementos como sacos de alimento balanceado, sacos plásticos, restos de materiales de mantenimiento, así como lodos extraídos de estanques durante su limpieza. Estos residuos deben separarse desde su generación, almacenarse temporalmente en áreas específicas y etiquetadas, y evitar su dispersión en el entorno. Posteriormente, se recomienda su reutilización cuando sea posible (por ejemplo, sacos o plásticos), o bien su entrega a empresas autorizadas para reciclaje o disposición final al relleno sanitario más cercano al proyecto. Los lodos pueden aprovecharse como mejorador de suelos, siempre que no representen riesgo sanitario. Con estas medidas se previene la contaminación y se promueve una gestión ambientalmente adecuada dentro del proyecto.

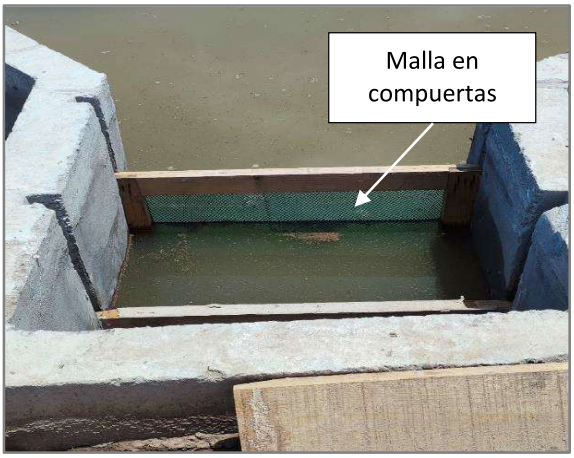
III.2.6 Ley General de Vida Silvestre

> ***Artículo 1o.*** *La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.*

En la siguiente tabla se vinculan los artículos de la presente Ley con el proyecto:

Tabla III.9 *Vinculación del proyecto con la LGVS*

Lineamiento	Vinculación
Artículo 4.- *Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.*	Durante las actividades que propone el proyecto, no se incidirá sobre la vida silvestre. Entre los trabajadores, se prohibirá la caza o colecta de cualquier individuo. Respecto a la vegetación, tampoco se realizará la remoción de vegetación herbácea, no habrá afectación a individuos propios de la especie de mangle ni a comunidades que conformaran un ecosistema forestal, ya que el lugar del proyecto ya se encuentra en operación y no se tienen planes de expansión del mismo.
Artículo 18. *Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley;*	El proyecto no realizará ningún tipo de aprovechamiento de vida silvestre, además se establecerá con los trabajadores que estará estrictamente prohibido la caza o colecta de cualquier tipo de especie.

Lineamiento	Vinculación
asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.	
Artículo 27 Bis. *No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticasivasoras.*	Al respecto, el proyecto trabajará con la especie introducida tilapia (*Oreochromis aureus*), serán extremadamente cuidadas las compuertas, colocando "malla sombra" para retener la posible salida del espécimen. 
Artículo 58. *Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:* *a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.* *b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.*	En el *Capítulo IV* se mencionan las especies en riesgo que se pueden en contrar dentro del Sistema Ambiental. Como medida de compensación se realizará una reforestación de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), en zonas cercanas al proyecto y adecuadas para su correcto desarrollo, mismas que ayudarán a la generación de hábitats para las aves, así como para su reproducción y alimentación. Cabe destacar que, los individuos de mangle fungen como barreras naturales para evitar la erosión del suelo y amortiguar los efectos devastadores de los huracanes, además de propiciar la infiltración de aguas pluviales. En ninguna de las etapas del proyecto se afectará a las especies de flora, ya que la modificación de los bordos se realizará solo dentro del polígono del proyecto previamente impactado; por otra parte, como se ha venido mencionando, las aguas residuales de los estanques serán tratadas por medio de la realización y operación de 2 estanques de oxidación y las aguas residuales del baño y cocineta serán

Lineamiento	Vinculación
c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.	conducidas hasta una PTAR de tipo biodigestor autolimpiable. Con esto se evita el daño a mangle y otras especies de flora y fauna que se encuentra fuera del Área de Estudio.
Artículo 60 TER. *Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*	Las actividades de construcción de compuertas y la modificación de bordos, así como las de operación y mantenimiento, no afectarán al manglar, ya que las actividades serán realizadas dentro del área de estudio y la totalidad de las aguas residuales serán tratadas mediante el método de oxidación y sedimentación.
Artículo 76. *La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea Parte Contratante*	Se ejecutarán diversas medidas de prevención y mitigación estipuladas en el *Capítulo VI* del presente documento, una de ellas es la conservación total de las especies de fauna que se encuentren dentro, fuera o transiten cerca del Área de Estudio.
Artículo 106. *Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.*	El promovente tiene conocimiento del presente.

III.2.7 Ley de Aguas Nacionales

Tabla III.10 *Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales*

Artículo	Vinculación
Artículo 14 Bis Los principios que sustentan la política hídrica nacional son: *VII. El Ejecutivo Federal se asegurará que las concesiones y asignaciones de agua estén fundamentadas en la disponibilidad efectiva del recurso en las regiones hidrológicas y cuencas hidrológicas que correspondan, e instrumentará mecanismos para mantener o reestablecer el equilibrio hidrológico en las cuencas hidrológicas del país y el de los ecosistemas vitales para el agua;* *IX. La conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional, por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos;* *X. La gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrológica, se sustenta en el uso múltiple y sustentable de las aguas y la interrelación que existe entre los recursos hídricos con el aire, el suelo, flora, fauna, otros recursos naturales, la biodiversidad y los ecosistemas que son vitales para el agua;* *XVI. Los usuarios del agua deben pagar por su explotación, uso o aprovechamiento bajo el principio de "usuario-pagador" de acuerdo con lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos;* *XVIII. Las personas físicas o morales que hagan un uso eficiente y limpio del agua se harán acreedores a incentivos económicos, incluyendo los de carácter fiscal, que establezcan las Leyes en la materia;*	VII. En lo que respecta al presente y en consideración con este artículo una vez obtenida la Autorización en Materia de Impacto Ambiental se procederá a realizar la solicitud para el permiso ante la CONAGUA para el aprovechamiento del recurso hídrico y la descarga de las aguas residuales. IX, X. Para el presente proyecto se realizará un aprovechamiento del recurso hídrico de manera sustentable, ya que las aguas residuales serán tratadas mediante el método de sedimentación - oxidación en una laguna dentro del mismo polígono. Además, considerando el gasto hídrico que tiene el cuerpo de agua, por la operación y su requerimiento de agua no habrá una sobre explotación del recurso aunado a que el agua ya tratada será retornada mismo sistema hidrológico. XVI. El promovente tiene conocimiento al respecto.
Artículo 21. El término de la concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales no será menor de cinco ni mayor de treinta años, de acuerdo con la prelación del uso específico del cual se trate, las prioridades de desarrollo, el beneficio social y el capital invertido o por invertir en forma comprobable en el aprovechamiento respectivo…	El promovente tiene conocimiento del presente.

Artículo	Vinculación
Artículo 29. Los concesionarios tendrán las siguientes obligaciones, en adición a las demás asentadas en el presente Título: *I – XVII…*	
Artículo 29 BIS. Además de lo previsto en el Artículo anterior, los asignatarios tendrán las siguientes obligaciones: *I-III…*	El promovente no realizará descargas directas al cuerpo de agua en cuestión.
Artículo 29 BIS 2. Se suspenderá la concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas y bienes nacionales a cargo del Ejecutivo Federal, independientemente de la aplicación de las sanciones que procedan, cuando el usufructuario del título: *I-V…*	El promovente tiene conocimiento del presente.
Artículo 29 BIS 3. La concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales sólo podrá extinguirse por: *I-IX…*	
Artículo 29 BIS 4. La concesión, asignación o permiso de descarga podrán revocarse en los siguientes casos: *I-XVIII*	
Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	No se contempla la realización de descargas directas de lodos ni de ningún tipo de residuo sólido a los cuerpos de agua cercanos.

III.2.8 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Tabla III.11 *Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*

Artículo	Vinculación
30. *Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".*	El promovente tiene conocimiento del presente.
74.- *Se entenderá por zona reglamentada, aquélla en la que el Ejecutivo Federal mediante reglamento, por causa de interés público, establece restricciones o disposiciones especiales para la explotación, uso o aprovechamiento del agua, conforme a la disponibilidad del recurso y a las características de la zona, a fin de lograr la administración racional e integral del recurso y conservar su calidad. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios Última Reforma DOF 25-08-2014 24 de 69 El reglamento se aplicará, a partir de su entrada en vigor, tanto a los aprovechamientos de aguas superficiales y del subsuelo existentes al momento de su expedición, como a los que se autoricen con posterioridad.*	El promovente estará al pendiente de dicha publicación
134.- *Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.*	El presente proyecto contempla la adecuación del proyecto, con el fin de realizar 2 estanques de oxidación; esto sin aumentar la superficie del proyecto, ya que los movimientos de tierra serán dentro del polígono actual. Por otra parte, las aguas residuales del baño y cocineta serán conducidas hasta una PTAR de tipo biodigestor autolimpiable.
148.- *Los lodos producto del tratamiento de las aguas residuales, deberán estabilizarse en los términos de las disposiciones legales y reglamentarias de la*	En el caso de las aguas residuales tratadas por los estanques de oxidación y el biodigestor, estas se mantendrán un estricto control referente a los LMP

Artículo	Vinculación
materia. Los sitios para su estabilización deberán: I. Impermeabilizarse con materiales que no permitan el paso de lixiviados, y II. Contar con drenes o con estructuras que permitan la recolección de lixiviados. Cuando los lodos una vez estabilizados y desaguados presenten concentraciones no permisibles de sustancias peligrosas, contraviniendo las normas oficiales mexicanas, deberán enviarse a sitios de confinamiento controlado aprobados por la autoridad competente, conforme a la normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos. Las aguas producto del escurrimiento y de los lixiviados deberán ser tratadas antes de descargarse a cuerpos receptores.	establecidos en la **NOM-001-SEMARNAT-2021**, así como lo mencionado en el presente artículo, cabe resaltar, que no se hará uso de agroquímicos o fertilizantes que puedan modificar las condiciones del agua, por lo que únicamente se verterá alimento de origen vegetal y animal, mismo que aquel que no sea ingerido, se biodegradará.
151.- *Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.*	Se tendrá un estricto control sobre la gestión de los RSU y de Manejo especial que se generen, como se estipula en el *Capítulo VI*. Las aguas residuales serán tratadas mediante los métodos de sedimentación – oxidación.

III.2.9 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013.

Como parte del proceso de contar con las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental, por la operación y mantenimiento de las obras, éstas serán sometidas al proceso de evaluación de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT. Esto con fundamento en el Artículo 14 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental LFRA:

Artículo 14.- *La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos:*

I. Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño…

Vinculación: La medida de compensación *Programa de Reforestación Activa*, puede llegar a reparar totalmente el impacto ambiental resultante de la construcción de las obras motivo de esta EDA.

II. Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes:

a) *Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales;*

b) *Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras ya actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y*

c) *Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental.*

En los casos referidos en la fracción II del presente artículo, se impondrá obligadamente la sanción económica sin los beneficios de reducción de los montos previstos por esta Ley. Asimismo, se iniciarán de manera oficiosa e inmediata los procedimientos de responsabilidad administrativa y penal a las personas responsables.

Las autorizaciones administrativas previstas en el inciso c) de este artículo no tendrán validez, sino hasta el momento en el que el responsable haya realizado la compensación ambiental, que deberá ser ordenada por la Secretaría mediante condicionantes en la autorización de impacto ambiental, y en su caso, de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La compensación por concepto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se llevará a cabo en términos de lo dispuesto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Los daños patrimoniales y los prejuicios sufridos podrán reclamarse de conformidad con el Código Civil Federal.

Vinculación: Se adjunta el Estudio de Daños Ambientales –Medida de Compensación al Medio Ambiente, para que la Secretaría (SEMARNAT) los evalúe y en su caso expida la autorización correspondiente posterior al daño.

Artículo 15.- *La compensación ambiental podrá ser total o parcial. En este último caso, la misma será fijada en la proporción en que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones o relación de interacción de los elementos naturales dañados.*

Vinculación: El criterio de equivalencia es tomado en cuenta estableciendo una superficie equivalente o equiparable a la de la superficie afectada; para el caso del proyecto, esta superficie es de **356,587.746 m^2 (35.66 ha)**. Por ello, la plantación tendrá la misma superficie de la superficie afectada mencionada anteriormente. La reforestación genera un beneficio directo sobre el ecosistema al restituir cobertura vegetal, hábitat y servicios ambientales como captura de carbono, retención de sedimentos y regulación hídrica.

Artículo 16.- *Para la reparación del daño y la compensación ambiental se aplicarán los niveles y las alternativas previstos en este ordenamiento y las Leyes ambientales. La falta de estas disposiciones no será impedimento ni eximirá de la obligación de restituir lo dañado a su estado base.*

Artículo 17.- *La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño.*

Dicha inversión o acciones deberán hacerse en el ecosistema o región ecológica en donde se hubiese ocasionado el daño. De resultar esto materialmente imposible la inversión o las acciones se llevarán a cabo en un lugar alternativo, vinculado ecológica y geográficamente al sitio dañado y en beneficio de la comunidad afectada. En este último caso serán aplicables los criterios sobre sitios prioritarios de reparación de daños, que en su caso expida la Secretaría en términos de lo dispuesto la Sección 5, Capítulo Tercero del presente Título.

El responsable podrá cumplir con la obligación prevista en el presente artículo, mediante la contratación de terceros.

Vinculación: Más adelante se propone una medida de compensación mediante una reforestación en la misma región ecológica donde se encuentran las obras y con la misma superficie del polígono del proyecto.

Tabla III.12 *Vinculación del proyecto con el artículo 39 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental*

Fracción	Vinculación
Artículo 39*. En la determinación de las medidas de reparación y compensación ambiental se considerará:*	
I. El criterio de equivalencia recurso-recurso o servicio-servicio;	El criterio de equivalencia es tomado en cuenta estableciendo una superficie equivalente o equiparable a la de la superficie afectada; para el caso del proyecto, esta superficie es de **356,587.746 m^2 (35.66 ha)**. Por ello, la plantación tendrá la misma superficie de la superficie afectada mencionada anteriormente. Con respecto al número de

<table>
<tr><td></td><td>individuos, se tomará en cuenta una separación de un radio de 5 metros a la redonda (78.54 m^2/árbol); el resultante son 4,540 individuos de mangle blanco (Laguncularia racemosa), huizache (Vachellia farnesiana) y guamúchil (Pithecellobium dulce). Con esto, se considera que el criterio de equivalencia sobrepasará la compensación del daño ocasionado por la construcción actual, ya que la plantación se realizará con especies de importancia para la región y el ecosistema.</td></tr>
<tr><td>II. Las acciones que proporcionen recursos naturales o Servicios Ambientales del mismo tipo, calidad y cantidad que los dañados;</td><td>Para las actividades del proyecto, no se realizará la remoción de vegetación forestal de importancia ecológica para la región, por lo que no existirá daño ambiental a ésta; sin embargo, se realizará la plantación de individuos de importancia para la región como es el mangle blanco (Laguncularia racemosa), huizache (Vachellia farnesiana), y guamúchil (Pithecellobium dulce), cuestión que se considera compensará el daño ocasionado.</td></tr>
<tr><td>III. Las mejores tecnologías disponibles;</td><td>Se aplicarán las técnicas estipuladas en el Manual comunitario de restauración de manglares, parte del plan regional para la reforestación de los manglares de Nayarit CONAFOR-REINO UNIDO y el Manual de Conservación y Restauración de Suelos de la CONAFOR, mismo que fue reeditado en el 2014.</td></tr>
<tr><td>IV. Su viabilidad y permanencia en el tiempo;</td><td>Dando importancia a la permanencia y viabilidad, la plantación se realizará en un área donde las condiciones del suelo y clima resultan ser mejores para el tipo de especie a plantar, pertenecientes a un ecosistema de importancia para el Estado de Nayarit, ésta no se verá afectada por la tala clandestina o por un cambio en las actividades de uso de suelo, ya que dicha área se encontrará colindante al predio del proyecto, en donde tendrá vigilancia y mantenimiento permanente y constante</td></tr>
<tr><td>V. El costo que implica aplicar la medida;</td><td>Los costos aproximados serán de:
<table>
<tr><th>Concepto</th><th>Cantidad</th><th>Costo ($)</th></tr>
<tr><td>Mano de obra plantación</td><td>10</td><td>20,000</td></tr>
<tr><td>Plantas</td><td>4,540</td><td>50 c/u = 227,000</td></tr>
<tr><td>Mantenimiento (años)</td><td>5</td><td>25,000</td></tr>
<tr><td>Total</td><td></td><td>272,000</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>VI. El efecto en la salud y la seguridad pública;</td><td>Los beneficios de la reforestación son el incremento de la fertilidad del suelo y la retención de la humedad; así como la estabilización de los suelos, reduciendo la erosión de los campos, de esta manera, se proporciona un microclima favorable para los microrganismos y fauna silvestre, entre otros; por lo que se concluye que las acciones</td></tr>
</table>

	presentes en este Programa generarán un efecto más que positivo en la salud y seguridad pública.
VII. *La probabilidad de éxito de cada medida;*	La probabilidad de éxito para la medida en cuestión es del 100%, ya que la plantación se realizará de acuerdo con las especificaciones antes mencionadas, se le dará mantenimiento continuo durante 5 años y en cada informe que se emita, en caso de que el porcentaje de sobrevivencia sea menor del 80%, se considerará la sustitución de ejemplares muertos.
VIII. *El grado en que cada medida servirá para prevenir daños futuros y evitar riesgos como consecuencia de su aplicación;*	En un futuro la medida de compensación servirá para prevenir el incremento de Gases de Efecto Invernadero, la afectación a la capa de ozono, así como la creación de hábitats. Debido a su localización, no podrá generar algún riesgo; por el contrario le dará nutrientes y mayor sustento al sustrato en el que se localizará.
IX. *El grado en que cada medida beneficiará al ecosistema dañado;*	Grado de beneficio: ALTO La reforestación genera un beneficio directo sobre el ecosistema al restituir cobertura vegetal, hábitat y servicios ambientales como captura de carbono, retención de sedimentos y regulación hídrica. En el caso del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el beneficio es altamente significativo, ya que restituye funciones propias del humedal costero. Tomando en cuenta que el 87% del predio se encuentra en la vegetación de selva espinosa, los árboles de huizache (*Vachellia farnesiana)* y el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), complementan la restauración en la zona, mejorando el suelo y aportando biodiversidad. El número de individuos (4,540) y la densidad propuesta permiten inferir una compensación superior al impacto generado, siempre que se garantice supervivencia y mantenimiento.
X. *El grado en que cada medida tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales de la localidad;*	El presente programa traerá beneficios tanto económicos, como sociales, ya que contribuirá en la conservación del Ecosistema, durante su mantenimiento será necesaria la contratación de personal de la región y culturalmente, creará consciencia sobre la importancia del cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.
XI. *El periodo de tiempo requerido para la recuperación de los ciclos biológicos que fueron afectados por el daño causado al ecosistema;*	De acuerdo con el estudio "Reserva de carbono en un ecosistema de manglar al norte de México: cambios ambientales durante 35 años", realizado por Claudia Maricusa, Carlos Chan-Keb, Julio Chávez, Juan Osti, Gilberto Expósito etc. En los humedales costeros, al igual que en los ecosistemas terrestres, el carbono permanece secuestrado en la biomasa de las plantas. Sin embargo, en ecosistemas acuáticos, como los manglares, el suelo es el principal almacén de carbono, ya que puede acumular hasta 4 veces más, con respecto a los ecosistemas

terrestres (Alongi, 2012, 2014). Lo anterior es debido a la alta tasa de productividad expresada en biomasa, producto de la fotosíntesis y las altas tasas de acumulación sedimentaria que caracterizan a los manglares (Giri et al., 2011).

Valores promedio (± desviación estándar) de biomasa y carbono arbóreo en bosques de mangle de las zonas sur, centro y norte estudiadas que bordean el cauce del río San Pedro Mezquital, Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Zona	Biomasa (Mg ha^{-1})	Carbono (Mg C ha^{-1})
sur	43.83 ± 21.39	19.73 ± 9.50
centro	46.60 ± 77.60	20.90 ± 34.80
norte	361.00 ± 296.00	159.90 ± 132.60

El promedio general de la reserva de carbono en el área en estudio fue de 36.22 ± 10.18 Mg C ha-1. Sin embargo, se registraron mayores cantidades en los sitios S7 y S8 (zona centro), y las menores en los S0 (zona sur) y S11 (zona norte).

La reserva de carbono orgánico en el suelo fue significativamente diferente entre zonas ($F_{2,9} = 9.26$; $p \leq 0.007$). La zona sur reportó menor secuestro, con 30.02 ± 5.24 Mg C ha-1 y la del centro la más alta (50.49 ± 1.93 Mg C ha-1). La prueba "post hoc" de Fisher mostró similitud entre la zona sur y norte, pero estas 2 fueron diferentes con el centro.

Se observó una variación heterogénea en la densidad aparente del suelo de los bosques de mangle a lo largo del cauce del río, registrándose el valor más alto en el sitio S10 (zona norte) de1.08 ± 0.18 g cm^{-3} y el más bajo en el S7 (zona centro) con 0.33 ± 0.04 g cm-3. Por el contrario, la concentración de Corg resultó mayor en el sitio S7 (zona centro) de 7.92 ± 0.87 % y menor en el S10 (zona norte) con 1.26 ± 0.72%.

Con respecto a las especies de guamúchil y huizache antes mencionadas, se tomará en cuenta el estudio "*Estimación de la captura y almacenamiento de carbono en Ecosistemas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda*", realizado por el Dr. Mario G. Manzano C. y el Ing. Juan C. Hernández R.[1], se considera que la captura de carbono por estructura de selva baja en 5 años es de 80 tC por hectárea, por lo que, haciendo una equivalencia por la superficie de plantación que se realizará de 35.66 ha, se tiene una captación de 2,852.8 tC/5 años, por lo anterior, se concluye que las acciones presentes en este programa generarán un efecto positivo en la salud y seguridad pública.

[1] http://www.katoombagroup.org/~katoomba/documents/events/event19/Captura_y_almacen_de_carbono_MManzano.pdf

XII. *El grado en que cada una de las medidas logra reparar el lugar que ha sufrido el daño ambiental, y*	La plantación, compensará los daños que fueron ocasionados por la construcción de las obras, donde además, no hubo remoción de vegetación forestal.
XIII. *La vinculación geográfica con el lugar dañado.*	La plantación se localizará colindante al proyecto.

III.3 Normas Oficiales Mexicanas

Las normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto se enuncian a continuación:

Tabla III.13 *Normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto*

Norma Oficial Mexicana	Especificaciones	Vinculación con el proyecto
NOM-001-SEMARNAT-2021	*Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.*	El proyecto contempla la realización de análisis mensuales en relación a los parámetros de calidad de agua para la protección de vida acuática dentro del estanque previo a la descarga del agua hacia el canal. Respecto a las condiciones del agua del canal, éstas no se verán modificadas, considerando que previo a drenar las aguas residuales que se generen en los estanques de crecimiento, estas serán tratadas en las dos lagunas de oxidación propuestas; además una vez al mes se realizará el análisis del agua que será muestreada en la compuerta de salida de las mismas, para comprobar su calidad y que esta no afectará las condiciones del Estero Ticha, lo anterior considerando que hay granjas vecinas que también hacen uso del recurso hídrico del mismo estero. Por la presencia de las lagunas de oxidación y su correcta operación y supervisión, se considera que el agua tratada no rebasará los límites establecidos en la presente norma.
NOM-006-CONAGUA-1997	*Que establece las especificaciones y métodos de prueba para fosas sépticas prefabricadas de uso doméstico*	Las aguas residuales generadas por el proyecto, particularmente las baño y cocineta, serán conducidas hasta una PTAR de tipo biodigestor autolimpiable.

NOM-004-SEMARNAT-2002	*Protección ambiental - Lodos y biosólidos. -Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.*	Al momento que las lagunas de oxidación seas operadas, se realizará el análisis correspondiente para verificar que sus condiciones, que éstas no sobrepasen los límites máximos permisibles que la NOM establece. Respecto de los lodos de las lagunas de oxidación cuando sea necesario realizar la disposición final se llevarán a cabo análisis CRETIB por alguna institución acreditada ante la EMA y poder llevar a cabo algún proceso de neutralización y posteriormente darle un destino final. Estos lodos se reaprovecharán como mejorador de suelo para tierras agrícolas.
NOM-022-SEMARNAT-2003	*Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar*	Según las cartas de Uso del Suelo y Vegetación (Serie VII INEGI 2018) el 13% del polígono del proyecto se encuentra sobre la vegetación secundaria arbustiva de manglar, por este motivo le es aplicable la presente norma. Cabe destacar que el predio se encuentra a 400 metros de distancia de la mancha de manglar más cercana, por ello, al construir el proyecto, no se talaron individuos de mangle. Con respecto a las actividades del proyecto, queda estrictamente prohibida la extracción, el daño, la tala o poda de cualquier especie de mangle. Además, se plantarán 35.66 ha de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.
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*	Los vehículos y maquinaria que sean utilizados en todas las etapas del proyecto, estarán bajo un esquema de mantenimiento continuo y contarán con las verificaciones vehiculares correspondientes, así como los vehículos del personal que acudan al lugar, esto con el propósito de evitar que se rebasen los parámetros establecidos en las NOM's.

NOM-045-SEMARNAT-2017	*Establece los Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición de los vehículos en circulación que usan diésel como combustible.*	Es importante resaltar que las actividades de mantenimiento de vehículos no se realizarán en las inmediaciones del proyecto, sino en lugares especializados y autorizados por el H. Ayuntamiento de Tuxpan.
NOM-059-SEMARNAT-2010	*Protección ambiental – Especies nativas de México Flora y Fauna silvestres – Categorías en riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.*	Esta norma aplica al proyecto ya que, en el sistema ambiental del mismo, se pueden encontrar especies catalogadas en alguna categoría de riesgo. El proyecto no afectará directamente a ninguna de las especies de flora y fauna acuática y terrestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo (P, A o Pr). En caso de autorizarse esta MIA, el promovente deberá cumplir con las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, mediante el seguimiento adecuado y la aplicación de un Programa de Vigilancia Ambiental. Se llevará a cabo una plantación en 35.66 ha de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA. En el *Capítulo IV*, de esta MIA, se enlista un inventario biológico actualizado, para la identificación de especies protegidas.
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.*	Toda maquinaria y vehículo que sea utilizado para las diferentes etapas del proyecto estará bajo un estricto control en su mantenimiento, esto con el propósito de evitar que se rebasen los parámetros establecidos en las NOM's. Es importante resaltar que, para las etapas de construcción del proyecto, el horario en que se laborará será diurno, por lo que la generación

NOM-081-SEMARNAT-1994	*Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.*	de ruido por parte del proyecto será controlado y emitido únicamente en ese horario, tal y como se menciona en las medidas de mitigación propuestas en el *Capítulo VI* del presente documento. Respecto a la operación del proyecto, se utilizan 2 motores diesel que impulsan los cárcamos, estos llevarán consigo un silenciador en el sistema de escape adecuado y en buen estado para la mitigación del ruido.
NOM-126-SEMARNAT-2021	*Que establece los criterios para autorizar obras o actividades en Áreas Naturales Protegidas*	Como se ha venido mencionando, el proyecto se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento del ANP RB Marismas Nacionales Nayarit. Sin embargo, la construcción de obra privada y la acuacultura son actividades permitidas, siempre y cuando cumplan con los requisitos y características ambientales que se mencionan en esta MIA-P.

Tabla III.14 *Vinculación del proyecto con especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003*

Especificaciones	Vinculación
Norma Oficial Mexicana ***NOM-022-SEMARNAT-2003*** *Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.*	Según las cartas de Uso del Suelo y Vegetación (Serie VII INEGI 2018) el 13% del polígono del proyecto se encuentra sobre la vegetación secundaria arbustiva de manglar, por este motivo le es aplicable la presente norma. Cabe destacar que los individuos de mangle más cercanos se encuentran a 400 m de distancia.
4.6 *Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.*	El proyecto incorpora infraestructura y medidas de manejo orientadas a la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, incluyendo el tratamiento de efluentes, control operativo y la reforestación de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce).*
4.8 *Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio*	El proyecto no interfiere con la integridad ecológica de los cuerpos lagunares costeros, debido a que se desarrolla en estanques terrestres con control hidráulico independiente. Asimismo, incorpora medidas de manejo y tratamiento de efluentes que evitan la descarga directa hacia los sistemas

ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. *Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.*	lagunares, contribuyendo a la conservación de su calidad ambiental.
4.16 *Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo"*	Como se mencionó en el *Capítulo II*, **punto *II.2 Naturaleza del proyecto*** …"*se encuentra a una distancia de 400 metros de los individuos más cercanos de mangle, esto según la carta de Distribución de Manglares en México, CONABIO 2015; tal y como se muestra en la siguiente figura. Con esto y con fotografías satelitales de distintas fechas, podemos constatar que no se realizó una afectación directa a individuos de mangle"...*
4.17 *La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.*	Los materiales para la construcción se obtendrán mediante empresas certificadas y autorizados por las autoridades competentes. Con respecto a la tierra necesaria para la construcción de los estanques, esta se tomará de las reservas de tierra que se generaron a partir de la excavación de los bordos existentes.
4.18 *Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.*	Todas las actividades que contempla el proyecto serán realizadas dentro de su polígono, con excepción de la plantación que se pretende realizar como medida de compensación. Por otra parte, cabe destacar que los individuos de mangle más cercanos al proyecto se encuentran a una superficie de 400 metros.
4.20 *Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.*	El presente proyecto contempla que todo residuo que se genere durante las etapas del mismo, será separado y clasificado de acuerdo a lo manifestado en el *Capítulo VI*, será dispuesto para su manejo y disposición final al sitio autorizado por el ayuntamiento de Tuxpan. Para el caso de los residuos reciclables, serán separados y puestos a disposición a empresas recicladoras.

4.43 *La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."*	Para cumplir con lo establecido en el presente numeral se propone una medida de compensación enfocada en aumentar la superficie de vegetación nativa. Siendo ésta una plantación de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce),* en un área de **35.66 ha**, el área de la plantación será colindante al proyecto, donde existe menor densidad de plantas o claros de vegetación. Ver medida de compensación en *Capítulo VI.*

ÍNDICE

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA.....3
IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental (SA) en el que se inscribe el proyecto 3
IV.2 Delimitación del Área de Influencia..... 8
IV.3 Aspectos abióticos 18
IV.3.1 Clima 18
IV.3.2 Fenómenos climatológicos 19
IV.3.3 Fenómenos geológicos 24
IV.3.4 Geología..... 28
IV.3.5 Fisiografía..... 29
IV.3.6 Edafología 31
IV.3.7 Hidrología superficial..... 32
IV.3.8 Hidrología subterránea..... 36
IV.4 Aspectos bióticos..... 39
IV.4.1 Vegetación 39
IV.4.2 Fauna 47
IV.4.3 Paisaje..... 51
IV.5 Medio Socioeconómico 52
IV.5.1 Demografía 52
IV.5.2 Población económicamente activa..... 54
IV.5.3 Medios de comunicación..... 55
IV.5.4 Actividades económicas 55
IV.5.5 Actividades agrícolas 55
IV.5.6 Actividades ganaderas..... 55
IV.5.7 Actividad pesquera 55
IV.5.8 Actividades industriales y comerciales..... 55
IV.5.9 Servicios y manufactura..... 56
IV.5.10 Actividades turísticas..... 56
IV.5.11 Servicios públicos..... 57
IV.5.12 Vivienda 58
IV.5.13 Centros educativos 58
IV.5.14 Centros de Salud..... 59
IV.5.15 Zonas de Recreo 60
IV.6 Diagnóstico ambiental 60
IV.6.1 Ubicación y contexto regional 60
IV.6.2 Condiciones naturales del Área de Estudio 61

IV.6.3 Caracterización del medio biótico 61
IV.6.4 Caracterización del medio socioeconómico 62
IV.6.5 Diagnóstico ambiental por componente ambiental 62
IV.7 Conclusión 65

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

Inventario Ambiental

En este capítulo se mencionará la caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo en forma íntegra los componentes del Sistema Ambiental del sitio donde se establece el proyecto, esto con el objeto de hacer una correcta identificación de las condiciones ambientales en que se encuentra, así como el deterioro de los recursos naturales y las tendencias de desarrollo en la zona, asimismo establecer la línea base y los antecedentes del ecosistema.

IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental (SA) en el que se inscribe el proyecto

Entiéndase por Sistema Ambiental al conjunto ordenado de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que se interrelacionan e interactúan entre sí y hacen posible la existencia y desarrollo de los seres vivos en un espacio y tiempo determinados, que incluye el Área de Estudio y el Área de Influencia del mismo, pudiendo conformarse por uno o varios ecosistemas o partes de éstos.

Para identificar el Sistema Ambiental, se consideró su delimitación con base en la ubicación y amplitud de los componentes ambientales, tomando en cuenta que los límites fueron establecidos por la continuidad de los ecosistemas con los que el proyecto motivo de esta MIA-P tendrá alguna interacción. Asimismo, se valoraron las dimensiones del área, la distribución de las obras y actividades a desarrollar, los sitios previstos para la disposición de desechos; así como los factores sociales (poblados cercanos), rasgos de riesgo, y características topográficas, geológicas, hidrográficas, meteorológicas, tipos de vegetación e infraestructura urbana y rural, como vías de comunicación y parcelas, entre otros.

De acuerdo a lo anterior, la delimitación del Sistema Ambiental se generó a partir de visitas de campo al Área de Estudio y sus áreas colindantes, basados en una revisión documental de revistas científicas, tesis, programas y planes gubernamentales, entre otros; de igual manera en análisis espaciales basados en cartas temáticas y mapas generados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en su plataforma digital conocida como Mapa Digital de México V6; la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en su plataforma SNIBMX (Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México); la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en su plataforma digital: SIGEIA (Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en su plataforma digital: Atlas de Nacional de Riesgos, y por último, una da las plataformas más usadas de imágenes satelitales

conocida como Google Earth. Dicho lo anterior, con la información de las visitas de campo y con la ayuda de las plataformas digitales mencionadas anteriormente, se consideraron los siguientes aspectos para la determinación del polígono del Sistema Ambiental (S.A.):

El Sistema Ambiental del proyecto parte desde el estero Pimientillo, ubicado al noreste del proyecto; ya que, de dicho estero se forma el estero Ticha, del cual el proyecto extrae agua por medio de canales. A continuación, el polígono del S.A., sigue al sur por la rivera del estero Ticha, continuando por el perímetro de la vegetación de tipo: vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia (VSa/SBK), hasta rodear la vegetación secundaria arbustiva de manglar VSa/VM que se encuentra al oeste del Área de Estudio, continuando por esta vegetación con rumbo al norte, abarcando otras granjas acuícolas similares, siguiendo a una terracería y encontrándose de nuevo con el estero Pimientillo. Cabe destacar que, tanto los esteros, como las terracerías, fungen como barreras físicas a la flora y fauna, e incluso, a la expansión urbana. En la siguiente figura, se observa gráficamente la delimitación que se menciona anteriormente, así como los elementos que se tomaron en cuenta para la realización del polígono del Sistema Ambiental del proyecto. El S.A. cuenta con una superficie de 2,434.97 hectáreas.

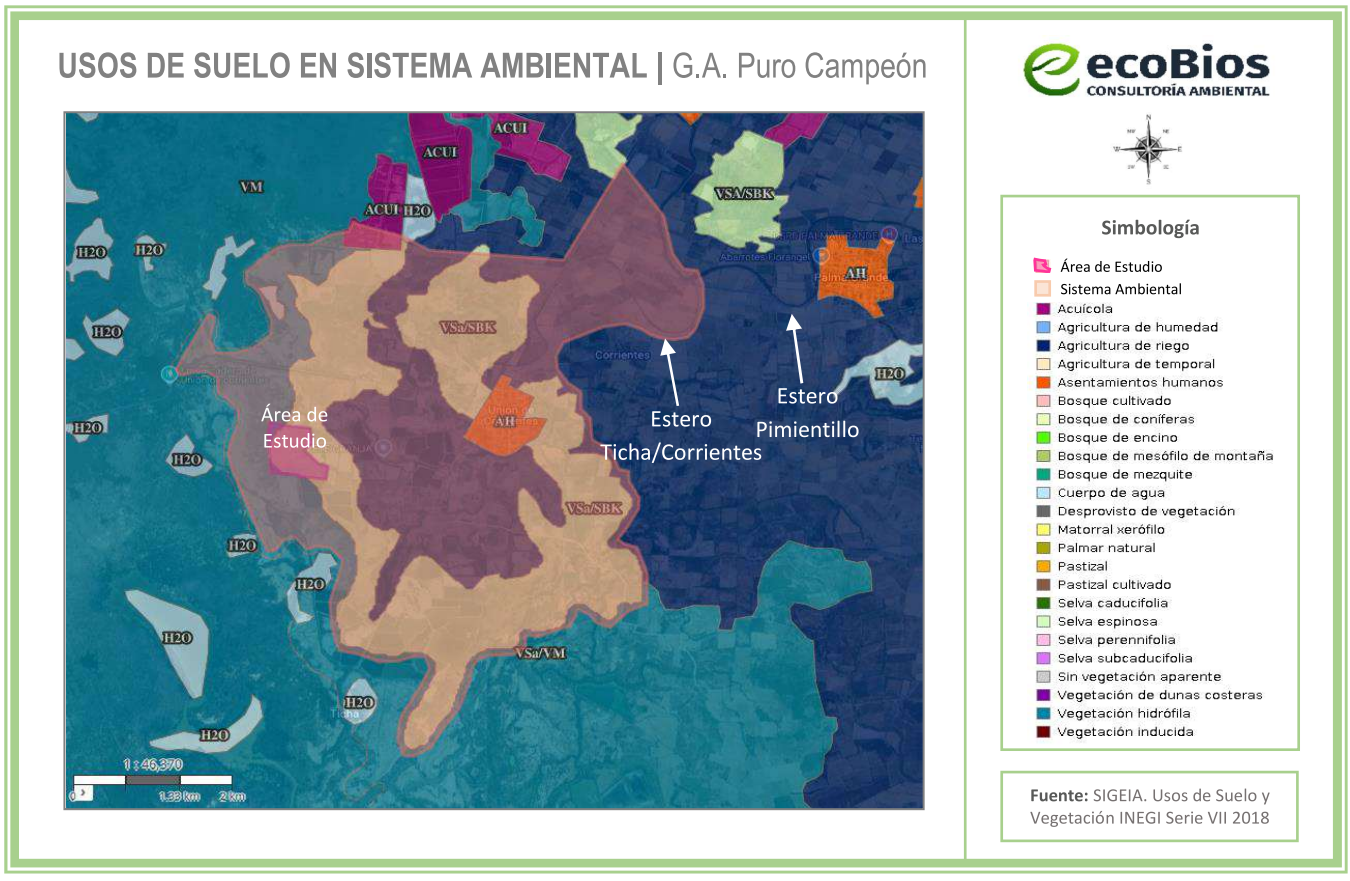


Figura IV.1 *Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto*

El Sistema Ambiental asignado al proyecto, se compone de 4 usos de suelo y 2 tipos de vegetación diferentes, según la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII 2018 del INEGI. (ver ***Tabla IV.1***). En la siguiente tabla, se presentan las superficies y el porcentaje que cubre cada uso de suelo y tipo de vegetación con respecto al Sistema Ambiental:

Tabla IV.1 *Superficies y porcentajes de usos de suelo y vegetación respecto al Sistema Ambiental*

Tipo	Uso de suelo y vegetación	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje (%)
Usos de suelo	Asentamientos humanos	55.73	2.29
	Acuícola	17.21	0.71
	Agricultura de riego anual	938.03	38.52
	Cuerpo de agua	6.93	0.28
Vegetación	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	1,038.82	42.66
	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	378.25	15.53
	Total	**2,434.97**	**100.00**

A continuación, se describen los ecosistemas y los usos de suelo existentes dentro del Sistema Ambiental, según la *"Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación"* del INEGI; por otra parte, cabe destacar que, el Área de Estudio abarca 2 tipos de vegetación: el 13% de vegetación secundaria arbustiva de manglar y el resto (87%) es vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia. (Ver ***Figura IV.2***).

- **Asentamiento Humano (AH)**

  El establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que la integran. Comúnmente se le conoce como zona urbana y se caracteriza por ser localidades que cuentan con los servicios básicos para ser habitadas, en este caso, la localidad de Unión de Corrientes es considerada por el INEGI como Asentamiento humano.

- **Acuícola (ACUI)**

  Acuicultura: la información que se presenta en este tema se refiere a la actividad que se dedica a la acuicultura, entendida esta como el cultivo de animales y plantas en el agua. En esta actividad se incluyen peces, reptiles, anfibios, crustáceos, moluscos, plantas y algas, su utilización puede ser para alimento, o bien, para otras actividades que realice el hombre (recreación, estudio u obtención de productos) o para su conservación y protección.

Piscifactorías: instalaciones para la producción de crías o de engorda de peces en estanques, jaulas o en canales de corriente rápida.

Granjas acuícolas: instalaciones dedicadas a la producción de crustáceos, como el camarón.

- **Agricultura de riego anual (RA)**
  Agrícola: Son áreas de producción de cultivos, obtenidos para su utilización por el ser humano ya sea como alimentos, forrajes, ornamental o industrial.

  Riego: cuando el suministro de agua utilizada para su desarrollo es obtenido por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, etcétera.

  Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

- **Cuerpos de agua (H_2O)**
  Según la carta de cuerpos de agua del SIGEIA, se refiere a esteros, canales, zonas sujetas a inundación, corrientes y cuerpos de agua intermitentes y permanentes.

- **Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia (VSa/SBK)**

  Vegetación secundaria: cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea.

  Selva baja espinosa caducifolia: Se distribuye en las partes bajas de la Llanura Costera del Pacífico (Sonora y Sinaloa), en algunas porciones costeras de Jalisco y Colima, en el norte de Yucatán y en la Llanura Costera del Golfo Norte (Tamaulipas), en el estado de Puebla y Oaxaca, las partes bajas de la cuenca del río Balsas y del Istmo de Tehuantepec.

  Se desarrolla en climas similares a los de la Selva Baja Caducifolia o ligeramente más secos, pero en climas más húmedos que los matorrales xerófilos, con marcadas características de aridez, con precipitaciones comunes del orden de 900 mm o ligeramente menores, aunque el rango va de 350 a 1 200mm y temperaturas medias anuales entre 20 y 27°C. Los climas en los que se presenta son Cálidos subhúmedos muy secos y Secos semicálidos. Se puede desarrollar sobre terrenos planos o muy ligeramente ondulados desde cerca del nivel del mar hasta los 1 000msnm. El material geológico que da soporte a esta selva puede estar constituido por calizas, margas o lutitas y material metamórfico. Los suelos en donde por lo regular crece, son más o menos arcillosos, con abundante materia orgánica y drenaje deficiente. Es una comunidad de porte bajo, dominada por

árboles espinosos. La mayoría de las especies de esta selva están desnudas durante periodos prolongados en la temporada seca; sólo *Ebenopsis ébano*, una de las especies dominantes, queda sin hojas durante un lapso muy corto. Los componentes de estas selvas miden de 8 a 10m de alto y sólo eventualmente llegan a alcanzar 12m. Muchas de las especies más abundantes son leguminosas con ramas espinosas. Aparte del estrato arbóreo, se encuentra un estrato arbustivo de 2 a 4 m de alto, bien desarrollado, pero falta casi completamente el estrato herbáceo.

Entre los elementos más importante están: *Acacia cornigera, Opuntia sp., Stenocereus sp., Crescentia cujete (*jícara*), Randia aculeata. (*cruceto*), Vachellia farnesiana* (huizache), *Phyllostylon brasiliense (cerón), Cercidium sp. (*palo verde*), Ebanopsis ebano (*ébano*), Haematoxylon brasiletto (*Brasil, palo de Brasil*), Caesalpinia sp. (*cascalote, iguanero*), Pithecellobium dulce (*chukum, guamúchil*), Ziziphus (*amole, limoncillo*), Prosopis sp. (*mezquite*), Prosopis juliflora, Crescentia alata (*cuautecomate*), Acacia pringlei, Sideroxylo palmeri, Bursera simaruba, Esenbeckia berlandieri, Ficus sp., Achatocarpus nigricans, Sideroxylon verruculosum, Cephalocereus palmeri, Colubrina elliptica, Croton glabellus, Karwinskia humboldtiana, Morisonia americana, Mosiera ehrenbergii, Trichilia havanensis, Yucca treculeana, Zanthoxylum fagara, Bromelia pinguin, Parkinsonia praecox (*palo mantecoso*), Bursera odorata, B. submoniliformis, B. morelen- sis, B. linaoe, Cyrtocarpa procera (*chupandia*) Amphipterygium adstringens, Ceiba parvifolia, Senna bicapsularis, Pseudosmodingium andrieuxii, Gyrocarpus jatrophifolius y Parkinsonia florida.*

- **Vegetación secundaria arbustiva de manglar: VSa/VM**

Vegetación secundaria: cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea.

Manglar: Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.

Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles

pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 metros. En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

Como se mencionó anteriormente, el Área de Estudio abarca 2 tipos de vegetación: el 13% de vegetación secundaria arbustiva de manglar y el resto (87%) es vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, tal cual se muestra en la siguiente figura:

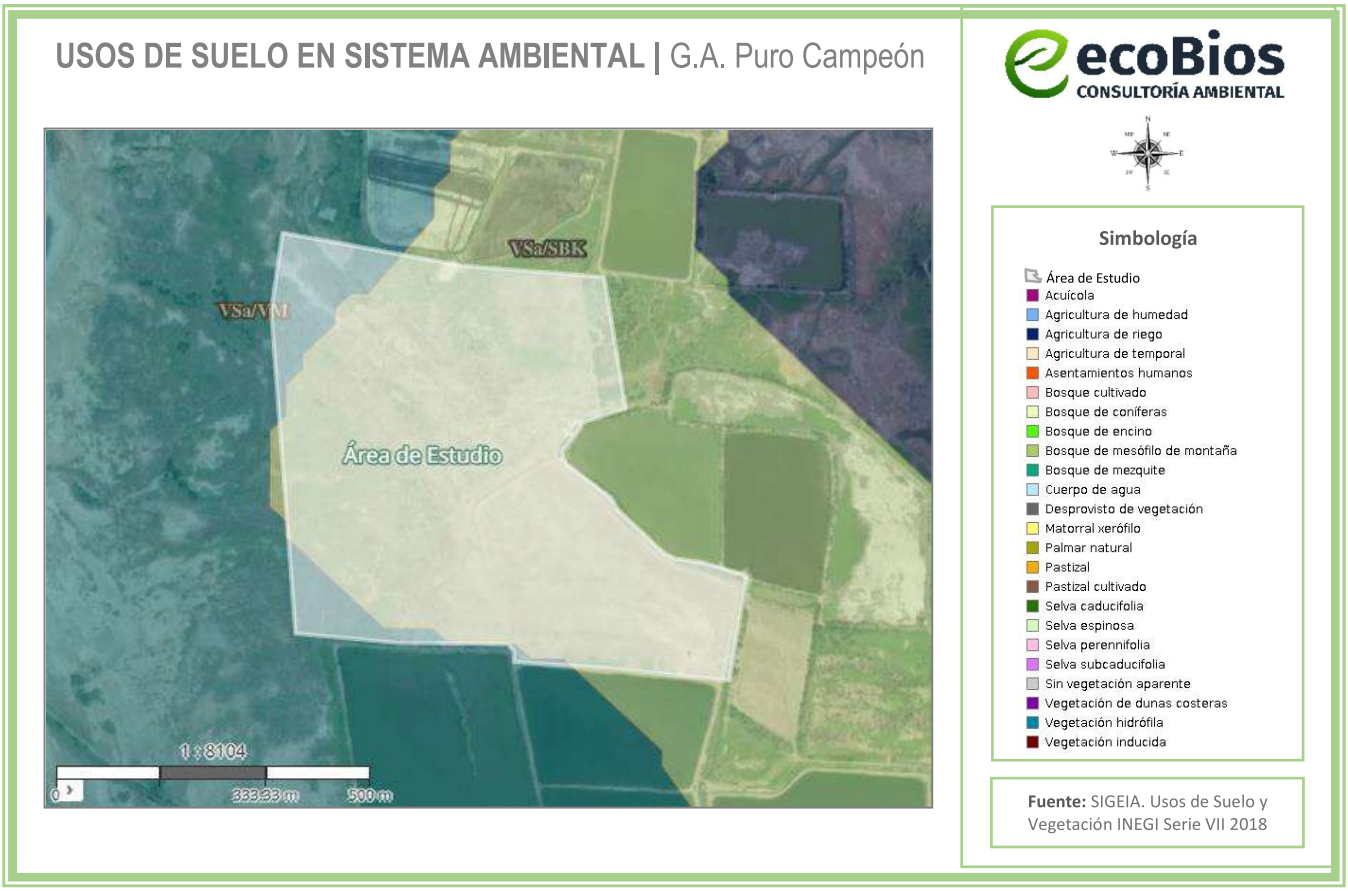


Figura IV.2 *Carta de Usos de Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII 2018.*

IV.2 Delimitación del Área de Influencia

El **Área de Influencia** (**AI**) se delimitó considerando los impactos negativos que las actividades realizadas en el Área de Estudio puedan ocasionar sobre el medio ambiente, esto conlleva a evaluar la interacción del medio ambiente con dichas obras y actividades, y viceversa, considerando las características de estas, descritas previamente en el ***Capítulo II*** de esta MIA-P.

Algunas de las características principales del proyecto motivo de esta MIA-P, para la realización de este análisis son:

- El proyecto consiste en la continuación de la operación y mantenimiento de una granja acuícola de cultivo semi-intensivo de tilapia (*Oreochromis aureus*), así como en la modificación de algunos de sus estanques existentes para la realización de 2 estanques de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales y la construcción de nuevas compuertas.

- Las aguas residuales que genera el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis aureus*), serán conducidas a los estanques de oxidación y sedimentación, para su tratamiento.

- Los lodos generados se reutilizarán como mejorador de tierras agrícolas y/o trasladados al sitio donde lo indique el H. Ayuntamiento de Tuxpan.

- El proyecto abarca un polígono con una superficie de 356,587.746 m^2.

- El Área de Estudio abarca 2 tipos de vegetación: el 13% de vegetación secundaria arbustiva de manglar y el resto (87%) es vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia.

- El promovente del presente proyecto, también es el promovente del proyecto "Granja Acuícola Costa Pacífica" (Acta de Inspección No. IIA/2022/014), el cual se encuentra colindante al presente proyecto; ahí se encontrará el sanitario y la bodega principal del presente proyecto.

- Se instalará 1 PTAR formada por un biodigestor autolimpiable, una fosa séptica y un registro de lodos, esto para el tratamiento de las aguas residuales que se generan en el sanitario y la cocineta.

- La dotación de agua potable la realizará el promovente por medio del traslado de contenedores especiales y se almacenará en tambos de 200 litros ubicados en el sanitario y la cocineta.

- El proyecto cuenta con un canal en el perímetro del proyecto, el cual se conecta con el estero Ticha/Corrientes para drenar y/o abastecer al proyecto de agua.

- Se llevarán a cabo metodologías para la separación, almacenamiento, reutilización y disposición de los RSU (Residuos sólidos urbanos) mencionadas en el *Capítulo VI*.

- El proyecto cuenta con 2 cárcamos para el bombeo de agua hacia los estanques de crecimiento, formados por una tubería de propulsión mecánica y un motor de 6 cilindros, diésel de 90 hp. Las sustancias peligrosas como el combustible (diésel) y lubricantes para su mantenimiento serán resguardados en la bodega principal.

- Se llevará a cabo un programa para el manejo de residuos de manejo especial y un programa de residuos y sustancias peligrosas.

- Se implementarán tecnologías, equipos, sistemas de ahorro, capacitaciones, entre otros métodos para minimizar el impacto ambiental que producirán las actividades de cada etapa del proyecto.

- El área del proyecto se encuentra dentro del área de la **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales SASRNRPHM(I)PT(II)** del Área Natural Protegida "Marismas Nacionales", dentro de esta subzona se permite la actividad de acuacultura. También se encuentra dentro de las siguientes áreas de importancia ambiental:

    - Áreas de Importancia de conservación de aves: **Marismas Nacionales**

    - Región Hidrológica Prioritaria: **Río Baluarte - Marismas Nacionales**

    - Región Terrestre Prioritaria: **Marismas Nacionales**

    - Región Marina Prioritaria: **21. Marismas Nacionales**

- Como medida de compensación de esta MIA-P, se llevará a cabo una plantación en una superficie total de 35.66 hectáreas con individuos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*)

- No habrá afectación a especies de flora y fauna consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación, en la ***Tabla IV.2***, se realiza la evaluación de los principales impactos por componente ambiental que pudiera generar el proyecto, esto sin las medidas de mitigación y prevención que se presentan en esta MIA-P; así como las distancias y superficies promedio que dichos impactos pudieran abarcar, esto con el fin de realizar la delimitación del polígono del Área de Influencia del proyecto y minimizar dichos parámetros mediante la aplicación de medidas de mitigación y prevención ideales al proyecto, que en los siguientes capítulos serán descritas.

Tabla IV.2 *Descripción de los principales impactos por componente ambiental que pudiera presentarse en el Área de Influencia del proyecto sin las medidas de prevención, compensación y mitigación que se presentan en esta MIA-P.*

Impactos	Descripción y superficie de influencia donde se podrán resentir
SUELO	
Contaminación del suelo por derrame o descarga de residuos líquidos sin previo tratamiento	**No instalar la PTAR biodigestor:** Las aguas residuales serían descargadas al subsuelo sin un tratamiento previo, contaminándolo: 20 m a la redonda/ profundidad. **No instalar los estanques de oxidación:** Las aguas residuales de los estanques de crecimiento serían descargadas al estero Ticha sin un tratamiento previo, contaminando el agua y suelo: 1,000 m de distancia entre canales.
Contaminación del suelo por mala disposición de residuos sólidos	**Infiltración de lixiviados**: La posible infiltración al suelo es de 10 m a la redonda/profundidad. **Generación de RSU:** Se considera un desplazamiento de RSU máximo de 80 m por los arrastres del viento hacia el exterior del predio.
Contaminación del suelo por derrame de sustancias tóxicas domésticas	**Utilización de sustancias peligrosas:** Para la operación y mantenimiento serán necesarias sustancias como diésel, aceite y grasa automotriz, para la utilización de los motores que impulsan los cárcamos de bombeo. Sin las medidas de prevención adecuadas, estos pueden llegar a derramarse al suelo: 5 m a la redonda/profundidad.
MANTOS FREATICOS (AGUA)	
Consumo excesivo de agua	**Disminución del nivel del agua del estero que provee el agua para el llenado de los estanques**: El proyecto no podría disminuir el nivel del agua del estero Ticha, por medio del consumo de agua excesivo, ya que la dinámica hidrológica de dicho estero, está regulada principalmente por el régimen de mareas, los aportes fluviales y el intercambio continuo de agua con el medio marino, lo que genera una renovación constante del recurso hídrico y una estabilidad natural en los niveles del agua.
Contaminación al agua por derrame o descarga de residuos líquidos	**No construir los estanques de oxidación:** Las aguas residuales sin tratamiento serían descargadas al estero Ticha, sin un tratamiento previo contaminando una gran parte de este: 1000 m de distancia entre canales. **No instalar la PTAR biodigestor:** Las aguas residuales serían descargadas al subsuelo sin un tratamiento previo, contaminando los

	cuerpos de agua cercanos: 20 m a la redonda/ profundidad.
Contaminación del agua por mala disposición de residuos sólidos	**Infiltración de lixiviados**: Los RSU generan lixiviados, los cuales pudieran derramarse al subsuelo y contaminar los mantos freáticos: 10 m a la redonda/profundidad. **Generación de RSU:** Se considera un desplazamiento de RSU máximo de 100 m por los arrastres del viento hacia el exterior del predio, por lo que pudieran llegar a contaminar el mar.
Contaminación del agua por derrame de sustancias peligrosas	**Utilización de sustancias peligrosas:** Para la operación y mantenimiento serán necesarias sustancias como diésel, aceite y grasa automotriz, para la utilización de los motores que impulsan los cárcamos de bombeo. Sin las medidas de prevención adecuadas, estos pueden llegar a derramarse al suelo: 5 m a la redonda/profundidad. En caso de hacer contacto con un cuerpo de agua, estos pudieran contaminar hasta 1,000 m de distancia por medio de los canales hasta su disipación, dependiendo la cantidad derramada.
ATMÓSFERA	
Contaminación del aire por la generación excesiva de gases de efecto invernadero	**Utilización de motores de combustión interna**: Se contempla el uso de vehículos para la operación, maquinaria para la construcción de nuevos bordos y la utilización de 2 motores para el funcionamiento de los cárcamos; los cuales emitirán GEI. En caso de que algún motor de combustión interna emita estos gases más de lo normal, por alguna falla en su sistema, estos pudieran avanzar hasta 200 m a la redonda antes de dispersarse. **Quema de RSU:** La quema de RSU o cualquier tipo de residuo, genera GEI y humo, que contamina y afecta a todos los componentes ambientales: 200 m a la redonda antes de dispersarse. **Generación de contaminantes:** Los RSU, las sustancias peligrosas y las aguas residuales del proyecto, también generan GEI, al evaporarse y/o descomponerse.
Contaminación del aire por la generación de polvos.	**Generación de polvos:** El proyecto contempla la construcción de nuevos bordos dentro del Área de Estudio, por lo que será necesario el movimiento de materiales que generan polvos, sin embargo, por las características de las actividades y las características de la zona , este impacto no llega a ser perjudicial para ningún componente

	ambiental o individuo.
FLORA Y FAUNA	
Afectación directa a la flora y fauna	Muerte, extracción o daño físico a algún individuo de flora o fauna por parte de los usuarios.
Contaminación lumínica	El proyecto no contempla la instalación ni operación de sistemas de iluminación exterior permanente asociados a las áreas operativas de la granja acuícola, tales como estanques, bordos, caminos internos o áreas de manejo, por lo que no se prevé la generación de contaminación lumínica susceptible de alterar las condiciones naturales del entorno.
Contaminación auditiva	Ahuyentamiento o afectación a especies de fauna susceptible a los sonidos altos.
Contaminación al agua/suelo	Afectación a la flora y fauna por derrame o descarga de residuos peligrosos y/o tóxicos.
Contaminación por mala disposición de RSU	Afectación a la fauna por ingerir, atorarse o enredarse con mobiliario, con algún residuo sólido urbano (RSU) así como por la contaminación del agua y suelo.
Superficie del Área de Influencia	**El Área de Influencia es de 149 hectáreas**, y varía desde los 20 m hasta los 1,000 m de distancia. (Ver ***Figura IV.3***)

Cabe destacar que, la distancia que se toma en cuenta para este estudio está basada en el momento en que el contaminante aún no se dispersa en el ambiente. Ya que, cuando este se dispersa, no se tomaría en cuenta como contaminación indirecta al Área de Influencia.

Para la comprensión de la siguiente figura, se tomaron en cuenta los contaminantes que pueden alcanzar una mayor distancia previo a dispersarse, como lo son: los gases, el polvo y la posible contaminación del agua de los canales (en caso de no llevar a cabo el tratamiento de aguas residuales de los estanques), este último factor podría contaminar el agua de los canales por una distancia aproximada de hasta 1000 m. Por otra parte, otro factor importante a considerar es la dirección del viento, ya que este factor podría desplazar a contaminantes como los gases y polvos con facilidad. La dirección de los vientos dominantes es del noroeste al sureste. En la siguiente figura se observa el Área de Influencia del proyecto:

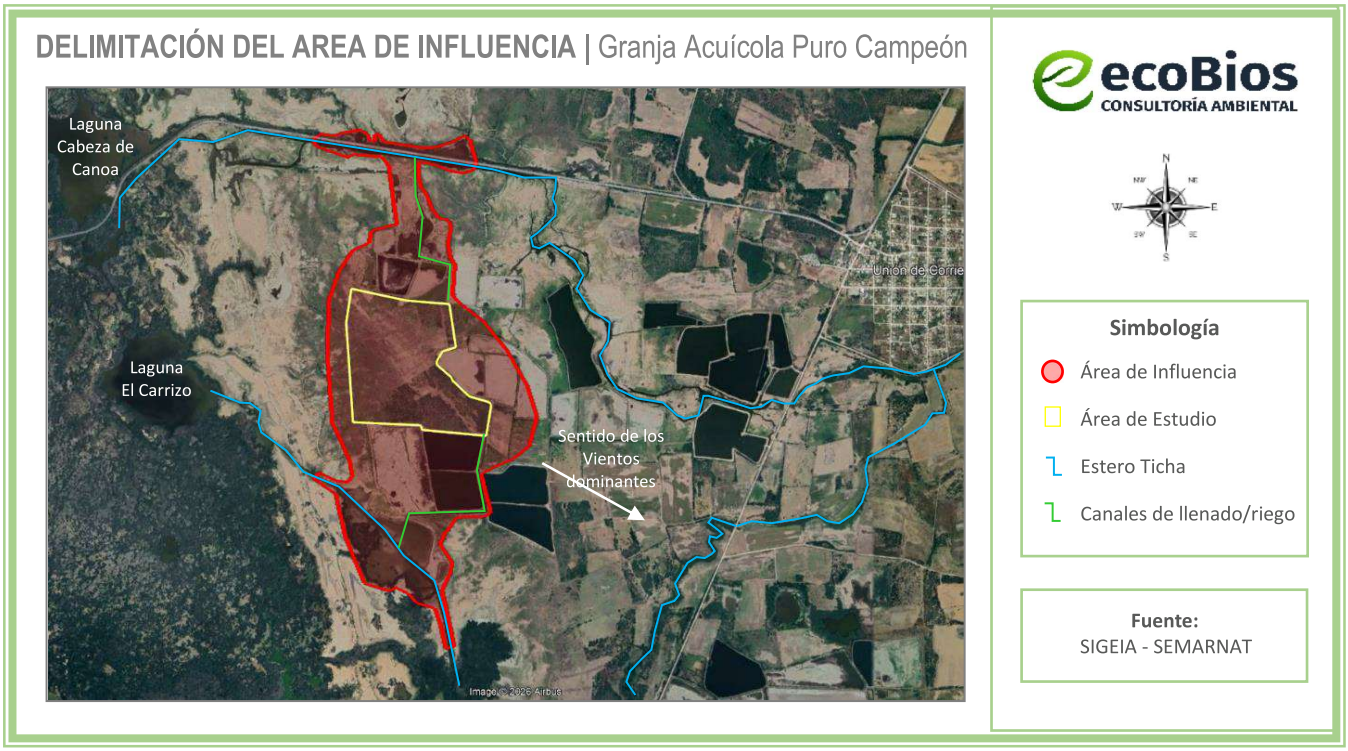


Figura IV.3 *Imagen satelital del Área de Influencia y algunas características del entorno que le rodean*

A continuación, en la siguiente tabla, se presentan fotografías del Área de Influencia:

Tabla IV.3 *Fotografías del Área de Influencia y el entorno que lo rodea. Febrero 2026*



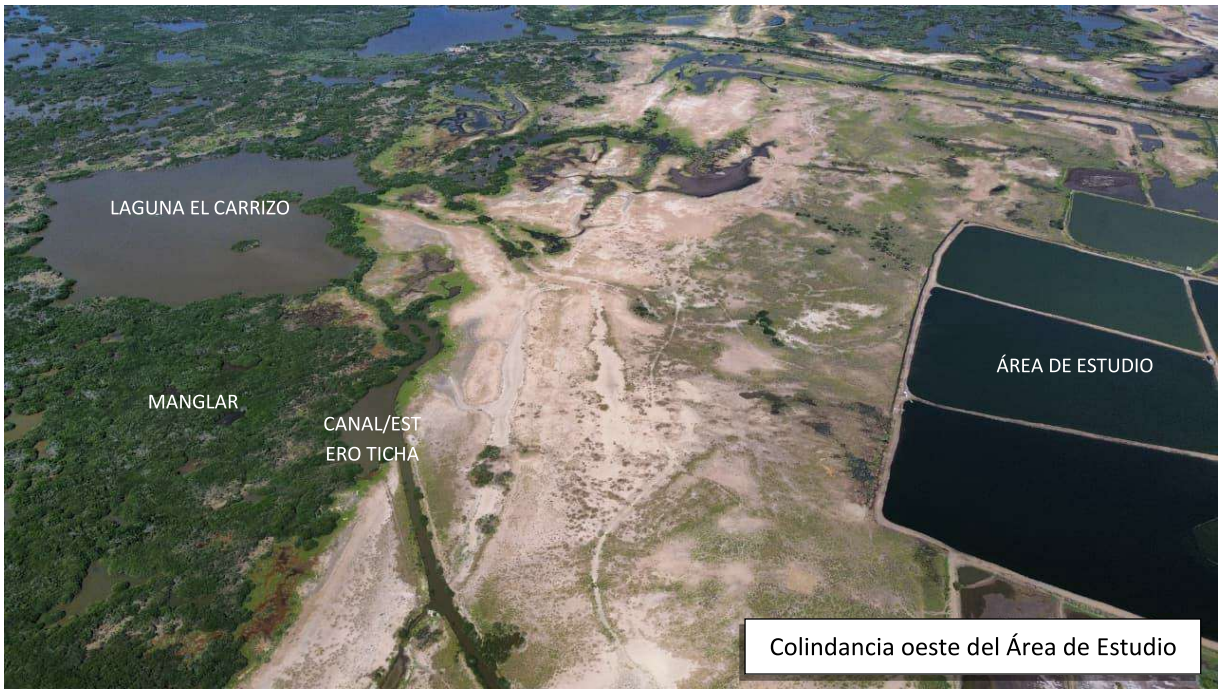


Fotografía aérea



Vista al norte del Área de Estudio





Colindancia oeste del Área de Estudio



Vista al sur del Área de Estudio



Vista al sur – Panorámica de colindancias del proyecto

IV.3 Aspectos abióticos

En los siguientes puntos se describen los aspectos abióticos que existen en el Área de Estudio, con datos tomados de plataformas digitales como el SIGEIA, el Mapa Digital de México V6.1, el Atlas de Riesgos y Peligros Naturales; así como información del Plan De Desarrollo Municipal De Tuxpan, Nayarit; 2021 – 2024.

IV.3.1 Clima

De acuerdo a las cartas de Unidades Climáticas del INEGI, el clima que se encuentra en el Área de Estudio, corresponde al tipo Aw2 cálido subhúmedo con lluvias de verano, tal como se muestra en la (Ver ***Figura IV.4***)

Este tipo de clima es el más húmedo de los subhúmedos con un cociente P/T mayor de 55.3, la precipitación del mes más seco se encuentra entre 0 y 60 mm; con un porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. La temperatura media anual mayor es de 28°C y la temperatura del mes más frío es mayor a los 18°C.

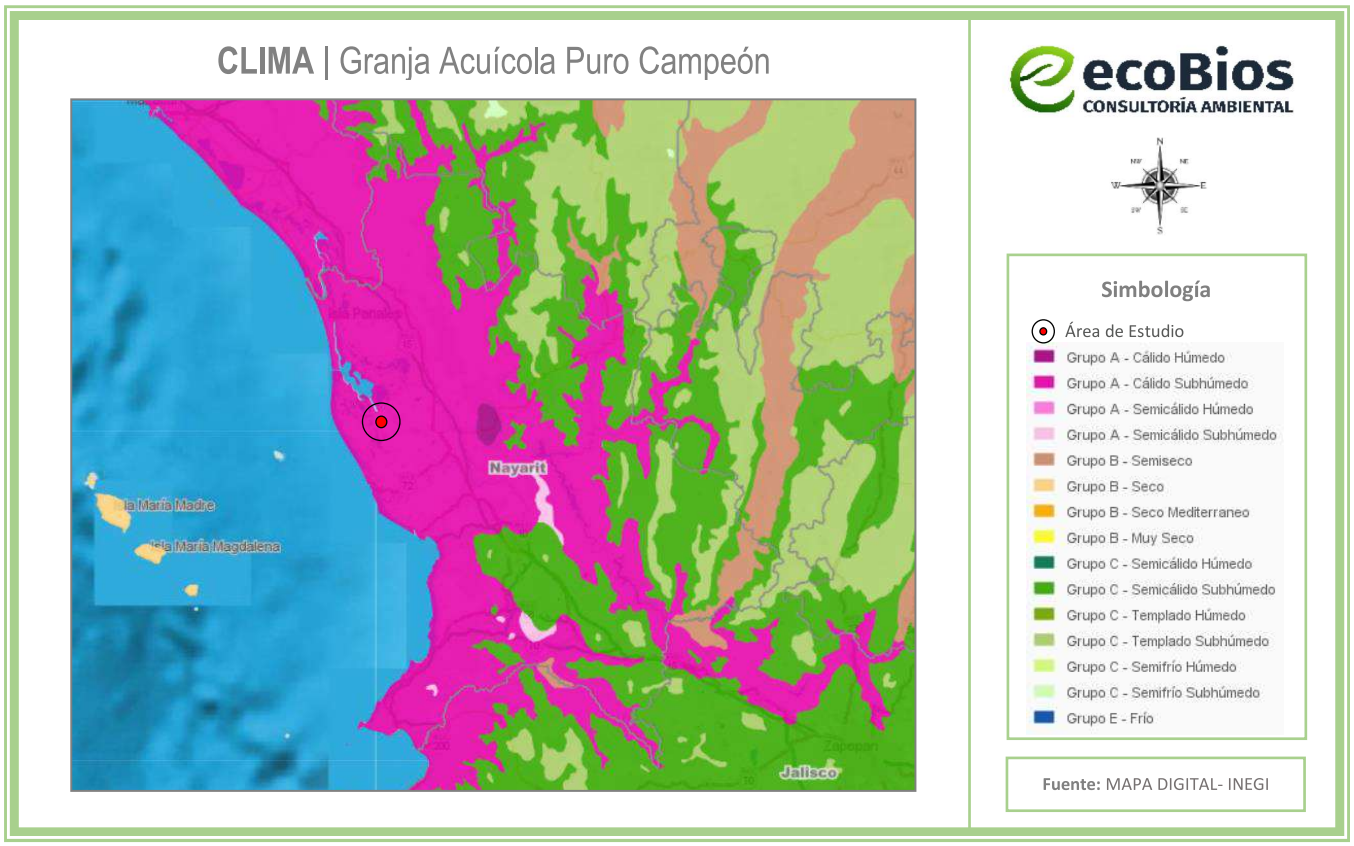


Figura IV.4 *Tipo de clima en el Área de Estudio*

Temperatura media anual

Tomando como referencia la información del INEGI, presenta que la Temperatura media anual del área de influencia se encuentra en un rango de 26 a 28°C. La temperatura mínima promedio es de 22.6°C en los meses de enero y febrero y la máxima en julio de 28.7°C, por lo que la oscilación térmica favorece una estabilidad térmica.

Precipitación media anual

- Estación lluviosa: La temporada de lluvias en Tuxpan se extiende principalmente de junio a octubre, con julio y agosto siendo los meses más lluviosos. Durante estos meses, el municipio puede recibir precipitaciones que van de 1,000 a 1,500 mm anuales, lo que favorece las actividades agrícolas y la vegetación.

- Estación seca: De noviembre a mayo, el clima es más seco, con poca precipitación, lo que genera una disminución en la disponibilidad de agua superficial en la región.

Humedad relativa

Tuxpan presenta una alta humedad relativa durante la temporada de lluvias, lo cual es característico de los climas tropicales. Esto puede ocasionar una sensación térmica mayor debido a la humedad en el ambiente

IV.3.2 Fenómenos climatológicos

De acuerdo al diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México del Atlas Nacional de Riesgo de la República Mexicana, editado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). La Zona se encuentra en un Alto grado de riesgo por presencia de ciclones y en un grado de peligro Medio por presencia de ciclones a nivel municipal.

Los huracanes que afectan las costas de Nayarit se generan en el Océano Pacífico, en la región del Golfo de Tehuantepec, cerca de los 15° N iniciando su viaje hacia el Oeste o Noroeste y muy rara vez rebasan los 30° N, debido a la corriente fría de California. La mayoría de los huracanes que han azotado la zona han sido de categoría 1 y 2 en la escala Saffir-Simpson, o sea, aquellos con vientos máximos entre 120 y 150 km/h y sólo "Rosa" en octubre de 1994 fue categoría 3, con vientos de 180 km/h. Los meses de mayor peligro por azote de CT para la zona son septiembre y octubre y sobre todo este último. El huracán Kenna el 25 de octubre del 2002 impactó sobre las costas, con resultados desastrosos, obstante que se ubicó en categoría II de la escala de Simpson. El oleaje fue el más perjudicial, debido a la altura de las olas y el incremento del nivel del mar. Kenna supero en intensidad al huracán "Isidore", de septiembre de 2002, al golpear sobre tierra como categoría IV en la escala de Saffir-Simpson, convirtiéndose en el segundo más poderoso sobre México, en el período de 1980 a

2002, sólo superado por "Gilbert" de septiembre de 1988, él cuál alcanzó vientos máximos sostenidos de 270 km/h durante su impacto en Quintana Roo.

Se tomarán en cuenta los siguientes puntos para que el proyecto cuente con estrategias necesarias para minimizar el daño que pueda causar algún fenómeno climatológico; así como también, se llevarán a cabo medidas de precaución, seguridad y evacuación, y siguiendo las recomendaciones que las autoridades indiquen en caso de algún evento y/o emergencia.

IV.3.2.1 Riesgo por ciclones tropicales

En registros históricos del Pacífico, "Kenna" es el tercer más potente en golpear a México, después del Gran Huracán de Manzanillo de octubre de 1959, que alcanzó la categoría V con vientos de 260 km/h y del Huracán "Madeline" de octubre de 1976 que impacto en tierra en Michoacán como categoría IV con vientos de 232 km/h. En el Sistema Ambiental, el índice de vulnerabilidad de inundaciones es medio. En cuanto a los vientos dominantes son del Sur, Este y Noroeste de mayo a octubre y de noviembre a abril son vientos del Noroeste, Noreste y Sur. En tercer término, hay ráfagas durante todo el año del oriente, de intensidad aún menor. La velocidad promedio durante casi todo el año es de 6 m/s.

En el municipio de Tuxpan, el riesgo por ciclones tropicales se clasifica como: **Medio**, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos. (Ver ***Figura IV.5***).



Figura IV.5 *Mapa de riesgo de ciclones tropicales en el municipio de Tuxpan*

IV.3.2.2 Riesgo por sequías

En el municipio de Tuxpan, el riesgo por sequías se clasifica como: **Muy Bajo**, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos. Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente. (Ver ***Figura IV.6***).



Figura IV.6 *Mapa de riesgo de sequía en el municipio de Tuxpan*

IV.3.2.3 Riesgo por inundaciones

Las precipitaciones pluviales en la región provocan la crecida del caudal en el Río San Pedro, por lo que es probable que durante la época de lluvias y huracanes se alerte a la población del municipio por riesgo de inundación.

En octubre del 2018 debido a el huracán Willa la población de Tuxpan quedó casi totalmente inundada y con afectación en 90 por ciento sus viviendas. En el 2022, el río San Pedro inundó la cabecera del Municipio, según reporte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual registró en la estación Ruiz una escala de 9.16 metros equivalentes a cinco mil 400 metros cúbicos por segundo, casi siete veces por encima de su gasto de Alerta de apenas 800 metros cúbicos por segundo.

En el municipio de Tuxpan, el riesgo por inundaciones se clasifica como: **Muy Alto**, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos. (Ver ***Figura IV.7***).



Figura IV.7 *Mapa de riesgo de inundaciones en el municipio de Tuxpan*

IV.3.2.4 Riesgo por tormentas eléctricas

Según el CENAPRED, las tormentas eléctricas son tormentas con descargas violentas de electricidad atmosférica, que se manifiestan con rayos o chispas, emiten un resplandor breve o relámpago (luz) y un trueno (sonido). Ocurren entre mayo y octubre, pueden durar hasta dos horas, acompañan a una tormenta severa con lluvias intensas, vientos fuertes, probabilidad de granizo, rayos, inundaciones repentinas e incluso tornados. México ocupa el primer lugar en el mundo con 223 muertes anuales ocasionadas por rayos, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud.

En el municipio de Tuxpan, el riesgo por tormentas eléctricas se clasifica como: **Bajo**, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos. (Ver ***Figura IV.8***)



Figura IV.8 *Mapa de riesgo por tormentas eléctricas en el municipio de Tuxpan*

IV.3.2.5 Riesgo por ondas cálidas

Con base en el histórico de las temperaturas máximas y mínimas, se establece que las ondas de calor en el municipio se han intensificado y se han vuelto más constantes; a pesar de que fueron esporádicas antes de 1996. Cabe mencionar que tanto los eventos de sequía como los años con mayores ondas de calor coinciden con los años con presencia del fenómeno conocido como El Niño – Oscilación del Sur.



Figura IV.9 *Mapa de riesgo por ondas cálidas en el municipio de Tuxpan*

En el municipio de Tuxpan, el riesgo por ondas cálidas se clasifica como: **Bajo**, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos. (Ver ***Figura IV.9***).

IV.3.3 Fenómenos geológicos

En los siguientes puntos, se señalan los fenómenos geológicos que pueden incidir en el proyecto; así como el nivel de peligro, exposición y/o vulnerabilidad que representa cada uno de estos fenómenos para el municipio de Tuxpan, indicados por el Atlas de Riesgos y Peligros Naturales del Municipio de Tuxpan, Nayarit 2020.

Se tomarán en cuenta los siguientes puntos para que el proyecto cuente con estrategias necesarias para minimizar el daño que pueda causar algún fenómeno geológico; así como también, se llevarán a cabo medidas de precaución, seguridad y evacuación, y siguiendo las recomendaciones que las autoridades indiquen en caso de algún evento y/o emergencia.

IV.3.3.1 Riesgo por sismos

Tuxpan se encuentra en las zonas C de la regionalización sísmica de la CFE de 2015, debido a que se encuentra cerca de la confluencia de las placas de Cocos y Rivera. De acuerdo con el catálogo de sismos del Servicio Geológico Nacional (2023), entre los años 2000 y 2023 se han registrado un total de 89 movimientos telúricos, la mayor proporción de ellos con epicentro hasta 20 km del municipio se observan en la zona de las Islas Marías y cuyas magnitudes han oscilado entre 3.4 y 4.8, únicamente en dos ocasiones han sobrepasado los 5 grados. En cuanto al nivel de peligro esta se encuentra en nivel alto para el caso de la cabecera municipal, Guadalupe Victoria, Jalcocotán, Aticama, Aután, El Llano, La pequeña, La Palma, Santa Cruz de Miramar, entre otras, por el nivel de aceleración del terreno por un periodo de retorno de 500 años.

La región de riesgo está comprendida por la zona norte de Chiapas, Oaxaca, el sur de Veracruz, Puebla, Michoacán, Estado de México, la Ciudad de México, Morelos, el centro de Jalisco y Nayarit, la costa de Sonora, además de la mayoría de Baja California Norte y Baja California Sur.

En el municipio de Tuxpan, el riesgo por sismos se clasifica como: **Alto**, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos. (Ver ***Figura IV.10***).



Figura IV.10 *Mapa de riesgo por sismos en el municipio de Tuxpan*

IV.3.3.2 Riesgo por tsunami

En el municipio de Tuxpan el tipo de tsunami se clasifica como Local, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos. (Ver ***Figura IV.11***).



Figura IV.11 *Mapa de riesgo por tsunami en el municipio de Tuxpan*

Los tsunamis se clasifican en el lugar de arribo a la costa, según la distancia (o el tiempo de desplazamiento) desde su lugar de origen, en:

Tsunamis locales. El lugar de arribo a la costa está muy cercano o dentro de la zona de generación (delimitada por el área de dislocación del fondo marino) del maremoto; por tiempo de desplazamiento: a menos de una hora. Ejemplo: el generado por un sismo en la Fosa Mesoamericana frente a Michoacán el 19 de septiembre de 1985, que tardó sólo 30 segundos para llegar a Lázaro Cárdenas, y 23 minutos a Acapulco.

Tsunamis regionales. El litoral invadido está a no más de 1,000 km o a pocas horas de viaje de la zona de generación. Ejemplo: el provocado por un sismo en las costas de Colombia el 12 de diciembre de 1979, que tardó 4 horas para llegar a Acapulco.

Tsunamis lejanos (remotos, transpacíficos o teletsunamis). El sitio de arribo está muy alejado, en el Océano Pacífico, a más de 1,000 km de distancia de la zona de generación, a aproximadamente medio día o más de viaje. Ejemplos: el ocurrido tras un sismo en Chile el 22 de mayo de 1960; tardó unas 13 horas en llegar a Ensenada (México), y el maremoto generado en Japón el 16 de mayo de 1968; demoró 14 horas en arribar a Manzanillo (México).

Nótese que, al considerar la operación de un sistema de alerta de tsunamis, las diferencias que establece esta clasificación son muy importantes: en el primer caso (locales), después del sismo, para avisar a la población de la llegada del maremoto no hay tiempo o son pocos minutos; en el segundo (regionales) hay pocas horas, y en el tercero (lejanos) se dispone de aproximadamente medio día o un poco más.

Para las costas del Pacífico de México, específicamente en los Estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, los tsunamis locales son un riesgo mayor.

IV.3.3.3 Riesgo por susceptibilidad de laderas

En el municipio de Tuxpan, el riesgo por susceptibilidad de laderas se clasifica como: **Muy bajo**, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos. (Ver ***Figura IV.12***).

Este fenómeno se concentra en las zonas montañosas del municipio, especialmente en el cetro-sur, donde las comunidades de Mecatán, Jalcocotán, La Chiltera y Navarrete se encuentran en nivel de peligro alto, esta información se muestra en la siguiente figura.



Figura IV.12 *Mapa de riesgo por susceptibilidad de laderas en el municipio de Tuxpan*

IV.3.3.4 Riesgo por volcanes

En el municipio de Bahía de Banderas, el riesgo por erupción volcánica se clasifica como: **Muy bajo**, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos. (Ver ***Figura IV.13***).



Figura IV.13 *Mapa de riesgo por volcanes en el municipio de Tuxpan*

Derivado del análisis, se concluye que no existen volcanes que, por su proximidad al municipio, representen un peligro asociado a flujos piroclásticos, flujos de lava, avalanchas de ladera volcánica o lahares.

IV.3.4 Geología

Principalmente se describen las Rocas que se encuentran en el Área de Estudio, que nos indican el origen del suelo y las particularidades que proveen de información para el análisis del presente documento.

De acuerdo con la división de las provincias geológicas (López Ramos, 1983) y de las provincias fisiográficas de la Dirección General de Geografía (INEGI), que coinciden en gran parte, el estado de Nayarit está comprendido en cuatro de ellas: Sierra Madre Occidental, Llanura Costera de Pacífico, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. La mayoría de las rocas son ígneas (extrusivas e intrusivas) del Terciario. Les siguen, en cuanto a superficie, los depósitos aluviales, palustres y litorales de edad cuaternaria; en menor cantidad están los depósitos sedimentarios clásticos del Terciario y Cuaternario y volcanoclásticos de diferentes edades; y aún más escasos son los afloramientos de rocas sedimentarias marinas del Mesozoico (Cretácico). Se tienen reportes de rocas metamórficas del Paleozoico (esquistos y mármoles), en las poblaciones Higuera Blanca y Amatlán de Cañas; sin embargo, no se cuenta con dataciones precisas.

En la siguiente figura se observa la geología existente en el Área de Estudio y es de tipo **Palustre.** Según la Guía para la Interpretación de Cartografía publicada por el INEGI, el suelo **Palustre** es un tipo de sedimento característico de los humedales (como pantanos, marismas y ciénagas), que se forma en ambientes transicionales de baja energía y alta humedad. Estos suelos se distinguen por su alto contenido de materia orgánica, como turba y restos vegetales, y se forman bajo condiciones anóxicas (sin oxígeno), lo que promueve la descomposición bacteriana y la acumulación de lodos, limos y gases.

En México, este tipo de suelo se aprecia en los Pantanos de Centla en Tabasco y Campeche, la Ría Lagartos en Yucatán, Cuatrociénegas en Coahuila, las Marismas Nacionales en Nayarit y Sinaloa, o los humedales del lago de Pátzcuaro en Michoacán.

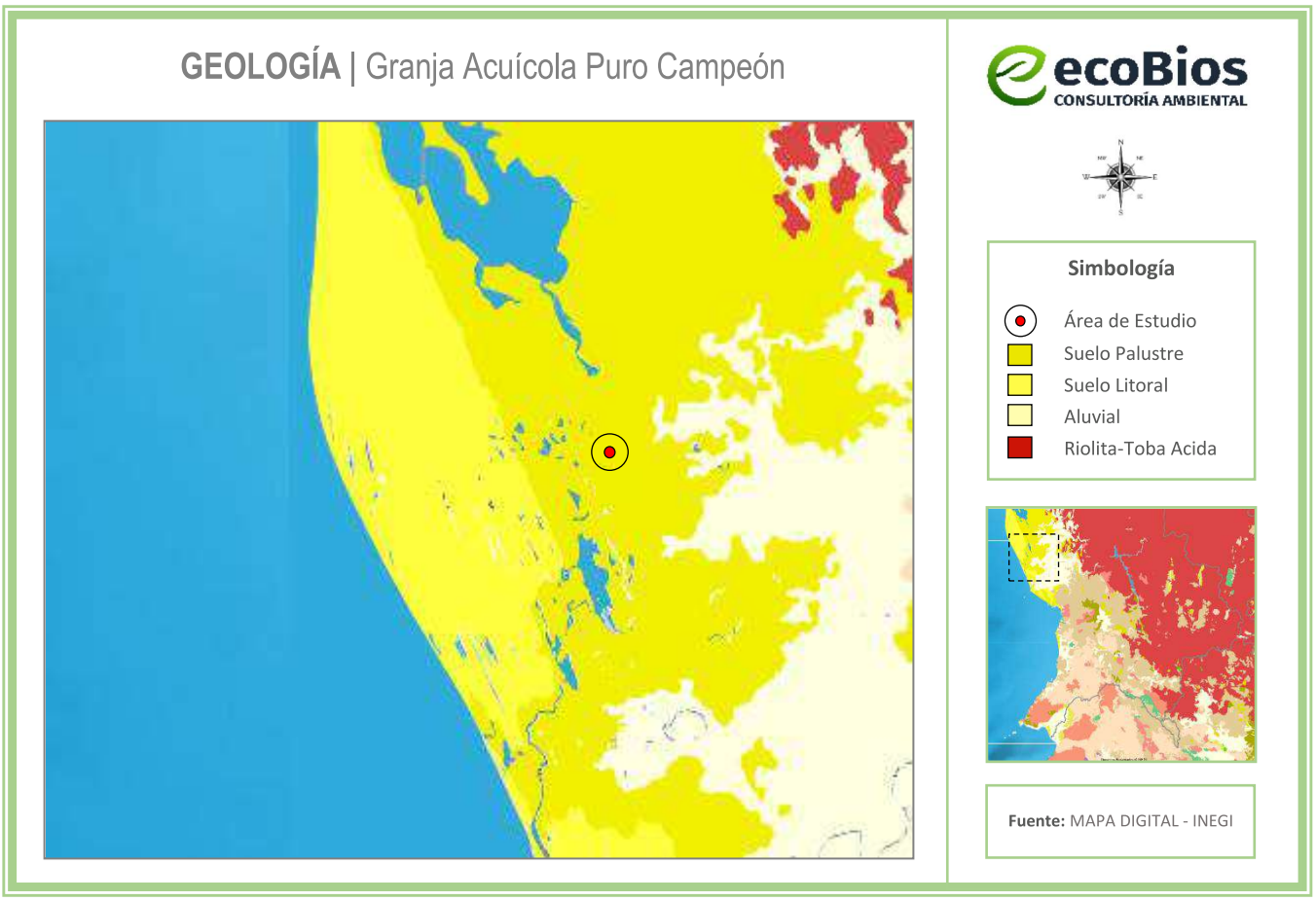


Figura IV.14 *Geología del Área de Estudio*

IV.3.5 Fisiografía

El territorio estatal comprende parte de cuatro provincias fisiográficas: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico, Llanura Costera del Pacífico y Sierra Madre del Sur. El proyecto se localiza en la Provincia fisiográfica conocida como **Llanura Costera del Pacífico**; en la Subprovincia **Delta del Río Grande de Santiago**, como que observa en la ***Figura IV.15***, cuya descripción se presenta a continuación:

Llanura Costera del Pacífico. Se encuentra en México. Esta región se extiende a lo largo de la costa del Pacífico desde Alaska hasta México. La cordillera de las llanuras se extiende desde la frontera mexicana con los Estados Unidos hasta Cabo Corrientes, aproximadamente la mitad de la costa occidental de México, e incluye.

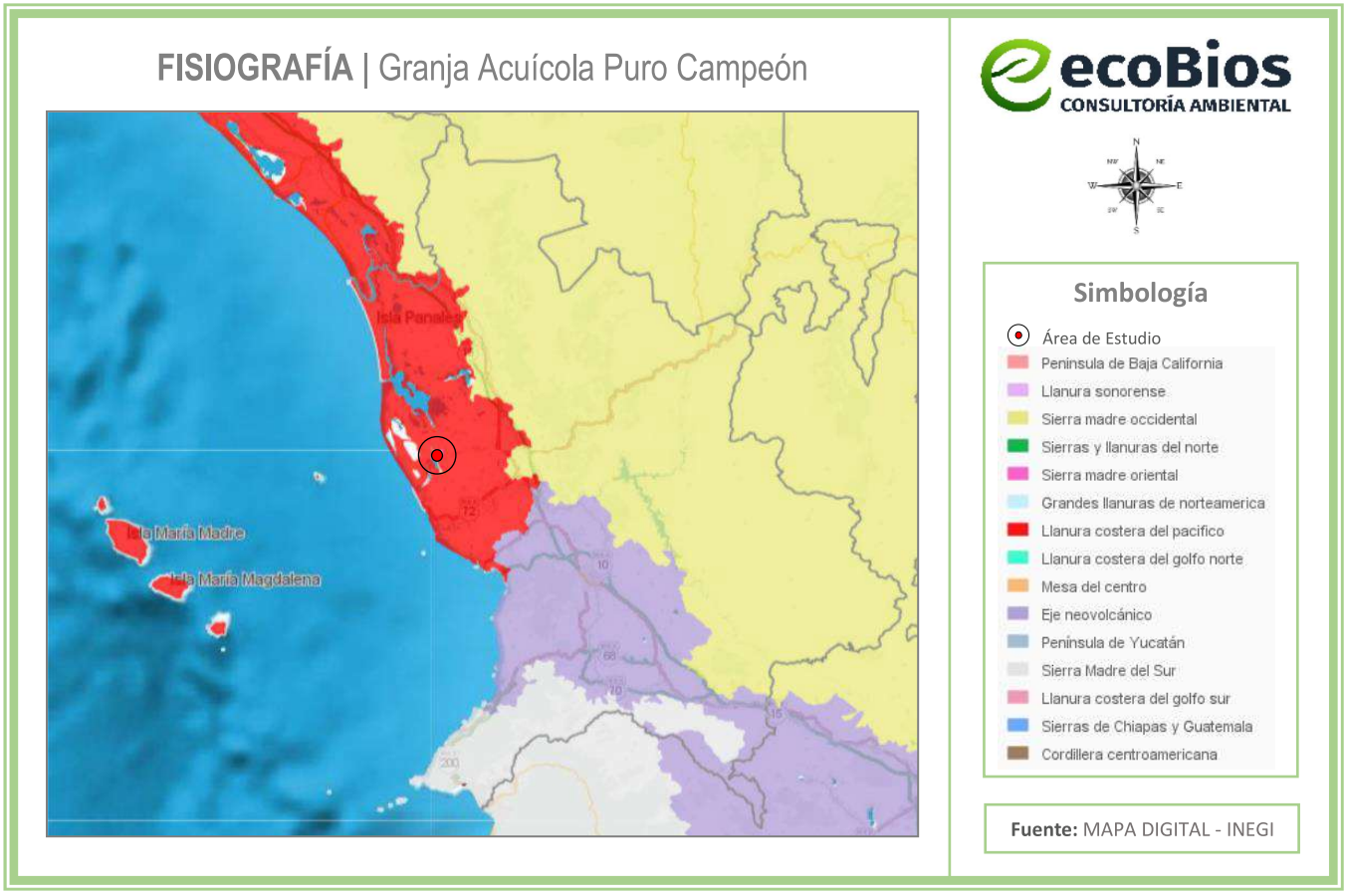


Figura IV.15 *Fisiografía del Área de Estudio*

Una característica física de esta región es que tiene montañas que bordean el océano. Hay más volcanes potencialmente activos en esta región que en cualquier otra región de los 48 estados contiguos. Las dos principales cordilleras son las Montañas Cascade en el norte y la Sierra Nevada en el sur. Los valles occidentales tienen tierras fértiles y ricas. Allí se cultivan muchas frutas de alta calidad. Las secuoyas gigantes son una característica interesante en las montañas del norte de California. La falla de San Andrés, otra característica de esta región, a veces causa terremotos.

Subprovincia Delta del Río Grande de Santiago. Está integrada por los ríos Acaponeta, San Pedro y el Grande de Santiago, siendo este el mayor y más importante. Estos escurrimientos nacen en la Sierra Madre Occidental y descargan sus aguas en las zonas de marismas del Océano Pacífico.

La red hidrográfica de la zona, por orden de jerarquía, la constituyen los Ríos Grande de Santiago y San Pedro; ambas corrientes superficiales representan gran importancia para la Determinación de la

Disponibilidad de Agua en el Acuífero San Pedro-Tuxpan, estado de Nayarit. agricultura y la ganadería regional. A partir del año de 1993 las aguas del Río Grande de Santiago son almacenadas y reguladas para ser empleadas en la generación de energía eléctrica, por medio de la Presa Hidroeléctrica "Aguamilpa".

IV.3.6 Edafología

En el territorio existen tipos de suelo muy variados, los que contienen un gran porcentaje de cobertura orgánica, con cualidades para sostener vegetación; otros que por su salinidad y características físicas (arenosos) son de difícil arraigo vegetal; y algunos arcillosos de gran espesor que presentan inconvenientes y mayores costos para la construcción. En la siguiente figura se observan los tipos de suelos que existen en la cercanía del proyecto:

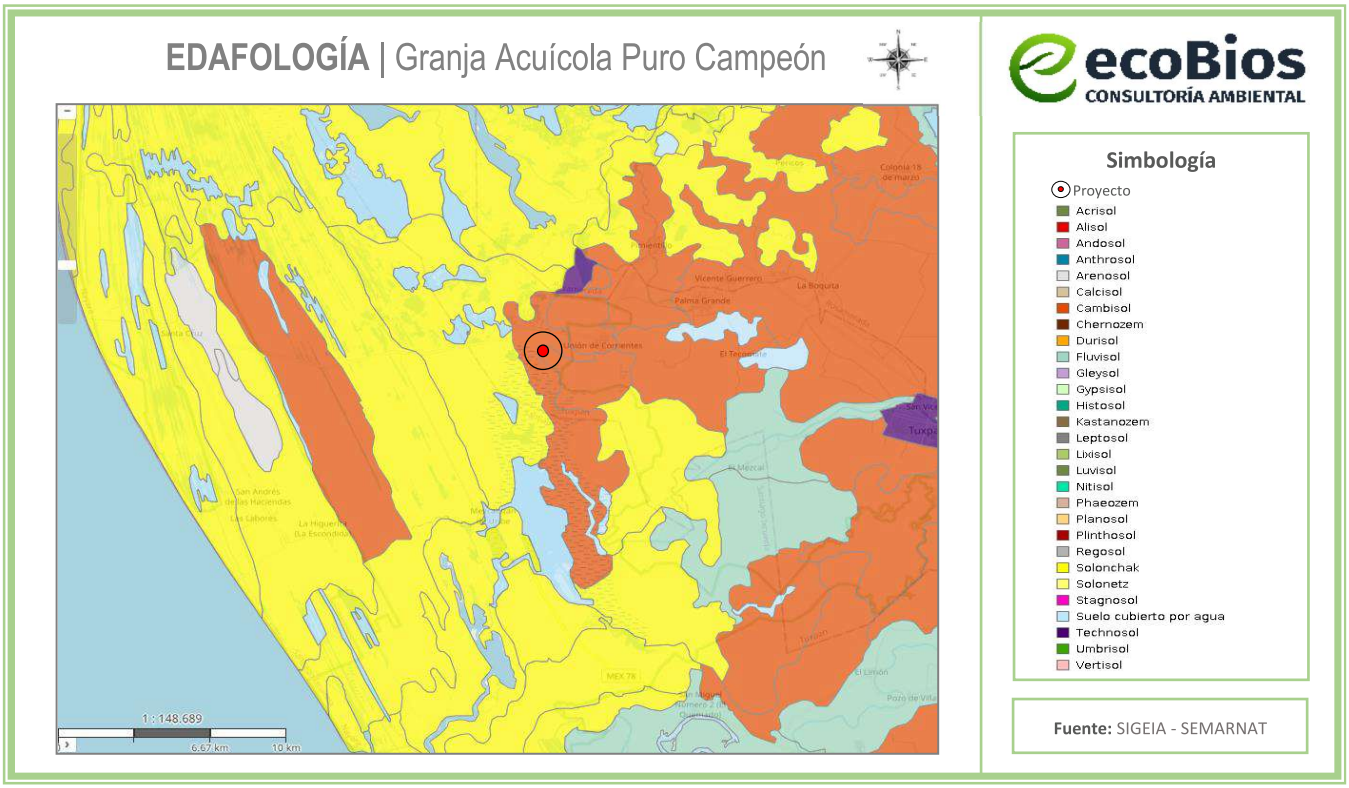


Figura IV.16 *Edafología del Área de Estudio*

El suelo del Área de Estudio se compone principalmente del tipo de suelo: **Cambisol** (ver ***Figura IV.16***), el cual se describe a continuación según el Diccionario de Datos Edafológicos del INEGI:

Cambisol (Cm). Suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla de carbonato.

Dicho lo anterior, considerando las características geológicas, fisiográficas y edafológicas, la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, no afectará de manera ambiental o económica la utilización de esta superficie, ya que el proyecto se ubica en una zona que está marcada por actividades antropogénicas.

IV.3.7 Hidrología superficial

De acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI, el área de estudio se encuentra localizada dentro de la **Región Hidrológica: Presidio - San Pedro**, dentro de la **Cuenca Hidrológica Río Acaponeta"**, en la **Subcuenca El Palote - Higueras**. (Ver ***Figura IV.17***).

La región hidrológica y cuenca hidrológica del Área de Estudio, se describe a continuación:

Región Hidrológica Presidio - San Pedro: En el límite entre la Sierra Madre Occidental y la planicie costera, se encuentran las zonas de Chilapa, Rosamorada y Tierra Generosa, donde existen acuíferos con buenas posibilidades en aluviones recientes. El agua subterránea aprovechable dentro de esta región se presenta en forma de manantiales o también es explotada por medio de pozos a diferentes profundidades, esto de acuerdo con su posición, utilización y contenido de sales. El agua subterránea está regida principalmente por la influencia de las condiciones climáticas, de la topografía, de la composición litológica, posición y ocurrencia de las rocas, los suelos y su relación con los ríos permanentes.

Hacia la sierra, el agua subterránea está condicionada por un sistema de fracturas y, en ocasiones, por la misma composición de las rocas. A esto se suman también los cambios topográficos que tienen una dirección de inclinación hacia el occidente, que va hacia la llanura costera, además de la alta precipitación pluvial, que da como resultado las condiciones favorables para la obtención de agua subterránea dentro de la parte baja de la sierra y zonas de sierra baja y valles. En el plano de aguas subterráneas se han localizado 26 pozos piloto con características de profundidad, niveles estáticos, dinámicos y gasto que cubren las áreas estudiadas por la SARH.

Se calcula, que a la fecha existen en el estado de Nayarit unos 700 pozos, que proporcionan gastos promedio mínimos de 3 l.p.s. (litros por segundo); medios de 35 l.p.s. y máximos de 70 a 80 l.p.s. (SARH), y que varían su profundidad desde 44 m, en la cuenca 11 F (ríos Presidio a San Pedro), hasta 200 m en la cuenca 11 H (ríos Presidio a San Pedro) y cuenca 12 F (río Santiago). El agua subterránea es aprovechada actualmente como fuente de agua potable, o de riego, aunque sólo es útil en una proporción mínima.

Cuenca Hidrológica Río Acaponeta. Drena una superficie de 5 603.918 km^2; esta corriente nace en el estado de Durango con el nombre de Quebrada de San Bartolo; labra un profundo cauce a lo largo de unos 50 km hasta los límites de los estados de Durango y Nayarit, donde recibe el nombre de San Diego; en Nayarit toma el nombre de Acaponeta. Este río tiene una longitud total de 233 km hasta la Barra de Novillero; en los últimos 40 km, dada la escasa pendiente, es navegable en canoa, incluso durante la temporada de secas. Entre las localidades principales de Nayarit comprendidas dentro de la cuenca del río Acaponeta se pueden citar las siguientes: Acaponeta, Tecuala, San Felipe, Aztatán, Milpas Viejas, Quimiches, Pozo de Higueras, Huajicori y Novillero.

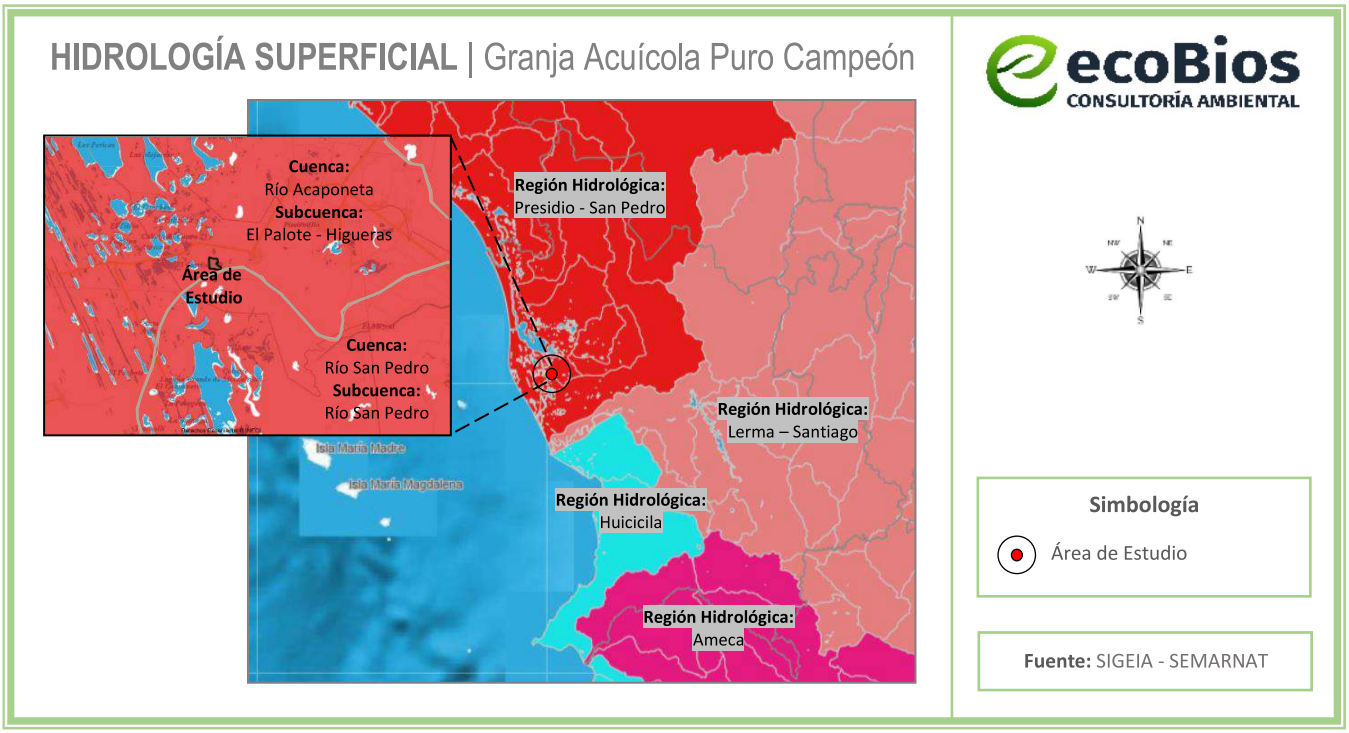


Figura IV.17 *Cuenca y subcuenca del Área de Estudio*

Con respecto a los cuerpos de agua que son aprovechados por el proyecto, el más cercano y total proveedor, es el estero Ticha (llamado así por el SIGEIA de la SEMARNAT) o estero Corrientes (según el Mapa Digital de México del INEGI), este forma parte del sistema lagunar-estuarino asociado a Agua Brava y la Laguna Grande de Mexcaltitán, cuerpos de agua que mantienen una conexión hidrológica permanente con el océano Pacífico a través de las bocas de Palmar de Cuautla y Boca de Camichín, entre otras; además el estero Ticha/Corrientes también recibe aportaciones de agua dulce del cuerpo de agua tipo perenne conocido como río San Pedro. En la siguiente imagen se observa la relación y la cercanía de los cuerpos de agua mencionados anteriormente con el proyecto:



Imagen IV.1 *Cuerpos de agua que dotan de esta al estero Ticha/Corrientes*

A continuación, en la siguiente imagen, se observan los cuerpos de agua y corrientes cercanos al Área de Estudio, según las cartas de cuerpos de agua y corrientes del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA):

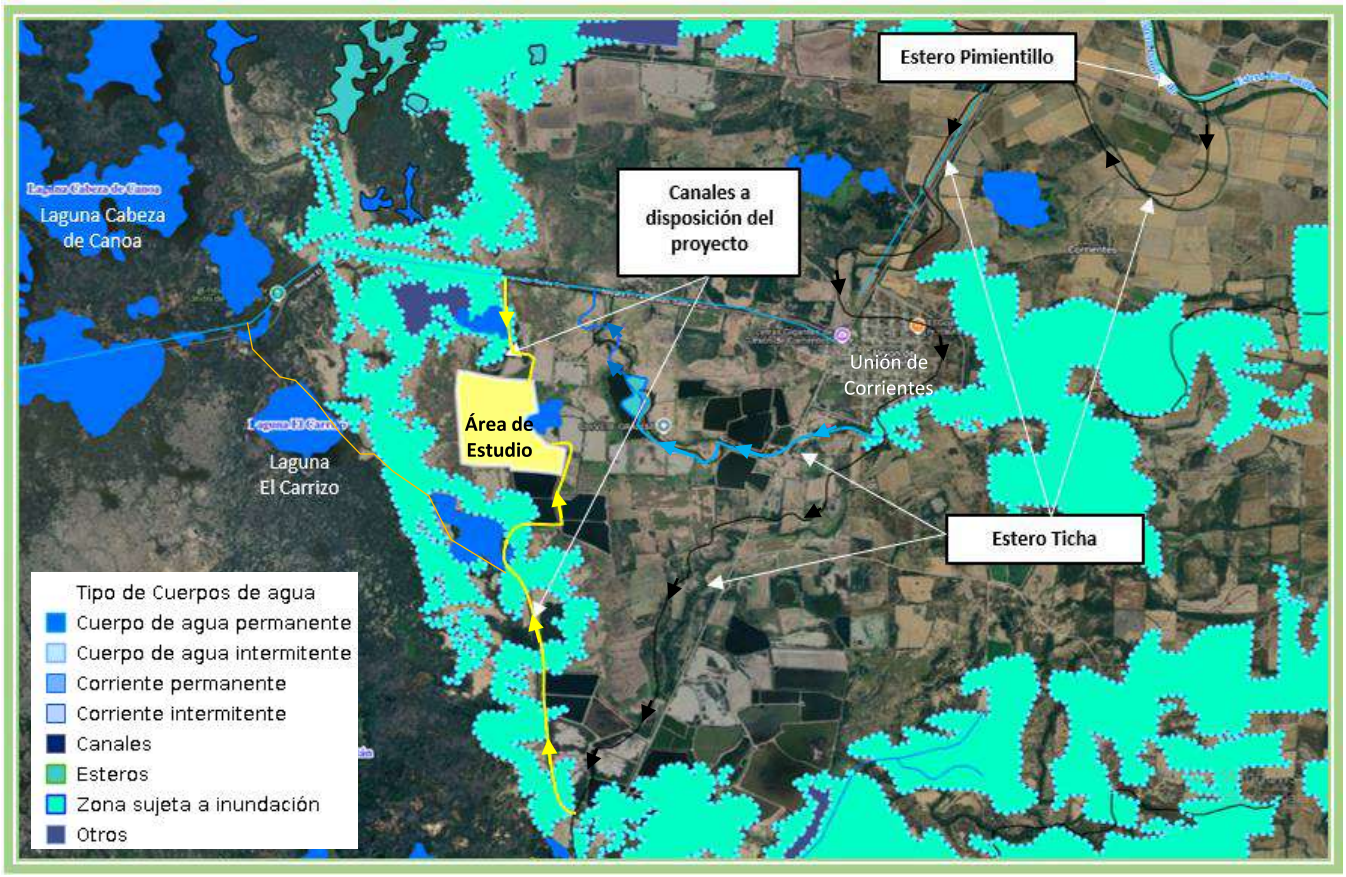


Imagen IV.2 *Cuerpos de agua superficiales cercanos al Área de Estudio –* ***Fuente:*** *SIGEIA*

Resumen del estudio hidrológico para el proyecto.

El presente documento, el cual se anexa a esta MIA-P, tiene como finalidad mostrar a los lectores el estudio hidrológico para el área de la zona del proyecto "Granja Acuícola Puro Campeón" ubicado en las afueras de la localidad de Unión de Corrientes, municipio de Tuxpán, estado de Nayarit, a partir de los escurrimientos que se generen por las precipitaciones en la zona, así como determinar la disponibilidad de las aguas superficiales conforme a lo que establece en los lineamientos que rigen la materia.

En los siguientes puntos, se presentan las conclusiones de dicho estudio:

- El Balance de aguas superficiales de forma global y local, demostró que la extracción del volumen comprometido de agua de las fuentes superficiales del sistema no afectara en el equilibrio de la cuenca, conservando y respetando el volumen de agua destinado para el desarrollo ecológico.

- El llenado del estaque de la Granja será de fuentes netamente superficiales de los escurrimientos y cuerpos de agua del sistema lacustre donde se ubica el sitio de proyecto, y de igual manera la descarga del agua será en el mismo cuerpo de agua de donde se sustrae.
- No se considera la extracción de aguas subterráneas para el llenado del estanque de la Granja, por lo que el volumen hídrico de esta fuente no se verá modificado por este proyecto.

- Se recomienda que el proyecto en todas sus partes (estanque y obras hidráulicas complementarias) no alteren el curso natural de los escurrimientos y por lo tanto el equilibrio natural del sistema fluvial del lugar.

IV.3.8 Hidrología subterránea

Las variaciones de precipitación pluvial que ocurren en el territorio estatal, en donde en unas zonas es escasa y en otras se tienen elevados volúmenes, así como pocas obras de captación de gran capacidad, ocasionan que el agua subterránea tenga un papel fundamental para satisfacer las necesidades de uso en: agricultura, industrial, doméstico o ganadero. Con base en la división de provincias fisiográficas, así como la geología específica para el sitio del proyecto, se puede inferir la permeabilidad esperada para la zona; teniendo en cuenta que la permeabilidad del suelo suele aumentar por la existencia de fallas, grietas, juntas u otros defectos estructurales. Para tener un mejor control de la explotación del agua subterránea, la **Comisión Nacional del Agua (CNA**), dividió al estado en 11 zonas geohidrológicas, cuyos límites se modificaron por el INEGI, con base en las características geológicas y topográficas que enmarcan a dichas zonas. En el INEGI sólo se consideran 10 zonas de explotación, pues una de ellas se localiza en el territorio federal de las Islas Marías.

La infiltración del agua se condiciona por el tipo de material (roca o suelo) o conjunto de materiales, cuyas características fisicoquímicas les permiten, en diferente grado, almacenar y transmitir el agua subterránea, el Área de Estudio se conforma por Material no consolidado con posibilidades bajas.

Según el INEGI en su Guía para la interpretación de cartografía hidrológica, serie II, Los materiales no consolidados incluyen gravas, arenas, limos, arcillas, bloque etc., es decir materiales suelos no cementados que, aunque puedan presentar compactación y mostrar cierto grado de coherencia son deleznables.

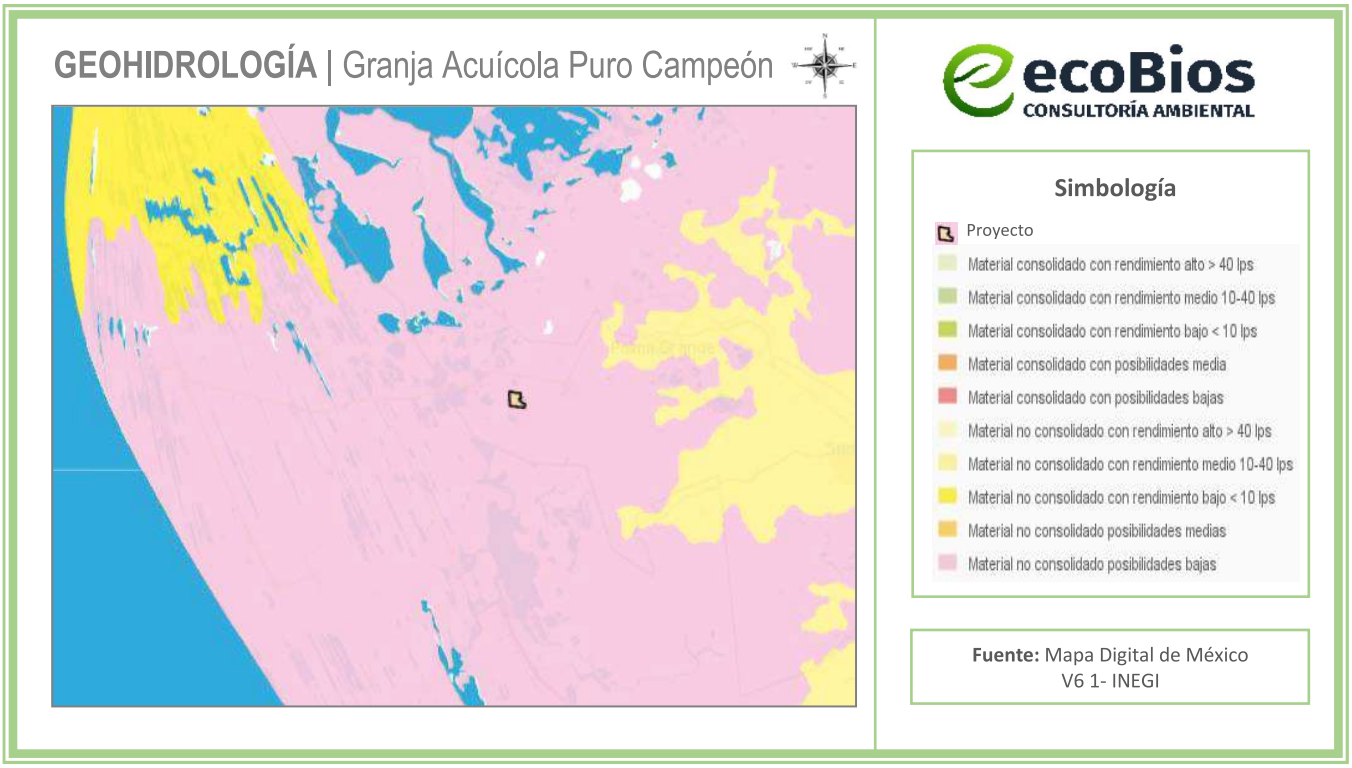


Figura IV.18 *Geohidrología del Área de Estudio*

La región del área de estudio ubicada al Suroeste del ejido de Unión de Corrientes y al Suroeste de la Localidad de Mexcaltitán, en el Municipio de Tuxpan, pertenece a la **Zona de explotación: 1802. San Pedro - Tuxpan** (ver ***Figura IV.19***), éste acuífero se localiza en la porción centro-noroeste del estado de Nayarit, a aproximadamente 50 km al noroeste de la ciudad de Tepic, cubre de manera total al municipio de Tuxpan y de manera parcial a los municipios de Santiago Ixcuintla, Ruiz y Rosamorada, abarcando una superficie aproximada de 9032 km^2.

Está representado por la clave 1802 del Sistema de Información Geográfica (SIGMAS) de la CONAGUA. Limita al norte con el acuífero Valle Acaponeta Cañas, al este y sur con el acuífero Valle Santiago San Blas, en el estado de Nayarit, y al oeste con el Océano Pacífico. En general, el clima predominante en la región del Valle del Río San Pedro es cálido subhúmedo, con temperatura media anual entre 24° y 26°C. El régimen de lluvias es de verano con un porcentaje invernal menor del 5% de la lluvia total anual. La estructura hidrológica del Delta del Río Grande de Santiago está integrada por los ríos Acaponeta, San Pedro y el Grande de Santiago, siendo este el mayor y más importante. La Subprovincia del delta del Río Grande de Santiago abarca desde el municipio de Tecuala hasta el de San Blas, comprendiendo en su totalidad el municipio de Tuxpan y parte de Acaponeta, Rosamorada, Ruiz y Santiago Ixcuintla, con una superficie aproximada de 4,166.031 km^2. El marco geológico del estado de

Nayarit está conformado por litologías muy complejas con variaciones espacio-temporales muy marcadas en su distribución, las cuales cubren desde el Mesozoico hasta el Reciente.

Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para el caso del acuífero San Pedro-Tuxpan, su valor es de 131.5 hm^3 anuales, de los cuales 6.5 hm^3 corresponden a las salidas subterráneas hacia el mar, que se deben dejar escapar para mantener el equilibrio de la interfase marina, y los 125.0 hm^3 restantes al 80 % de la evapotranspiración que deben comprometerse para preservar el ecosistema costero y sostener el gasto ecológico. DNC = 131.5 hm^3 anuales.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 32,588,010 m^3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.



Figura IV.19 *Localización del acuífero respecto a la ubicación del proyecto*

IV.4 Aspectos bióticos

IV.4.1 Vegetación

La vegetación en el estado de Nayarit es producto de la interacción de varios factores ecológicos, entre los que destacan el clima, relieve y suelo; sin embargo, existen zonas que presentan condiciones en donde domina alguno de estos factores; a causa de ello cabe mencionar como ejemplos, que la vegetación halófila prospera en sitios que poseen suelos con altas concentraciones de sales solubles; los manglares se desarrollan sobre las márgenes de las lagunas costeras, con inundaciones casi permanentes de agua salobre; otro caso es la altitud, que da lugar a un tipo específico de clima como puede ser el templado, donde prosperan bosques de coníferas.

Dentro del Sistema Ambiental, se reconocen 4 tipos de usos de suelo y 2 tipos de vegetación (ver ***Tabla IV.1***) como lo son:

- Asentamientos Humanos
- Acuícola
- Agricultura de Riego Anual
- Cuerpo de agua
- Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia,
- Vegetación secundaria arbustiva de manglar

IV.4.1.1 Vegetación en el Sistema Ambiental y Área de Influencia

Como antecedente, se presentan gráficamente los cambios que han sufrido las superficies de los ecosistemas que existen y existieron en la zona desde el año 1985 al 2014 (última actualización), esto es posible gracias la plataforma digital conocida como "Mapa Digital de México V6.1." de INEGI; la cual tiene registros en los años 1985, 1993, 2002, 2007, 2011 y 2014.

En la siguiente figura, se observa que en 1985 en el Área de Estudio existía la vegetación halófila y la selva baja espinosa; en el registro de 1993 se observa que la vegetación de selva baja espinosa se expandió algunos metros al poniente, y a su vez, se redujo en el extremo oriente; esto último por la expansión de predios agrícolas y ganaderos. Por otra parte, en el mismo registro mencionado, se observa que la vegetación halófila pasó a convertirse en manglar y así se ha mantenido hasta el año 2014, el último registro de esta aplicación (Mapa Digital de México V6.1).

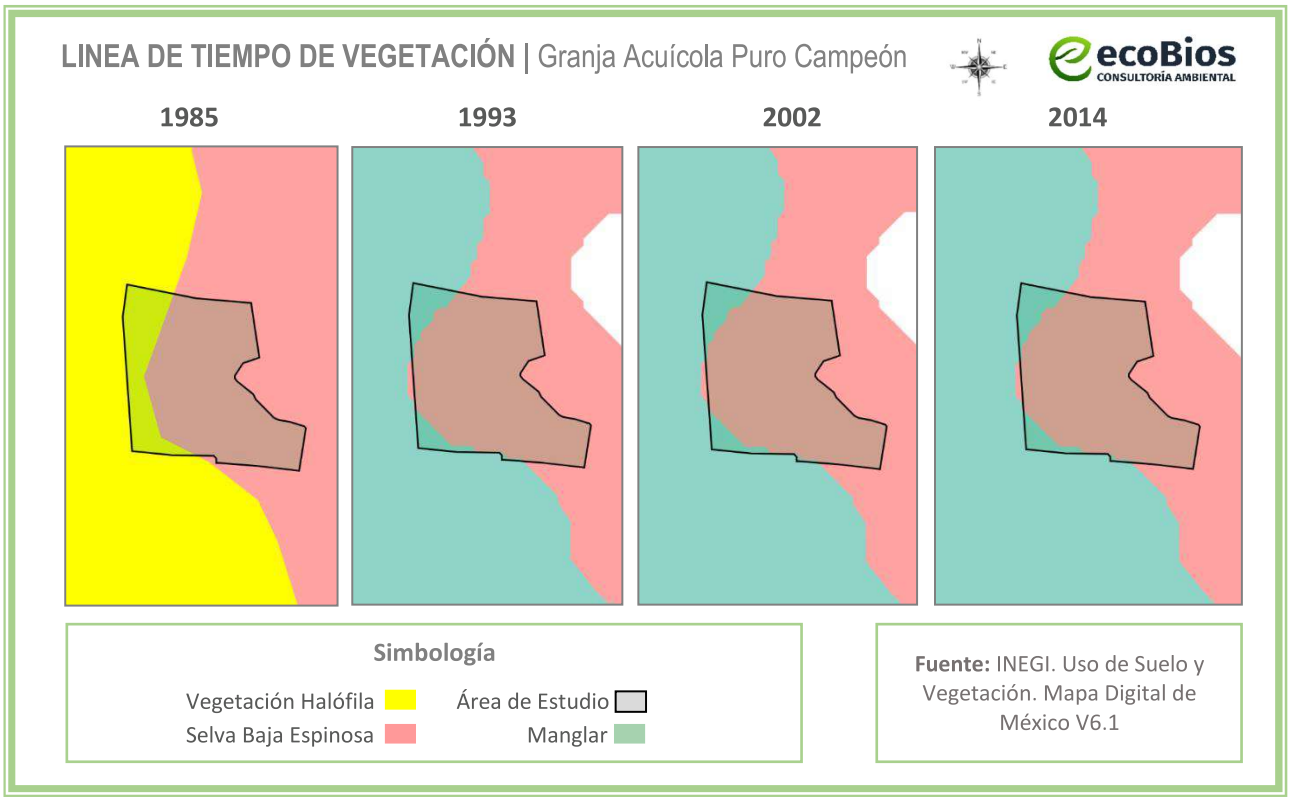


Figura IV.20 *Línea de tiempo del Uso de suelo y vegetación en el área del proyecto*

Por otra parte, según la carta de Vegetación y uso de suelo serie VII, del INEGI, del año 2018, la mancha de manglar y selva baja espinosa se encuentran igual que el registro del 2014; sin embargo, en esta carta se menciona el tipo de vegetación con mayor detalle, como lo es la vegetación secundaria arbustiva de manglar (VSa/VM) y la vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia (VSa/SBK), tal cual se muestra en la siguiente figura:

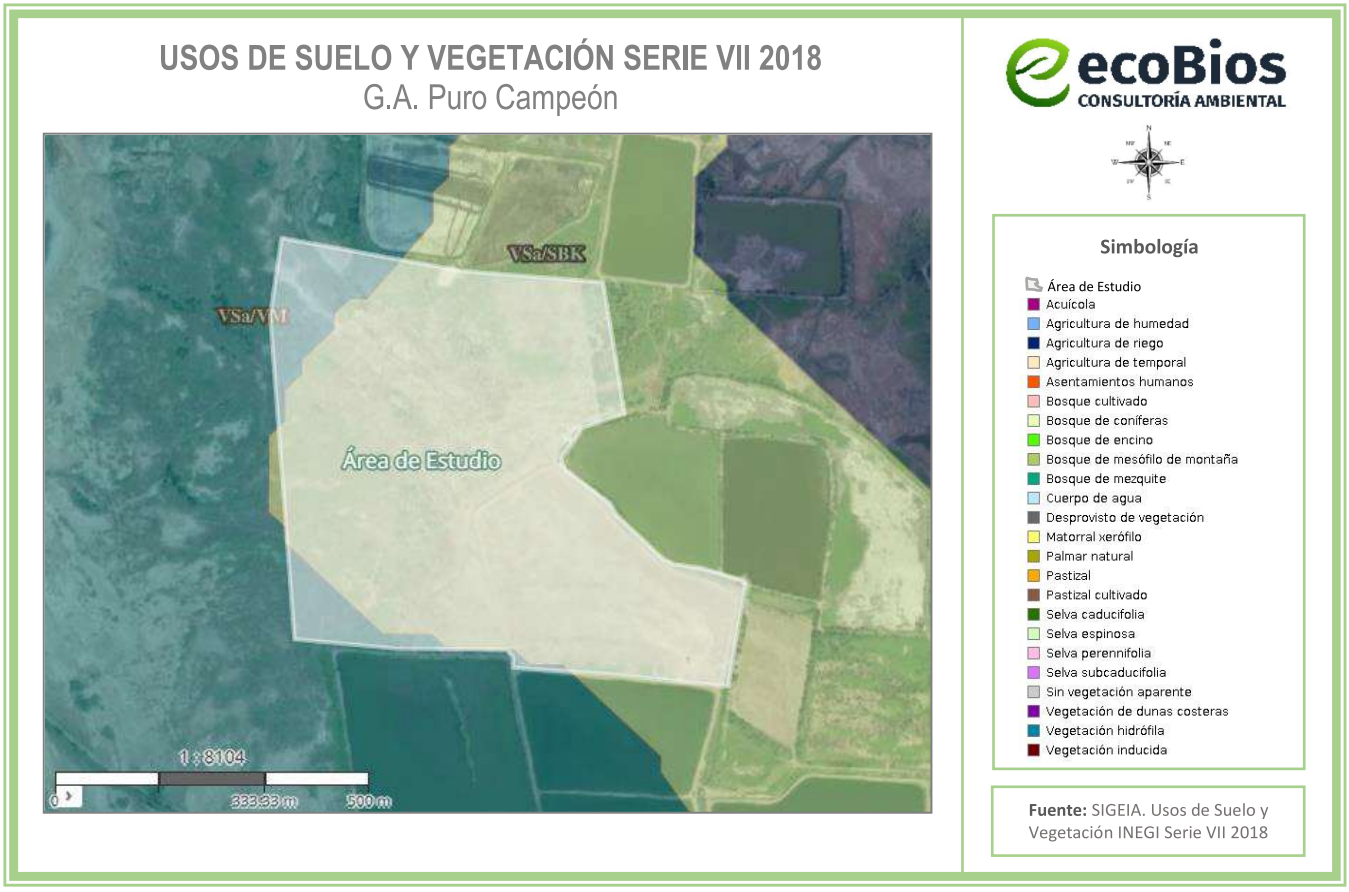


Figura IV.21 *Carta de Usos de Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII 2018.*

De acuerdo a lo anterior, se realizó una investigación bibliográfica y de campo de especies de flora más comunes que pudieran estar presentes en el Sistema Ambiental, obteniendo los siguientes resultados. (Asimismo, en su caso se señala las especies catalogadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMANAT-2010**).

Nombre común	Nombre científico	Categoría NOM-059
Anona	*Annona glabra*	
Hierba de zizotes	*Asclepias oenotheroides*	
Mangle negro	*Avicennia germinans*	A (Amenazado)
Vidrillo	*Batis marítima*	
Navajita	*Bouteloua barbata*	
Navajita rastrera	*Bouteloua repens*	
Palo blanco	*Bravaisia integerrima*	A (Amenazado)
Bromelia	*Bromelia* spp.	
Palo mulato	*Bursera simaruba*	

Haba de Baha	*Canavalia maritima*	
Mimosa	*Cassia cinerea*	
Garabato	*Celtis iguanaea*	
Mangle botoncillo	*Conocarpus erectus*	A (Amenazado)
Mirasol amarillo	*Cosmos sulphureus*	
Carricillo	*Cyperus articulatus*	
Cyperus iria	*Cyperus iria*	
Cyperus ligularis	*Cyperus ligularis*	
Hierba de zopilote	*Cyperus odoratus*	
Pasto de pata de pollo	*Dactyloctenium aegyptium*	
Lirio acuático	*Eichhornia crassipes*	
Hierba de golondrina	*Euphorbia thymifolia*	
Galinsoga quadriradiata	*Galinsoga quadriradiata*	
Palo de campeche	*Haematoxylum campechianum*	
Hierba de fuego	*Heliotropium curassavicum*	
Bejuco de playa	*Ipomoea pes-caprae*	
Rionina blanca	*Ipomoea stolonifera*	
Mangle blanco	*Laguncularia racemosa*	A (Amenazado)
Lemna	*Lemna aequinoctialis*	
Barba de chivo	*Leucaena leucocephala*	
Ojo de perico	*Melampodium americanum*	
Asumiate	*Mikania cordifolia*	
Nido de pez	*Najas guadalupensis*	
Hierba aguja	*Nassella tenuissima*	
Flor de agua	*Nymphaea ampla*	
Lirio acuático	*Nymphaea* spp.	
Lirio	*Oenothera drummondii*	
Nube cimarrón	*Parthenium bipinnatifidum*	
Camalote	*Paspalum paniculatum*	
Phyla nodiflora	*Phyla nodiflora*	
Ciruelillo	*Phyllanthus elsiae*	
Crucecillo	*Pisonia aculeata*	
Lechuguilla de agua	*Pistia stratiotes*	
Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	
Hierba de Santa María	*Pluchea odorata*	
Mezquite	*Prosopis* spp.	

Cola de iguana	*Pseudelephantopus spicatus*	
Cruceto	*Randia laetevirens*	
Mangle rojo	*Rhizophora mangle*	A (Amenazado)
Llantén acuático	*Sagittaria montevidensis*	
Sauce colorado	*Salix humboldtiana*	
Junco verde	*Scirpus atrovirens*	
Tule	*Scirpus lacustris*	
Cuajillo	*Senna hirsuta*	
Candelilla chica	*Senna occidentalis*	
Pasto halófilo	*Sesuvium portulacastrum*	
Juncos	*Typha domingensis*	
Granadilla	*Urochloa fusca*	
Huizache	*Vachellia famesiana*	

A continuación, en la siguiente tabla se observan fotografías de la vegetación existente en el Área de Influencia del proyecto, cabe destacar que esta tiene una distancia de hasta mil metros.

Tabla IV.5 *Vegetación en el Área de Influencia del proyecto*

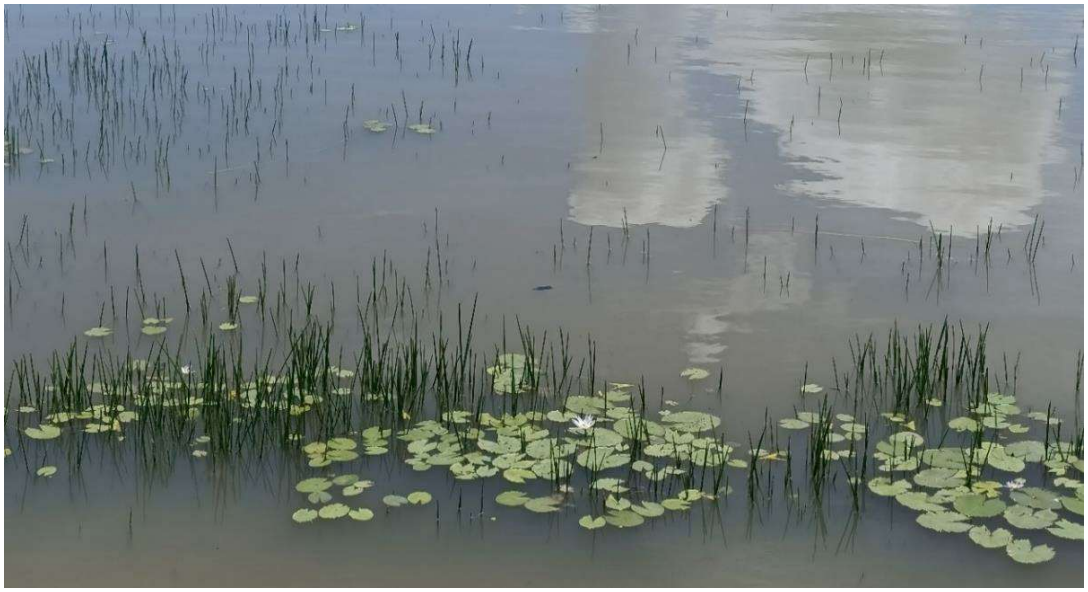
Especies encontradas en los bordos de los estanques
Tule *(Scirpus lacustris)* en los alrededores de los estanques 

Junco verde *(Scirpus atrovirens)* en los alrededores de los estanques



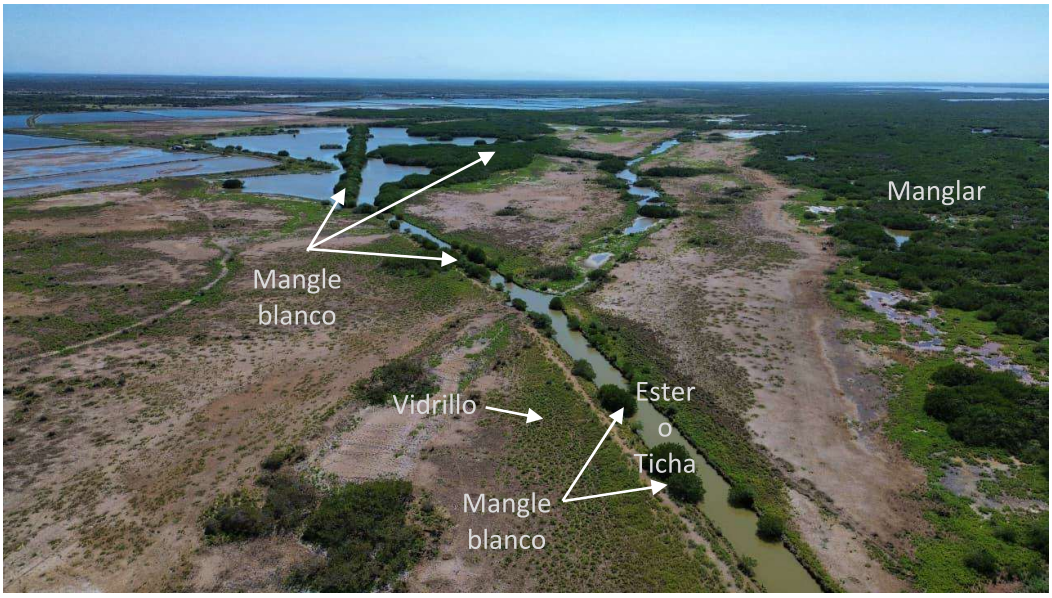


Flor de agua *(Nymphaea ampla) dentro de los estanques y alrededor del proyecto*



Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en el estero Ticha/Corrientes





La zona que se encuentra entre el Área de Estudio y el manglar, se encuentra cubierta con vegetación como el vidrillo (*Batis marítima*), y pasto aguja (*Spartina spartinae).*



Con relación al **mangle arbustivo**, se registraron 4 especies ***Rhizophora mangle***, ***Laguncularia racemosa***, ***Conocarpus erectus*** y ***Avicennia germinans***, especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el estatus de Amenazadas (A). Se conoce que el hábitat donde crecen estas dos especies, es en áreas costeras de bahías, lagos, esteros, prefiriendo el borde interior del cinturón de mangles; en el cual se le haya más lejos de la línea de la marea que la mayoría de otras especies de rizoforáceas. Una de las conclusiones de algunos estudios de manglares como el de Portilo y Ezcurra (2002), es que existe un gradiente biogeográfico en riqueza de especies y complejidad estructural que va desde manglares subtropicales uniespecíficos con poca diversidad y altura hasta bosques de manglar de mayor altura asociados con otras especies tropicales en zonas más húmedas y de mayor temperatura. Es por ello que las características bióticas, abióticas, geográficas y entre otras, son variables y esenciales para conocer las características de la vegetación presente en el área.

Como se ha mencionado, el manglar más cercano al Área de Estudio se encuentra a una distancia de 400 m, por lo cual el proyecto no se contrapone directa ni indirectamente con el desarrollo general de ninguna especie de mangle, tal como lo indica la **NOM-022-SEMARNAT-2003,** particularmente en su punto 4.16:

4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuicola Intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal

costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.

IV.4.2 Fauna

El área de estudio se localiza en el municipio de Tuxpan, dentro del área de amortiguamiento del ANP Marismas Nacionales Nayarit, una zona de transición para la fauna y en especial para las aves, ya que la ruta migratoria de aves comprende desde Norte América hasta bajar a los sistemas lagunares y selvas bajas de Nayarit.

Dicho lo anterior, se realizó una investigación bibliográfica y de campo de especies de fauna más comunes que pudieran estar presentes en el Sistema Ambiental, obteniendo los siguientes resultados. (Asimismo, en su caso se señala las especies catalogadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMANAT-2010**).

Tabla IV.6 *Listado de fauna registrada en el Sistema Ambiental*

Nombre Común	Nombre Científico	Estatus*
Reptiles y Anfibios		
Ranita verduzca	*Agalychnis dacnicolor*	
Rana ladradora costeña	*Craugastor occidentalis*	
Rana de arroyo del Pacífico	*Craugastor vocalis*	
Cocodrilo de río	*Crocodylus acutus*	Protegida
Besucona asiática	*Hemidactylus frenatus*	
Serpiente marina pelágica	*Hydrophis platurus*	
Iguana verde	*Iguana iguana*	Protegida
Sapo jaspeado	*Incilius marmoreus*	
Sapo pinto	*Incilius mazatlanensis*	
Lagartija común	*Lacerta muralis*	
Escombrera del suroeste mexicano	*Leptodeira maculata*	
Rana arborícola mexicana	*Smilisca baudinii*	
Rana de árbol mexicana enana	*Tlalocohyla smithii*	
Nombre Científico	**Nombre Común**	**Estatus***
Aves		
Tordo sargento	*Agelaius phoeniceus*	
Zacatonero cabecirrayado	*Aimophila ruficauda*	
Colibrí canelo	*Amazilia rutila*	
Colibrí corona azul	*Amazilia violiceps*	

Garza blanca	*Ardea alba*	
Aguililla colirroja	*Buteo jamaicensis*	Protegida
Aguililla negra menor	*Buteogallus anthracinus*	Protegida
Cacique mexicano	*Cacicus melanicterus*	
Caracara común	*Caracara plancus*	
Tórtola colilarga, doméstica	*Columbina inca*	
Tórtola rojiza	*Columbina talpacoti*	
Garrapatero pijuy	*Crotophaga sulcirostris*	
Colibrí piquiancho	*Cynanthus latirostris*	
Chipe amarillo	*Dendroica petechia*	
Halcón murciélaguero	*Falco rufigularis*	
Paloma perdiz rojiza	*Geotrygon montana*	
Golondrina tijereta	*Hirundo rustica*	
Bolsero cuculado	*Icterus cucullatus*	
Bolsero dorsirrayado	*Icterus pustulatus*	
Fragata	*Fregata magnificens*	
Gaviota mexicana	*Larus heermanni*	
Vaquero ojirojo	*Molothrus aeneus*	
Papamoscas de nutting	*Myiarchus nuttingi*	
Papamoscas vientre amarillo	*Myiodynastes luteiventris*	
Luis gregario	*Myiozetetes similis*	
Gavilán pescador	*Pandion haliaetus*	
Gorrión doméstico	*Passer domesticus*	
Luis grande	*Pitangus sulphuratus*	
Mosquetero cardenal	*Pyrocephalus rubinus*	
Zanate mayor	*Quiscalus mexicanus*	
Chipe charquero	*Seiurus noveboracensis*	
Chipe flameante	*Setophaga ruticilla*	
Golondrina ala aserrada	*Stelgidopteryx serripennis*	
Pradero común	*Sturnella magna*	
Tityra enmascarada	*Tityra semifasciata*	
Tirano tropical	*Tyrannus melancholicus*	
Semillero brincador	*Volatinia jacarina*	
Paloma aliblanca	*Zenaida asiatica*	
Paloma huilota	*Zenaida macroura*	
Nombre Común	**Nombre Científico**	**Estatus***
Mamíferos		
Ratón-pigmeo norteño/ratón de campo	*Baiomys taylori*	

Murciélago gris de saco	*Balantiopteryx plicata*	
Coyote	*Canis latrans*	
Armadillo	*Dasypus novemcinctus*	
Pecarí de collar/cerdo de monte	*Dicotyles tajacu*	
Tlacuache	*Didelphis virginiana*	
Murciélago lengüetón	*Glossophaga soricina*	
Ratón espinoso pintado	*Heteromys pictus*	
Rata cambalachera	*Hodomys alleni*	
Tejón/coatí	*Nasua narica*	
Rata de campo	*Neotoma mexicana*	
Murciélago pescador	*Noctilio leporinus*	
Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	
Jaguar	*Panthera onca*	P (Peligro)
Ratón nayarita	*Peromyscus simulus*	
Murcielago-bigotudo de parnell	*Pteronotus parnellii*	
Mapache	*Procyon lotor*	
Ocelote	*Leopardus pardalis*	P (Peligro)
Lince común	*Lynx rufus*	
Ardilla gris del pacífico	*Sciurus colliaei*	
Conejo de monte	*Sylvilagus cunicularius*	
Tlacuachín/Tlacuache ratón gris	*Tlacuatzin canescens*	

A continuación, se presentan algunas características de las especies de fauna que cuentan con una categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en especial su distribución:

Cocodrilo de río/americano
Nombre científico: *Crocodylus acutus*
Distribución en México: Regiones costeras del Atlántico y Pacífico, incluyendo esteros, ríos y lagunas.
Distribución en Nayarit: Lagunas costeras y ríos como San Blas, Santiago Ixcuintla y Bahía de Banderas.
NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujeta a protección especial (Pr).
Origen: Nativo/No endémica

Iguana verde
Nombre científico: *Iguana iguana*
Distribución en México: Regiones tropicales húmedas y secas, desde Tamaulipas hasta Chiapas y en ambas costas.

Distribución en Nayarit: Común en selvas bajas caducifolias, manglares y zonas ribereñas.
NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujeta a protección especial (Pr).
Origen: Nativa/No endémica

Aguililla negra menor
Nombre científico: *Buteogallus anthracinus*
Distribución en México: Regiones tropicales y subtropicales en ambas costas, desde Sinaloa hasta Chiapas.
Distribución en Nayarit: Regiones de manglar, humedales y zonas ribereñas.
NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr).
Origen: Nativa/No endémica

Aguililla cola roja
Nombre científico: *Buteo jamaicensis*
Distribución en México: Amplia distribución en todo el país, en zonas abiertas y bosques.
Distribución en Nayarit: Presente en zonas agrícolas, pastizales y selvas bajas.
NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr).
Origen: Endémica

Ocelote
Nombre científico: *Leopardus pardalis*
Distribución en México: En México, el ocelote habita las planicies costeras del Pacífico (desde Sonora) y del Golfo (desde Tamaulipas), extendiéndose por el sureste hasta la Península de Yucatán.
Distribución en Nayarit: desde los manglares al nivel del mar hasta las zonas de la Sierra Madre Occidental, con presencia clave en municipios como San Blas y Santiago Ixcuintla.
NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción (P).

Jaguar
Nombre científico: *Panthera Onca*
Distribución en México: Se localiza desde el sureste hasta el Río Bravo en el Golfo y en la Sierra Madre Occidental en la costa del Pacífico, hasta los límites con Belice y Guatemala.
Distribución en Nayarit: Se distribuye principalmente en la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales, la Sierra de Vallejo y la Sierra de San Juan.
NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción (P).
Origen: Nativo/No endémica

En el sistema ambiental donde se inserta el proyecto, existe la posibilidad de presencia de fauna silvestre como el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), así como mamíferos medianos y grandes como el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el jaguar (*Panthera onca*) catalogados con categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, **la probabilidad de ocurrencia de estas especies dentro del predio específico del proyecto se considera baja**. Esto se debe a que el sitio se localiza en una zona con alta intervención antrópica, caracterizada por la presencia continua de infraestructura acuícola (estanques, bordos, cárcamos de bombeo y vialidades internas), así como por la operación permanente de actividades productivas que implican tránsito de personal, maquinaria y generación de ruido.

Las especies antes mencionadas presentan, en general, comportamientos elusivos y evitan activamente áreas con presencia humana constante. En particular, el ocelote y el jaguar requieren extensiones amplias de hábitat continuo con cobertura vegetal densa, condiciones que se encuentran más favorablemente en zonas núcleo o áreas menos perturbadas del sistema lagunar-estuarino. Por su parte, aunque el cocodrilo de río puede tolerar cierto grado de perturbación, su presencia se asocia principalmente a cuerpos de agua naturales con menor nivel de alteración y mayor disponibilidad de refugio.

En este contexto, es más probable que dichas especies utilicen áreas mejor conservadas, como los manglares y canales naturales ubicados a cierta distancia del predio, limitando su presencia a desplazamientos ocasionales o transitorios, sin que el sitio del proyecto constituya un hábitat crítico para su alimentación, reproducción o refugio.

Por lo anterior, se considera que las actividades del proyecto no representan una presión significativa adicional sobre estas especies, dado que el área ya forma parte de una matriz productiva consolidada, donde la fauna silvestre ha ajustado su distribución espacial evitando las zonas de mayor perturbación.

IV.4.3 Paisaje

El predio del proyecto se localiza en la periferia de la zona de amortiguamiento del Área Natural Protegida Marismas Nacionales Nayarit, dentro del ejido Unión de Corrientes, municipio de Tuxpan. El paisaje regional corresponde a una planicie costera de origen aluvial y palustre, caracterizada por relieves prácticamente planos, suelos de tipo hidromórfico y una alta influencia de cuerpos de agua superficiales.

En el entorno inmediato predomina un paisaje antrópico con fuerte vocación acuícola, evidenciado por la presencia de numerosos estanques rectangulares destinados al cultivo de especies como la tilapia. Estos elementos configuran una matriz productiva homogénea, interconectada mediante canales de

abastecimiento y drenaje, que se integran funcionalmente con el sistema hidrológico natural de la región.

A escala local, el predio colinda indirectamente, a aproximadamente 400 metros, con comunidades de manglar asociadas al complejo lagunar-estuarino de Marismas Nacionales, donde se desarrollan especies típicas como mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle negro (*Avicennia germinans*). Estas comunidades representan elementos paisajísticos de alto valor ecológico, actuando como zonas de transición entre los ambientes terrestres y acuáticos.

El paisaje se encuentra fuertemente condicionado por la disponibilidad hídrica, derivada de la presencia de esteros, lagunas costeras, canales y aportes fluviales, lo que ha favorecido históricamente el establecimiento de actividades productivas como la acuacultura. En este sentido, la configuración actual del paisaje refleja una interacción continua entre procesos naturales y actividades humanas, donde la transformación del entorno ha sido dirigida hacia el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos.

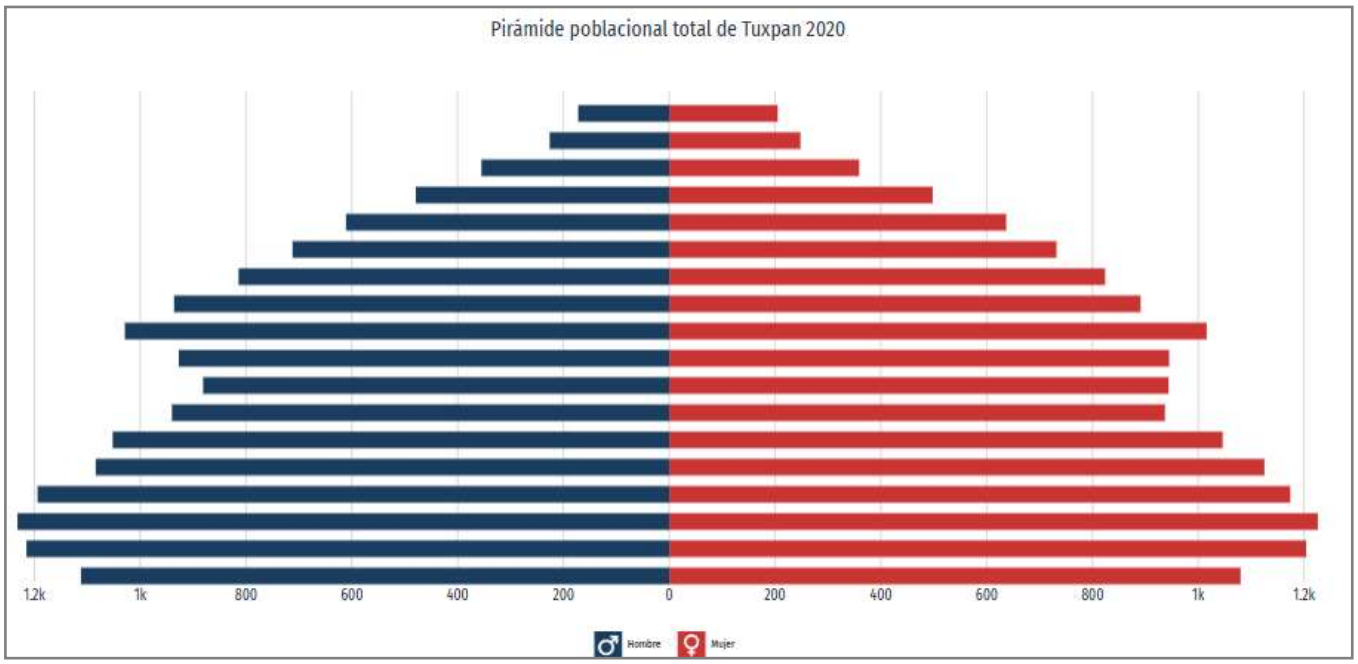
En términos visuales, el sitio presenta una baja heterogeneidad estructural en las áreas intervenidas, contrastando con la mayor complejidad y densidad de la vegetación en las zonas de manglar adyacentes. Esta transición genera un mosaico paisajístico en el que coexisten unidades de producción acuícola con ecosistemas naturales de alta relevancia ambiental.

IV.5 Medio Socioeconómico

IV.5.1 Demografía

Para describir este apartado, se recurrió a los indicadores obtenidos en el Censo de Población y Vivienda en el 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía y el Consejo Nacional de Población 2010. Y que se encuentran plasmados en el Plan de Desarrollo Municipal de Tuxpan con fecha del 16 de diciembre 2021.

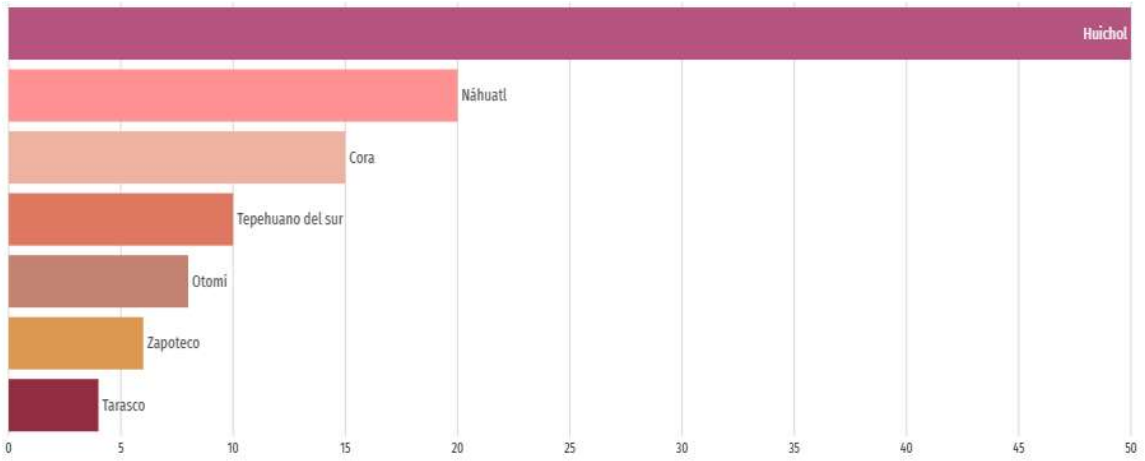
La población en Tuxpan fue de 30,064 habitantes (49.8% hombres y 50.2% mujeres). Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (2,458 habitantes), 5 a 9 años (2,419 habitantes) y 15 a 19 años (2,368 habitantes). Entre ellos concentraron el 24.1% de la población total.



Gráfica IV.1 *Pirámide poblacional total de Tuxpan 2020*

El municipio de Tuxpan, ubicado en el estado de Nayarit, presenta una población diversa en términos de su estructura social, distribución y características demográficas.

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 113 personas, lo que corresponde a 0.38% del total de la población de Tuxpan. Las lenguas indígenas más habladas fueron Huichol (50 habitantes), náhuatl (20 habitantes) y Cora (15 habitantes)



Gráfica IV.2 *Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en Tuxpan*

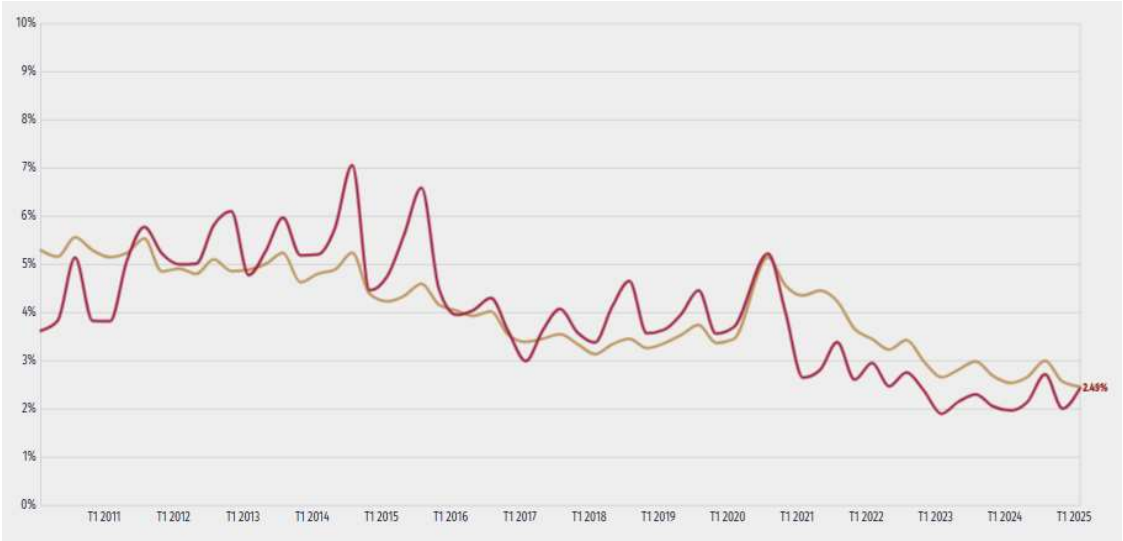
IV.5.2 Población económicamente activa

Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Nayarit, dado que no hay representatividad a nivel municipio. En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Nayarit fue 66.5%, lo que implicó un aumento de 0.34 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (66.2%)



Gráfica IV.3 *Evolución de la población económicamente activa en Nayarit*

La tasa de desocupación fue de 2.43% (15.7k personas), lo que implicó un aumento de 0.42 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.01%)



Gráfica IV.4 *Evolución de la tasa de desempleo en Nayarit*

IV.5.3 Medios de comunicación

La red carretera del municipio es de aproximadamente 45.9 kilómetros, de los cuales 29.1 son alimentadores estatales pavimentados; 8km forman parte de la carretera federal número 44 la cual es la que comunica a la cabecera municipal con la carretera federal número 15 México- Nogales y 5 caminos rurales revestidos. Cuenta con una terminal de autobuses con servicio local y regional y dispone, en la cabecera municipal, de una aeropista

IV.5.4 Actividades económicas

Principales Sectores, Productos y Servicios Agricultura Los principales cultivos en el municipio son: frijol, sorgo, tabaco, plátano y mango. La superficie total sembrada es de 14,330 hectáreas que representan el 4% de la superficie total sembrada en el estado y el 30.23% del municipio.

IV.5.5 Actividades agrícolas

El sector agrícola es uno de los más relevantes en Tuxpan, como se mencionó anteriormente. También se producen algunas variedades de mangle, para el consumo local, y palapa para sombra en la producción del tabaco de la región, existiendo 50 unidades de producción forestal y 50 de recolección.

IV.5.6 Actividades ganaderas

La ganadería, aun cuando se desarrolla en menor escala, es importante para el abasto local; así, el municipio cuenta con 15,921 cabezas de ganado bovino, con 4,042 cabezas de porcino, 3,211 de equino y 2,697 de caprino, adicionalmente se crían 17,217 aves y se produce miel en 17 colmenas.

IV.5.7 Actividad pesquera

La zona estuarina de Tuxpan hace que el municipio sea uno de los de mayor potencial pesquero, sobre todo en camarón. El volumen de la pesca asciende a 6 toneladas anuales, entre las que destacan: la lisa, robalo, camarón, mojarra, curvina y Constantino.

IV.5.8 Actividades industriales y comerciales

En cuanto al comercio existen 672 establecimientos comerciales, de los cuales 33 son de comercio al mayoreo y 639 al menudeo. El comercio más importante es el de autopartes y refacciones para maquinaria agrícola, el de los abarrotes al medio mayoreo, el de ropa, calzado y muebles para el hogar. Población Económicamente Activa por Sector La P.E.A. municipal representa el 30% de la población total. La población productiva se distribuye de la siguiente manera: el 42.7% en actividades del sector agropecuario, el 12% en actividades del sector manufacturero y 42.2% en el sector servicios. El restante 3.1% se ubica en actividades no especificadas.

IV.5.9 Servicios y manufactura

Aunque el sector terciario es menos desarrollado que en grandes ciudades, el comercio, los servicios públicos, la educación y la salud contribuyen al Producto Total Bruto de Tuxpan. Las tiendas locales, transportes y algunos servicios en áreas urbanas contribuyen a este sector.

Se cuenta con 108 establecimientos manufactureros, 60 de los cuales pertenecen al subsector de productos alimenticios, bebidas y tabaco con una producción bruta de 7,579 miles de pesos, que representan el 82% de la producción bruta de la industria municipal. Le sigue en importancia el subsector de productos minerales no metálicos, que representa el 7% de la producción bruta del sector y el subsector de productos metálicos, maquinaria y equipo, que representa el 3% de la producción bruta del sector dentro del municipio.

IV.5.10 Actividades turísticas

Con respecto al turismo, El cerro de Peñas es uno de los principales atractivos para las personas que les gusta ir a caminar, hacer ciclismo o simplemente para apreciar su naturaleza ya que existe abundante flora y fauna, cuenta con 5 km de camino para llegar a la cima en donde se puede apreciar una hermosa vista de paisajes y pueblos vecinos, tiene una altura de 400 msnm. A cuatro kilómetros del entronque con la carretera federal México-Nogales y a la misma distancia de la cabecera municipal se ubica la zona arqueológica de Coamiles, donde se encuentran diversos petroglifos, bajorrelieves con trazos superficiales en piedra, grabados que representan fenómenos naturales y significados diversos de nuestros antepasados. Se tiene también la zona de esteros donde se puede practicar la pesca, navegar por los diversos canales que conforman la zona y por la desembocadura del río San Pedro. Un atractivo más, lo es sin duda, sus ricas flora y fauna. Sus mejores marismas se encuentran en el Ejido de unión de corrientes, municipio de Tuxpan

Destacan la parroquia de San Miguel Arcángel, que data del siglo XIX; y el edificio de la Presidencia Municipal construido a mediados del presente siglo. Fiestas, Danzas y Tradiciones Durante el mes de abril, año con año, Tuxpan celebra su feria con exposiciones ganaderas y agrícolas, eventos culturales, concursos, eventos deportivos, jaripeos y juegos pirotécnicos. La fiesta religiosa en honor de San Miguel Arcángel se celebra el día 29 de septiembre con peregrinaciones, danzas prehispánicas, bailes y juegos pirotécnicos

Recursos naturales: La diversidad ecológica, como las zonas de lagunas, ríos y paisajes rurales, presenta un potencial significativo para el desarrollo del ecoturismo.

IV.5.11 Servicios públicos

Agua potable

La cobertura de agua potable en Tuxpan es desigual. En la cabecera municipal, la mayor parte de la población tiene acceso a agua potable a través de un sistema de distribución, pero en las zonas rurales, especialmente las más alejadas, el acceso es limitado o incluso inexistente. Muchas familias en áreas rurales dependen de pozos o aguas no tratadas, lo que puede generar problemas de salud relacionados con el agua.

En cuanto a la calidad del agua, en algunas comunidades, el agua disponible no siempre cumple con los estándares de calidad, lo que aumenta el riesgo de enfermedades gastrointestinales y otras infecciones. El tratamiento y la purificación del agua es una necesidad urgente en muchas áreas del municipio.

Drenaje y saneamiento

En la cabecera municipal, la cobertura de drenaje es relativamente adecuada, aunque en algunas colonias aún existen problemas de alcantarillado debido a la expansión urbana sin la debida planificación. En las comunidades rurales, el acceso a sistemas de drenaje es más limitado, lo que provoca el vertido de aguas residuales en áreas abiertas y genera riesgos para la salud pública.

El saneamiento en muchas áreas rurales sigue siendo deficiente, ya que la falta de infraestructura adecuada hace que muchas familias dependan de letrinas o sistemas rudimentarios de disposición de aguas negras, lo que impacta negativamente en la salud pública.

Electricidad

La cobertura de electricidad es más amplia en la cabecera municipal, aunque en algunas áreas rurales se presentan fallas en el suministro o no tienen acceso a este servicio. En las zonas rurales más alejadas, las líneas eléctricas son limitadas, lo que provoca que algunas viviendas carezcan de electricidad o dependan de generadores a combustión para cubrir sus necesidades.

Aunque la infraestructura eléctrica en áreas urbanas está en constante mejora, muchas comunidades rurales aún no están completamente integradas al sistema eléctrico nacional, lo que limita su desarrollo económico y social.

Transporte

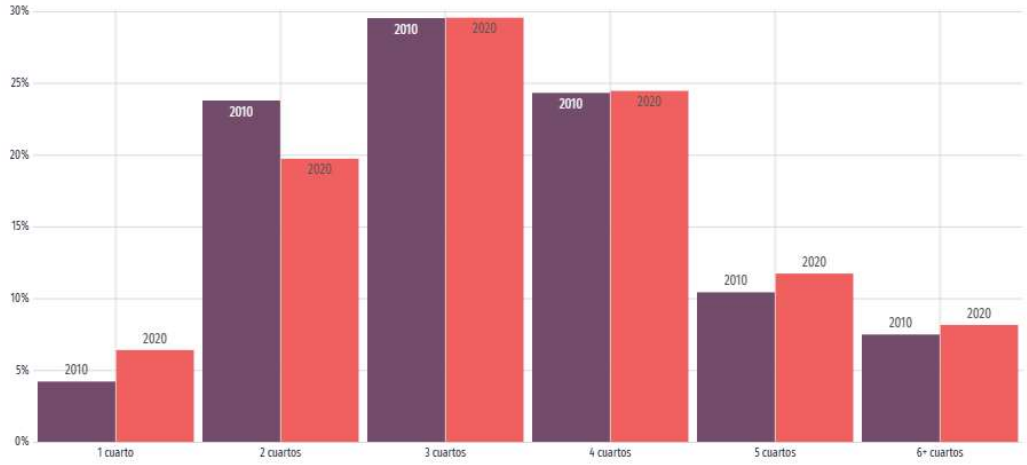
La red carretera del municipio es de aproximadamente 45.9 kilómetros, de los cuales 29.1 son alimentadores estatales pavimentados; 8km forman parte de la carretera federal número 44 la cual es la que comunica a la cabecera municipal con la carretera federal número 15 México- Nogales y 5

caminos rurales revestidos. Cuenta con una terminal de autobuses con servicio local y regional y dispone, en la cabecera municipal, de una aeropista.

IV.5.12 Vivienda

La vivienda y los servicios básicos en Tuxpan, Nayarit, son aspectos clave que impactan directamente la calidad de vida de su población. Aunque el municipio ha avanzado en algunos aspectos, todavía existen áreas rurales que enfrentan desafíos importantes en cuanto al acceso a una vivienda digna y a servicios básicos esenciales.

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 29.6% y 24.5%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 41.9% y 38%, respectivamente.

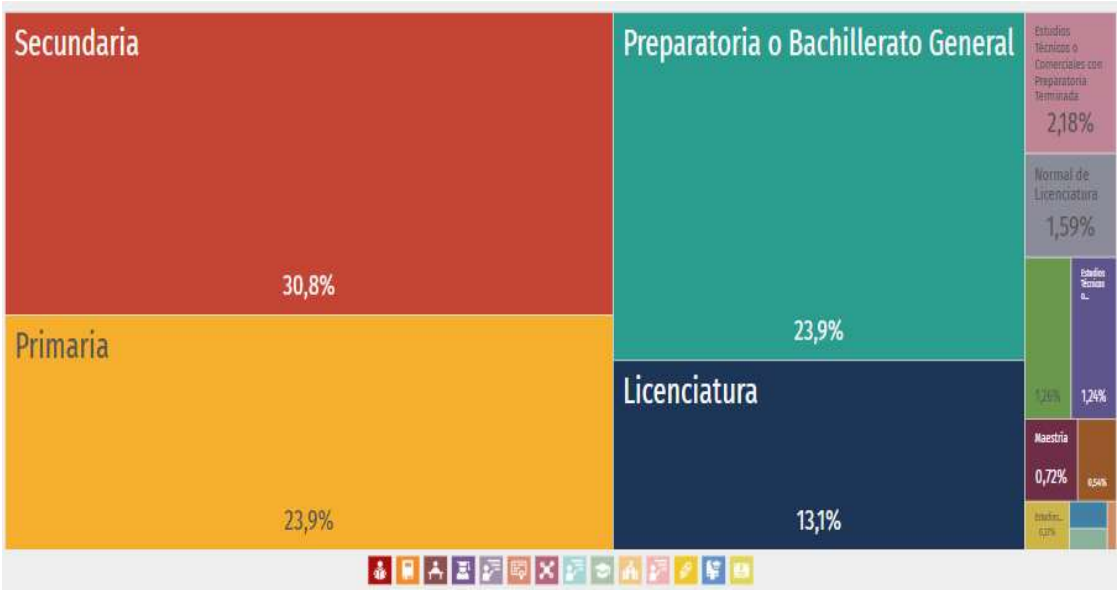


Gráfica IV.5 *Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020*

IV.5.13 Centros educativos

El municipio contaba con 13 escuelas preescolares (1.2% del total estatal), 20 primarias (1.9% del total) y nueve secundarias (1.6%). Además, el municipio contaba con cinco bachilleratos (3.1%), siete escuelas de profesional técnico (6.4%) y seis escuelas de formación para el trabajo (7.5%). El municipio no contaba con ninguna primaria indígena.

La gráfica muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en Tuxpan según el grado académico aprobado. En 2020, los principales grados académicos de la población de Tuxpan fueron Secundaria (6.75k personas o 30.8% del total), Primaria (5.25k personas o 23.9% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (5.24k personas o 23.9% del total).

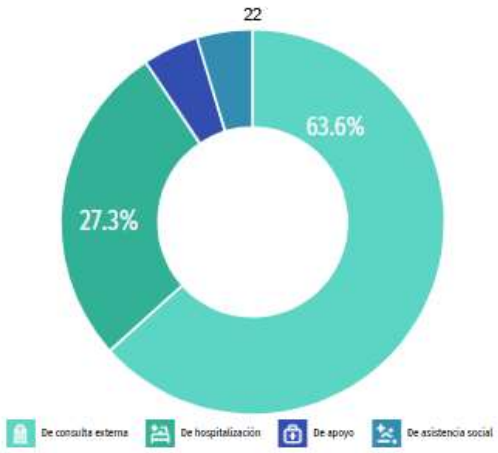


Gráfica IV.6 *Distribución de niveles de escolaridad de la población de 15 años y más en Tuxpan (Distribución de la población total)*

IV.5.14 Centros de Salud

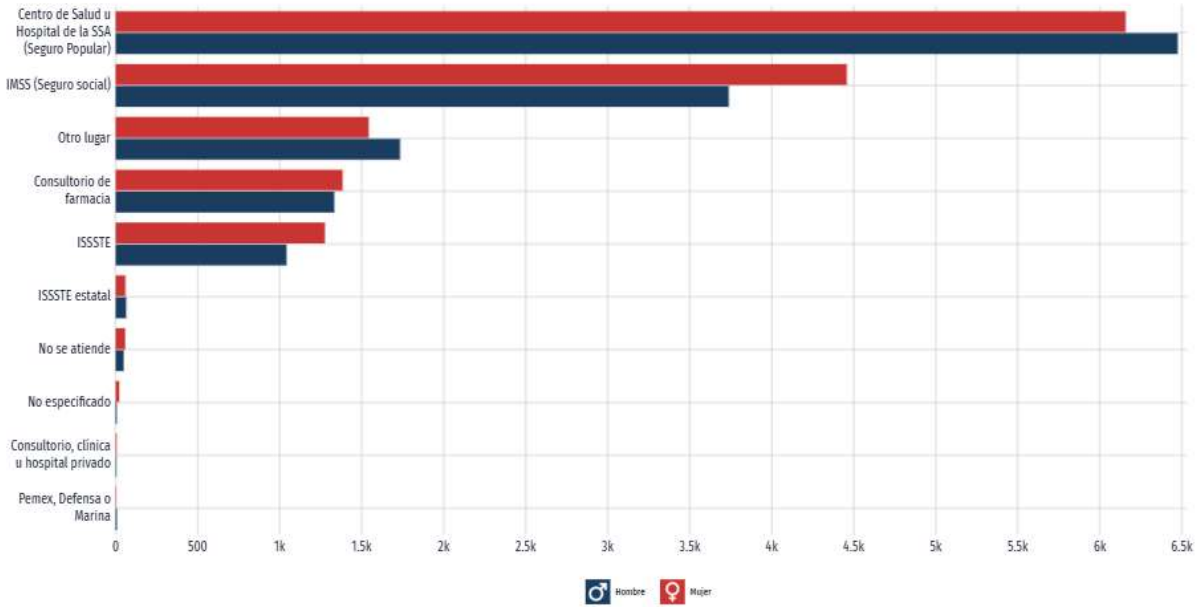
Dentro del municipio se encuentran 22 unidades de salud en total, 20 unidades en zona urbana (90.9% del total municipal) y 2 unidades de salud en zona rural (9.09% del total municipal).

En base a lo anterior, se tiene que las unidades de salud se distribuyen por tipo de institución de las cuales el 63.6% son de consulta externa con 14 unidades, el 27.3% son de hospitalización con solo 6 unidades, 4.55% son de apoyo con solo 1 unidades de salud, y de apoyo 4.55 %, es decir 1 como se observa en la siguiente gráfica.



Gráfica IV.7 *Distribución por tipo de institución*

En Tuxpan, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (12.6k), IMSS (Seguro social) (8.2k) y Otro lugar (3.28k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (13.3k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (9.03k



Gráfica IV.8 *Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo (2020)*

IV.5.15 Zonas de Recreo

Dentro de los atractivos turísticos del Municipio se encuentran la parroquia de la Purísima Concepción de San Miguel Arcángel, construido en el siglo XIX, el edificio de la Presidencia Municipal, Restaurantes tradicionales del Jardín Principal, y la plaza principal de la cabecera Municipal. Los principales centros turísticos son: la zona de humedales para la observación de aves, la desembocadura del río San Pedro, el cerro de Coamiles, su Zona Arqueológica que es un importante centro ceremonial y observatorio solar donde se pueden encontrar petroglifos de la cultura Aztatlán.

IV.6 Diagnóstico ambiental

A continuación, se presenta una evaluación integral del estado actual del medio ambiente en el Área de Estudio. El objetivo de este Diagnóstico Ambiental es identificar y resumir las condiciones ambientales actuales para poder posteriormente determinar los impactos que las acciones del proyecto podrían generar.

IV.6.1 Ubicación y contexto regional

El predio se ubica en la periferia del área de amortiguamiento del ANP Marismas Nacionales Nayarit; en el ejido de Unión de Corrientes, municipio de Tuxpan. El sitio se caracteriza por la existencia de

decenas de estanques de la misma actividad acuícola; así como también se encuentra colindante, a 400 metros de los manglares de las Marismas Nacionales Nayarit. La existencia de granjas acuícolas en la zona se debe a la abundancia de agua, mediante el aprovechamiento de esteros, humedales, lagunas, ríos y canales.

IV.6.2 Condiciones naturales del Área de Estudio

- **Clima:** cálido subhúmedo con lluvias de verano Aw2(w).
- **Riesgo por ciclones tropicales:** Medio
- **Riesgo por sequías:** Muy bajo
- **Riesgo por inundaciones:** Muy Alto
- **Riesgo por tormentas eléctricas:** Bajo
- **Riesgo por ondas cálidas:** Bajo
- **Riesgo por sismos:** Alto
- **Riesgo por tsunami:** Alto
- **Riesgo por susceptibilidad de laderas:** Muy Bajo
- **Riesgo por erupciones volcánicas:** Muy Bajo
- **Geología:** Palustre
- **Fisiografía:** Provincia: Llanura Costera del Pacífico; subprovincia: Delta del Río Grande de Santiago.
- **Edafología:** tipo de suelo: Cambisol (Cm)
- **Hidrología:** Región Hidrológica: Presidio-San Pedro, Cuenca Hidrológica: Río Acaponeta, Subcuenca: El Palote-Higueras. **Se anexa estudio hidrológico**
- **Unidades geohidrológicas:** Material No Consolidado con posibilidades bajas

IV.6.3 Caracterización del medio biótico

- **Vegetación y hábitats:** abarca 2 tipos de vegetación: el 13% de vegetación secundaria arbustiva de manglar y el resto (87%) es vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia. El manglar más cercano se encuentra a 400 metros de distancia.

- **Fauna:** dentro del Área de Influencia pueden encontrarse especies tolerantes a la urbanización, estos pueden ser algunos mamíferos pequeños, aves y reptiles; pudiendo observarse

ocasionalmente especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, como la iguana verde *(Iguana iguana*), el aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis),* aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*); por otra parte, hay indicios de la existencia de especies como el jaguar (*Panthera Onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis)* y el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus)* sin embargo, su presencia es casi nula, ya que, el jaguar y el ocelote, en especial, son especies que no toleran la presencia y actividades humanas.

IV.6.4 Caracterización del medio socioeconómico

- **Población y asentamientos humanos**
  La población en Tuxpan fue de 30,064 habitantes (49.8% hombres y 50.2% mujeres). Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (2,458 habitantes), 5 a 9 años (2,419 habitantes) y 15 a 19 años (2,368 habitantes). Entre ellos concentraron el 24.1% de la población total.

- **Actividades económicas**
  Principales Sectores, Productos y Servicios Agricultura Los principales cultivos en el municipio son: frijol, sorgo, tabaco, plátano y mango. La superficie total sembrada es de 14,330 hectáreas que representan el 4% de la superficie total sembrada en el estado y el 30.23% del municipio.

- **Infraestructura y servicios**
  El Área de Estudio, por su ubicación, no cuenta con servicios públicos. Sin embargo, la localidad más cercana es Unión de Corrientes y cuenta con el equipamiento básico de agua potable, alumbrado público, recolección de basura y dotación de energía eléctrica.

IV.6.5 Diagnóstico ambiental por componente ambiental

Con fundamento en la caracterización del Sistema Ambiental y en el análisis integral de las condiciones actuales del predio, se determina que el proyecto se ubica en una zona previamente intervenida, con vocación acuícola consolidada, dentro del entorno de la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit, donde predominan procesos productivos asociados al aprovechamiento de recursos hídricos superficiales.

Del análisis de los componentes ambientales, se desprende que el predio ya presenta modificaciones derivadas de su operación como granja acuícola, por lo que las obras y actividades propuestas se circunscriben a la adecuación y optimización de infraestructura existente, sin implicar cambio de uso de suelo, remoción adicional de cobertura vegetal natural, ni ampliación de la superficie previamente impactada. Dicho esto, en los siguientes puntos se presenta un diagnóstico ambiental por componente:

- **Atmósfera**

  El proyecto no se considera un generador importante de gases de efecto invernadero (GEI), al tratarse de un sistema semi-intensivo sin uso de aireación mecánica intensiva ni insumos energéticos elevados. Sin embargo, se recomienda implementar buenas prácticas operativas, como la optimización en el uso de alimento, el mantenimiento adecuado de motores y la reducción de tiempos de bombeo, a fin de minimizar la huella de carbono del proyecto.

  Las emisiones a la atmósfera y la generación de ruido asociadas a la operación de equipos de bombeo y maquinaria se consideran de baja magnitud, intermitentes y de alcance local, sin rebasar la capacidad de asimilación del entorno.

- **Agua**

  Por sus características físicas y las actividades a desarrollar, el proyecto podría generar afectaciones mínimas y puntuales en la calidad del agua, principalmente por el incremento de materia orgánica derivada del cultivo acuícola, así como por el manejo de combustibles, aceites y residuos sólidos durante las actividades de operación y mantenimiento.

  No obstante, las aguas residuales del cultivo serán conducidas hacia estanques de oxidación para su tratamiento previo a su descarga, permitiendo reducir la carga orgánica y sólidos suspendidos presentes en el agua. Asimismo, el proyecto contempla la correcta gestión de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos en apego a la normatividad ambiental aplicable.

  Respecto a la posible contaminación por derrame accidental de combustibles, grasas o aceites, existe una baja probabilidad de ocurrencia, considerando que las cantidades a utilizar serán mínimas y manejadas por personal capacitado, además de contemplarse medidas preventivas y de atención inmediata.

- **Encauzamiento o disminución en el nivel del agua de cuerpos hídricos cercanos**

  Con respecto al posible cambio de encauzamiento o disminución en el nivel del agua de cuerpos hídricos cercanos, particularmente del estero Ticha/Corrientes, derivado de una supuesta extracción excesiva de agua por parte del proyecto, se considera que dicho escenario no es viable. Lo anterior debido a que, como se mencionó anteriormente, el estero Ticha/Corrientes forma parte del sistema lagunar-estuarino asociado a Agua Brava y la Laguna Grande de Mexcaltitán, cuerpos de agua que mantienen una conexión hidrológica permanente con el océano Pacífico a través de las bocas de Palmar de Cuautla y Boca de Camichín,

respectivamente; además dicho estero, también recibe aportaciones de agua dulce del cuerpo de agua tipo perenne conocido como río San Pedro.

En este sentido, la dinámica hidrológica del sistema está regulada principalmente por el régimen de mareas, los aportes fluviales y el intercambio continuo de agua con el medio marino, lo que genera una renovación constante del recurso hídrico y una estabilidad natural en los niveles del agua. Por ello, **el volumen requerido para la operación de la granja acuícola no representa una extracción capaz de modificar el comportamiento hidrodinámico del estero, ni de provocar su desecación, disminución significativa de nivel o alteración de su cauce natural.**

Por otra parte, el proyecto contará con dos estanques de oxidación destinados al tratamiento de las aguas residuales generadas durante el cultivo de tilapia. Dichos estanques permitirán la sedimentación y degradación natural de la materia orgánica presente en el agua utilizada durante la operación de la granja. Posteriormente, una vez que el agua haya pasado por el proceso de tratamiento, ésta será reincorporada al mismo cuerpo de agua del cual fue extraída, favoreciendo así la recirculación y reduciendo la posibilidad de afectaciones al equilibrio hidrológico y ambiental del sistema lagunar-estuarino.

- **Suelo**

  Las obras y actividades del proyecto no modifican significativamente el uso de suelo predominante del área, tomando en cuenta que el predio ya presenta alteraciones previas derivadas de actividades acuícolas y agropecuarias desarrolladas históricamente en la zona. Asimismo, el proyecto se desarrollará dentro de un predio previamente intervenido y actualmente en operación. Las actividades de conformación de bordos serán puntuales y se realizarán dentro de áreas previamente modificadas, sin contemplarse el uso intensivo de sustancias contaminantes.

- **Fauna**

  En relación con la fauna silvestre, y aun cuando el Sistema Ambiental regional se encuentra asociado a las Marismas Nacionales Nayarit puede albergar especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determina que la operación continua del sitio y el grado de perturbación existente limitan su uso como hábitat relevante, por lo que las posibles afectaciones se restringen a perturbaciones de baja magnitud, sin incidencia significativa sobre poblaciones o procesos ecológicos a nivel regional.

- **Flora**

  El cultivo semi intensivo de tilapia puede generar impactos sobre los manglares debido principalmente al aporte de nutrientes, materia orgánica y sólidos provenientes del alimento balanceado y de las excretas de los organismos. No obstante, dichos impactos suelen ser controlables y reversibles cuando el sistema cuenta con infraestructura de tratamiento, como los estanques de oxidación que se plantean construir; así como el manejo adecuado de densidades de cultivo y control en la dosificación del alimento.

  En consecuencia, bajo condiciones de operación controlada y aplicando medidas preventivas y de mitigación, el proyecto no se considera susceptible de ocasionar daños severos, permanentes o irreversibles al ecosistema de manglar circundante.

IV.7 Conclusión

En términos acumulativos, no se identifican efectos adversos significativos adicionales a los ya existentes en la zona, en virtud de que el proyecto se inserta en una matriz productiva previamente establecida y no implica la introducción de nuevas actividades con mayor grado de impacto.

Derivado de lo anterior, se concluye que las obras y actividades del proyecto, en su condición actual y con las modificaciones propuestas, no generarán desequilibrios ecológicos ni rebasarán los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas aplicables en materia ambiental. Por el contrario, la implementación de infraestructura complementaria para el tratamiento de efluentes y la plantación con especies nativas que se propone en esta MIA-P, representa una mejora en el desempeño ambiental del sitio, contribuyendo a la protección de los ecosistemas asociados a la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit.

En consecuencia, se determina la viabilidad ambiental del proyecto, condicionada al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental señaladas en el presente estudio, así como de la normatividad aplicable.

ÍNDICE

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....2
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 2
V.1.1. Metodología 2
V.1.2 Actividades del proyecto que pueden generar una afectación a los elementos o procesos del sistema ambiental (filas en la matriz de Interacciones) 6
V.1.3 Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras del proyecto (Columnas en la matriz de Interacciones) 7
V.2 Aplicación de la metodología 8
V.2.1 Aspectos considerados para la identificación, predicción y evaluación del IA 8
V.2.2 Análisis Espacial 8
V.2.3 Obtención de los valores de los índices utilizados 9
V.2.4 Discusión de la Matriz: Impactos ambientales identificados en la Matriz de Leopold: 16
V.3 Conclusión general 18

V.IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos que pudieran generar cada una de las etapas del proyecto sobre los componentes y procesos ambientales y socioeconómicos de su entorno descritos en el *Capítulo IV*.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Es importante que el evaluador esté enterado que la identificación de impactos a que se refiere este capítulo no lleva implícita la aplicación de medidas para mitigar o eliminar el riesgo del impacto. Esto significa que se califica al impacto ambiental sin la aplicación de la medida que soluciona, reduce o compensa el daño o riesgo.

V.1.1. Metodología

Existen múltiples metodologías que permiten la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales entre las cuales se debe seleccionar aquella que sea la más efectiva para alcanzar el objetivo planteado acorde a las condiciones particulares del proyecto y que permita, de forma simple, resumir los impactos ambientales significativos.

En el presente estudio se seleccionaron tres metodologías que son complementarias entre sí, con el fin de identificar claramente los factores ambientales y las áreas ecológicamente sensibles presentes en la región y su relación con el área del proyecto, y realizar la identificación, predicción y evaluación de los impactos y la toma de decisiones. Para la selección de estas metodologías se han considerado: el tipo de proyecto, su magnitud y complejidad, las características del medio físico-biótico y social potencialmente afectable, las etapas del proyecto, los recursos e información y documentación disponible, y el conocimiento del entorno.

Metodologías utilizadas en el presente estudio

- Análisis espacial
- Variación de la matriz de Leopold
- Método Conesa simplificado

Análisis espacial

Consiste en la sobre posición de mapas que representan la distribución espacial de las características ambientales más significativas y de las áreas ecológicamente sensibles en las que se inscribe el proyecto en estudio, con el fin de identificar los límites del análisis, limitantes ambientales y factores ambientales afectables que servirán de base para la matriz de interacciones. Debido a que este método está orientado

espacialmente, tiene gran capacidad para comunicar de forma clara los aspectos espaciales de los impactos potenciales.

Variación de la Matriz de Leopold

La Matriz de Leopold consiste en una tabla de doble entrada, que incluye en uno de sus ejes las acciones que causan impacto ambiental y en el otro, las condiciones o factores ambientales que pueden ser afectados.

Este formato permite recordar las múltiples interacciones que pueden involucrarse entre actividades y factores ambientales. Se conforma de tres pasos básicos:

1. Elaboración de la matriz. La matriz muestra creada por Leopold et al, 1971, enlista en horizontal 100 acciones, y en vertical 88 factores ambientales, dando un total de 8,800 interacciones posibles, de las cuales sólo unas cuantas podrán involucrar impactos de una magnitud e importancia tal que requieran tratamiento comprensivo. Aunque los elementos contenidos en esta matriz representan la mayoría de las acciones básicas y factores ambientales con mayor probabilidad de estar involucrados en el amplio rango de desarrollos que requieren el reporte de sus impactos ambientales, no todos aplican a todos los proyectos; inclusive, puede que no incluya todos los elementos necesarios para realizar un análisis completo de cualquier proyecto propuesto. Por lo tanto, siendo que el código y formato permiten una fácil expansión para incluir elementos adicionales, para cada caso se debe ajustar la matriz a los elementos aplicables al proyecto evaluado. Pruebas preliminares sugieren que un análisis de un proyecto típico usualmente contiene entre 25 y 50 interacciones aplicables (Leopold et al, 1971). ***Para el caso que nos concierne en el presente estudio se han seleccionado una serie de acciones y factores ambientales acorde al proyecto mismo y a las condiciones ambientales propias del entorno en el que éste se inscribe, mismos que se describen en los apartados V.1.2 y V.1.3 y se ha invertido la matriz, colocando en vertical las acciones y en horizontal los factores ambientales.***

2. Método Conesa simplificado[1]. En base al Método Conesa simplificado se establecen los criterios de evaluación de los impactos ambientales identificados en la matriz de Leopold, mismos que a continuación se muestran:

Tabla V.1 *Criterios de evaluación de los impactos ambientales*

Criterios		Significado	Calificación	
Signo	+/-	Hace alusión al carácter *benéfico* (+) o *perjudicial* (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	Benéfico	+
			Perjudicial	-

[1] http://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual_EIA_Jorge%20Arboleda.pdf

Intensidad	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. Varía entre 1 y 12, siendo 12 la expresión de la destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una mínima afectación.	Baja	1
			Media	2
			Alta	4
			Muy Alta	8
			Total	12
Extensión	EX	Área de Influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, pudiendo ser puntual (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo el impacto será Total (8). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondía en función del % de extensión en que se manifiesta.	Puntual	1
			Parcial	2
			Extensa	4
			Total	8
			Crítica	(+4)
Momento	MO	Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, Largo Plazo (1).	Inmediato	1
			Medio plazo	2
			Largo plazo	4
			Crítico	(+4)
Persistencia	PE	Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.	Fugaz	1
			Temporal	2
			Permanente	4
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deje de actuar sobre el medio.	Corto plazo	1
			Medio plazo	2
			Irreversible	4
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la	Recuperable inmediato	1
			Recuperable a medio plazo	2
			Mitigable o compensable	4

		acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de ocho (8). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será cuatro (4)	Irrecuperable	8
Sinergia	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.	Sin sinergismo (simple)	1
			Sinérgico	2
			Muy sinérgico	4
Acumulación	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).	Simple	1
			Acumulativo	4
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.	Indirecto (secundario)	1
			Directo	4
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).	Irregular o aperiódico o discontinuo	1
			Periódico	2
			Continuo	4

Una vez identificados los valores de cada uno de los criterios, se obtiene la **Importancia (I)** del impacto ambiental, aplicando el siguiente algoritmo:

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Después de identificada la Importancia del impacto, de acuerdo con los valores asignados a cada criterio, la importancia del impacto puede variar entre 13 y 100 unidades que de acuerdo con el reglamento de EIA español. A continuación, se señalan las características de los impactos ambientales que fueron utilizados para calificar su grado de afectación en la matriz de interacciones.

Tabla V.2 *Rango de los valores de Importancia de los impactos ambientales*

Rango	Importancia de los impactos
<25	Irrelevantes o compatibles
25-50	Moderados
50-75	Severos
>75	críticos

Con esta apertura, se ha hecho una Variante de la Matriz de Leopold utilizando los criterios para valorar los impactos ambientales que se describen en el apartado V.2.2 y un sistema de valoración cualitativo propio descrito en el apartado V.2.3. El proceso consiste en evaluar cada una de las acciones y su efecto sobre los factores ambientales considerando los criterios antes referidos y anotando en cada casilla la valoración respectiva del impacto ambiental para cada una de las etapas del proyecto.

3. Proceso de discusión. La matriz es sólo el resumen de la evaluación de impacto, debe seguirle una discusión del razonamiento detrás de la valoración, describiendo las acciones que tengan un efecto significativo con cuidado de no diluirlo con discusiones triviales de impactos no significativos. La discusión requerirá de las principales características, físicas y ecológicas, del ambiente y algunas de las características importantes de las acciones que dominan el impacto ambiental, basado en lo señalado en capítulos anteriores. **Esta discusión se presenta en el apartado V.2.4**

V.1.2 Actividades del proyecto que pueden generar una afectación a los elementos o procesos del sistema ambiental (filas en la matriz de Interacciones)

Acciones del proyecto que podrían causar impactos ambientales, por etapa:

Tabla V.3 *Actividades del proyecto que pueden generar una afectación a los elementos o procesos del sistema ambiental*

Actividades a realizar	Actividad generadora de impacto ambiental
Preparación del sitio y construcción	
• Formación de 2 estanques de oxidación • Construcción de compuertas de drenado.	Generación de aguas residuales
	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)
	Generación de gases de efecto invernadero (GEI)
	Contaminación por posible derrame de sustancias peligrosas
Operación y mantenimiento	
Actividades propias de la operación y mantenimiento de una granja acuícola semi-intensiva para el cultivo de tilapia.	Generación de aguas residuales
	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)
	Generación de gases de efecto invernadero (GEI)
	Generación de ruido (contaminación sonora)
	Contaminación por derrames de sustancias peligrosas
	Plantación de especies nativas

Abandono de sitio:
El sitio presenta condiciones favorables para una recuperación natural gradual, debido a que la infraestructura asociada al cultivo semi intensivo consiste principalmente en bordos rústicos de tierra y estanques excavados, sin la presencia significativa de estructuras permanentes o superficies impermeabilizadas.

V.1.3 Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras del proyecto (Columnas en la matriz de Interacciones)

Se ha realizado el análisis de los elementos y procesos, del sistema ambiental en el que se inscribe el proyecto, que pudieran ser afectados por las obras y actividades a realizar, resultando *los **Diagramas V.1*** y ***V.2**:*

***Diagrama V.1** Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras (Factor ambiental)*

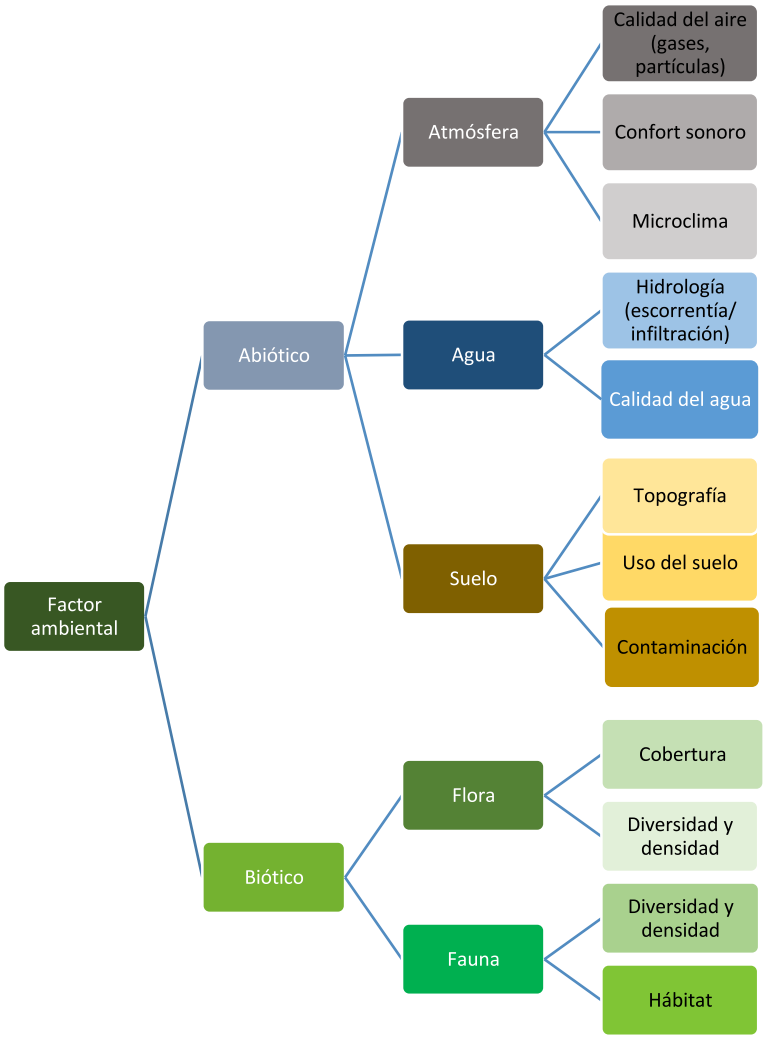
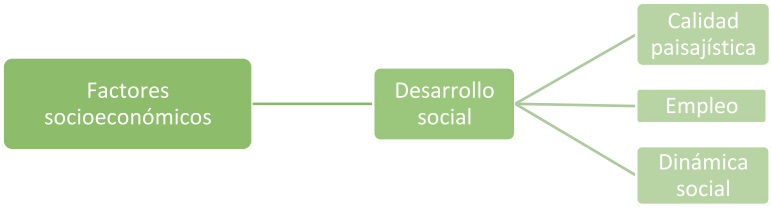


Diagrama V.2 *Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras (Factor socioeconómico)*



V.2 Aplicación de la metodología

V.2.1 Aspectos considerados para la identificación, predicción y evaluación del IA

a. Mediante las visitas de campo se analizaron los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del Área de estudio y del Área de Influencia y se complementó la información con una revisión bibliográfica. Esta información se presenta en el *Capítulo IV* del presente documento.

b. Se realizó el análisis espacial utilizando cartografía de INEGI y otras dependencias gubernamentales y las imágenes satelitales de *Google Earth*, sobre las cuales se georreferenció el polígono del Área de Estudio, con el fin de identificar la relación del proyecto con áreas ecológicamente sensibles y demás factores ambientales.

c. La metodología seleccionada sumada a la investigación de campo, proporciona los elementos suficientes y fidedignos para poder realizar una correcta evaluación de impactos ambientales, es fundamental considerar como complemento de la metodología de evaluación lo dicho en el marco de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con el fin de contar con todos los elementos de juicio que corresponden al proyecto presentado a su consideración.

V.2.2 Análisis Espacial

Se realizó la georreferenciación y análisis cartográfico basado en cartas temáticas y mapas generados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el manejo de imágenes satelitales históricas de Google Earth.

Las imágenes cartográficas utilizadas para la identificación de impactos ambientales y su respectiva descripción se ilustran en el *Capítulo IV* del presente documento.

Tabla V.4 *Matriz de interacciones de Leopold para la identificación de impactos ambientales y socioeconómicos respecto a las diferentes etapas del proyecto*

Factor ambiental		Componente ambiental	Actividad generadora de impacto ambiental					
			Generación de aguas residuales	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Generación de gases de efecto invernadero (GEI)	Generación de contaminación sonora	Contaminación por derrames de sustancias peligrosas	Plantación de especies nativas
Abiótico	Atmósfera	Calidad del aire	-	-	-		-	+
		Confort sonoro				-		+
		Microclima	-	-	-		-	+
	Agua	Hidrología (escorrentía/ infiltración)		-				+
		Calidad del agua	-	-			-	+
	Suelo	Uso del suelo	-	-	-		-	+
		Propiedades fisicoquímicas	-	-			-	+
Biótico	Flora	Cobertura	-	-	-		-	+
		Diversidad	-	-	-		-	+
		Densidad	-	-	-		-	+
	Fauna	Diversidad	-	-	-	-	-	+
		Densidad	-	-	-	-	-	+
		Hábitat	-	-	-	-	-	+
Socio-económico	Desarrollo social	Calidad paisajística	-	-	-		-	+
		Empleo	+	+	+	+	+	+

V.2.3 Obtención de los valores de los índices utilizados

En base a los valores expuestos en la ***Tabla V.4***, se evaluará el impacto de cada una de las interacciones presentadas, presentando una descripción del defecto.

Tabla V.5 *Valoración de los impactos generados en función al proyecto*

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
Atmósfera	Calidad del aire	Generación y descarga de aguas residuales	Las aguas residuales que genera el proyecto, producen olores fétidos y GEI (Gases de Efecto Invernadero).	1	2	1	1	2	2	2	4	4	1	**24**	**Irrelevante**
		Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Al descomponerse, los RSU generan olores fétidos y GEI.	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	**15**	**Irrelevante**
		Generación de gases de efecto invernadero (GEI)	Los motores de los cárcamos, pangas, vehículos y de la maquinaria, así como la posible quema de RSU generan gases de efecto invernadero (GEI).	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	**18**	**Irrelevante**
		Contaminación por posible derrame de sustancias peligrosas	El posible derrame de sustancias como combustibles y lubricantes que utilizan los motores, vehículos y maquinaria contaminan y merman la calidad del aire.	1	1	1	1	2	2	1	1	4	1	**18**	**Irrelevante**
		Plantación de especies nativas	La plantación de arbolado mejora la calidad del aire	2	2	2	2	4	2	2	4	4	2	**32**	**(+) Moderado**
	Confort sonoro	Contaminación sonora	La utilización de maquinaria y motores de combustión interna producen contaminación sonora.	2	1	2	2	4	2	2	1	1	2	**24**	**Irrelevante**
		Plantación de especies nativas	La presencia de individuos arbóreos amortiguan y disipan los sonidos fuertes	1	2	2	1	1	1	1	1	4	1	**19**	**(+) Irrelevante**

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
	Microclima	Generación de aguas residuales	La generación de aguas residuales sin un adecuado tratamiento merman las condiciones del microclima y todos los componentes ambientales	1	1	2	1	1	1	2	4	1	2	**19**	**Irrelevante**
		Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	La generación de RSU al medio ambiente sin un manejo correcto, merman las condiciones del microclima.	1	1	2	1	1	1	2	4	1	2	**19**	**Irrelevante**
		Generación de gases de efecto invernadero (GEI)	Los GEI que el proyecto produce mediante los motores de combustión interna, merman las condiciones del microclima.	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	**17**	**Irrelevante**
		Contaminación por posible derrame de sustancias peligrosas	Los combustibles y lubricantes automotrices que utilizan los motores de combustión interna podrían derramarse y afectar al microclima. Este impacto es poco probable.	2	1	2	2	4	2	2	1	1	2	**24**	**Irrelevante**
		Plantación de especies nativas	La presencia de individuos de flora, en especial el manglar, ayudan a mejorar la calidad del microclima donde sean plantados.	2	1	2	2	4	2	2	4	4	2	**30**	**(+) Moderado**
Agua	**Hidrología (escorrentía, infiltración)**	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Los RSU pueden alterar el curso de la escorrentía de un cuerpo de agua, así como mermar la infiltración pluvial al subsuelo.	1	1	2	2	4	2	2	1	1	2	**21**	**Irrelevante**

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
		Plantación de especies nativas	La presencia de individuos de flora ayudan a la infiltración del agua pluvial.	1	1	4	2	4	2	2	4	4	2	**29**	**(+) Moderado**
	Calidad del agua	Generación de aguas residuales	La descarga de aguas residuales sin un correcto tratamiento podrían contaminar considerablemente a los cuerpos de agua cercanos.	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2	**34**	**Moderado**
		Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Contaminación de cuerpos de agua superficiales y/o subterráneos por un mal manejo de los RSU.	2	1	4	2	2	2	2	1	4	2	**27**	**Moderado**
		Contaminación por posible derrame de sustancias peligrosas	El derrame de una sustancia peligrosa como lubricantes o combustibles, podrían contaminar los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Este impacto es poco probable.	2	1	4	2	2	2	2	1	4	1	**26**	**Moderado**
		Plantación de especies nativas	La presencia de individuos de flora filtran el agua de manera natural	1	1	2	2	4	2	2	4	4	2	**27**	**(+) Moderado**
Suelo	**Uso de suelo**	Generación de aguas residuales	La mala disposición y el exceso de estos residuos pueden provocar el cambio de uso de suelo en el sitio.	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	**16**	**Irrelevante**
		Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	El mal manejo de los RSU puede provocar el cambio de uso de suelo en el sitio.	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	**16**	**Irrelevante**

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
		Generación de gases de efecto invernadero (GEI)	La quema de vegetación es uno de los principales métodos con las que se incurre en el cambio de uso de suelo de terrenos naturales o forestales.	1	1	2	2	2	2	2	4	1	2	**22**	**Irrelevante**
		Contaminación por posible derrame de sustancias peligrosas	El derrame de una sustancia peligrosa, puede provocar el cambio de uso de suelo. Este impacto sería esporádico y poco probable.	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	**15**	**Irrelevante**
		Plantación de especies nativas	La presencia de especies nativas de flora conserva el uso de suelo forestal	2	1	2	2	4	2	2	4	4	2	**30**	**(+) Moderado**
	Propiedades fisicoquímicas	Generación de aguas residuales	Contaminación del suelo por no llevar a cabo el tratamiento de las aguas residuales generadas por el proyecto.	1	1	2	2	4	2	2	4	4	2	**27**	**Moderado**
		Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Contaminación del suelo por un mal manejo de los RSU.	1	1	2	2	2	2	2	4	4	2	**25**	**Moderado**
		Contaminación por posible derrame de sustancias peligrosas	El derrame de una sustancia peligrosa como lubricantes o combustibles, podrían contaminar el suelo y cambiar sus propiedades. Este impacto sería poco probable.	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	**22**	**Irrelevante**
		Plantación de especies nativas	La presencia de especies nativas de flora conserva y/o mejora las propiedades físico químicas del suelo	1	1	2	2	4	2	2	4	4	2	**27**	**(+) Moderado**

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
Flora	Cobertura, diversidad y densidad	Generación de aguas residuales	La contaminación del suelo y/o cuerpos de agua por no llevar a cabo el tratamiento de las aguas residuales generadas por el proyecto afectaría a la vegetación existente.	2	2	2	2	4	2	2	4	4	2	**32**	**Moderado**
		Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Contaminación del suelo por un mal manejo de los RSU afectaría a la vegetación existente.	1	2	1	2	2	2	2	4	4	2	**26**	**Moderado**
		Generación de gases de efecto invernadero (GEI)	La generación de GEI afecta directamente a la vegetación existente. (El proyecto no genera en grandes cantidades)	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	**18**	**Irrelevante**
		Contaminación por posible derrame de sustancias peligrosas	Derivado de algún derrame, se podría afectar a la vegetación existente.	1	2	1	4	2	2	2	1	1	2	**22**	**Irrelevante**
		Plantación de especies nativas	La presencia de especies nativas de flora, aumenta y conserva a las especies de flora nativas	2	2	2	2	4	2	2	4	4	2	**32**	**(+) Moderado**
Fauna	Diversidad, densidad y hábitat	Generación de aguas residuales	Alguna especie de fauna pudiera intoxicarse o morir por el consumo de aguas residuales.	1	2	2	2	2	2	4	1	2	2	**24**	**Irrelevante**
		Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Alguna especie de fauna pudiera intoxicarse o morir por el consumo de un RSU.	1	2	1	1	2	2	2	1	4	2	**22**	**Irrelevante**
		Generación de gases de efecto invernadero (GEI)	La generación de GEI afecta directamente a la fauna existente. (El proyecto no genera en grandes cantidades)	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	**18**	**Irrelevante**

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
		Generación de ruido	Los ruidos que se generan por actividades antropogénicas ahuyentan a la fauna existente.	2	2	2	2	2	2	2	4	1	2	**27**	**Moderado**
		Contaminación por posible derrame de sustancias peligrosas	Alguna especie de fauna pudiera intoxicarse o morir por el consumo de estas sustancias. Impacto poco probable	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	**18**	**Irrelevante**
		Plantación de especies nativas	Las especies nativas de flora sirven como hábitat, alimento, etc. para la fauna.	2	2	2	2	4	2	2	4	4	2	**32**	**(+) Moderado**
Socio-económico	**Calidad paisajística**	Generación de aguas residuales	Inadecuada disposición de aguas residuales merma las condiciones paisajísticas de la zona.	1	2	1	1	1	1	1	1	4	1	**18**	**Irrelevante**
		Generación de residuos sólidos urbanos (RSU)	Los residuos mal dispuestos disminuyen la calidad del paisaje de lo zona.	1	2	4	2	2	2	2	1	4	1	**25**	**Moderado**
		Generación de gases de efecto invernadero (GEI)	La generación de GEI afecta directamente a la vegetación existente.	1	2	2	1	1	1	1	1	4	1	**19**	**Irrelevante**
		Contaminación por posible derrame de sustancias peligrosas	La contaminación con sustancias peligrosas puede mermar las condiciones del paisaje de la zona. Este impacto es poco probable.	1	2	2	1	1	1	1	1	4	1	**19**	**Irrelevante**
		Plantación de especies nativas	Las especies nativas de flora sirven como hábitat, alimento, etc para la fauna.	2	2	4	4	4	2	2	4	4	2	**36**	**(+) Moderado**

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
	Empleo	Benéfico en todos los puntos anteriores	En general para aplicar las medidas de prevención, mitigación y compensación a los impactos ambientales se necesitará la contratación de personal de la zona y se invertirá en materiales, insumos y equipos, lo cual ayuda al desarrollo económico local.	2	2	4	2	2	2	2	1	1	2	**26**	**Moderado (+)**

V.2.4 Discusión de la Matriz: Impactos ambientales identificados en la Matriz de Leopold:

La identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales se realizó considerando los siguientes factores:

I. El Componente Ambiental, su estado sin proyecto, descrito en el *Capítulo IV*.
II. El factor ambiental que será perturbado, modificado o afectado (impacto).
III. Las actividades que generarán dicho impacto, mismas que resultaron del *Capítulo II*.
IV. Las características del impacto según los criterios indicados en el punto V.1.2.

A continuación, se presenta una discusión de los impactos ambientales significativos que pueden darse en las diferentes etapas del proyecto. La discusión se realiza por componente ambiental y su respectivo factor ambiental, tomando especial cuidado en no diluir las afectaciones significativas con discusiones triviales de impactos no significativos; sin embargo, de manera previa se presenta una breve referencia a los aspectos más importantes del proyecto y su entorno considerados durante la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales:

Se determina que el proyecto se desarrollará dentro de un predio previamente intervenido y actualmente en operación como granja acuícola, por lo que las obras propuestas corresponden principalmente a la adecuación y optimización de infraestructura existente, sin implicar cambio de uso de suelo, remoción adicional de vegetación natural ni ampliación de la superficie impactada.

Atmósfera – Impacto ambiental: Irrelevante

Las emisiones atmosféricas y la generación de ruido derivadas de la operación de equipos de bombeo y maquinaria serán de baja magnitud, temporales e intermitentes, sin rebasar la capacidad de asimilación

del entorno. Asimismo, el proyecto no representa una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero.

Agua – Impacto ambiental: Moderado

El componente hídrico constituye el factor ambiental de mayor sensibilidad para el proyecto, debido a la posible generación de materia orgánica, sólidos suspendidos y riesgos asociados al manejo de combustibles y residuos. No obstante, el proyecto contempla la implementación de dos estanques de oxidación para el tratamiento de aguas residuales y una PTAR para el tratamiento de las aguas residuales que se generan en el sanitario y cocina, así como otras medidas de manejo ambiental orientadas a minimizar riesgos de contaminación.

Asimismo, se determinó que el volumen de agua requerido para la operación de la granja no es susceptible de alterar el comportamiento hidrológico del estero Ticha/Corrientes ni provocar disminuciones significativas en su nivel, debido a la dinámica natural de renovación hídrica del sistema lagunar-estuarino asociado a Marismas Nacionales.

Suelo – Impacto ambiental: Irrelevante

Las actividades proyectadas no modificarán significativamente las características físicas ni el uso actual del suelo, tomando en cuenta que el predio presenta antecedentes de intervención por actividades acuícolas y agropecuarias. Las obras de conformación de bordos y adecuación de infraestructura se desarrollarán únicamente dentro de áreas previamente impactadas.

Fauna – Impacto ambiental: Irrelevante

Si bien, el sistema ambiental regional forma parte del entorno de la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit, el grado de perturbación existente y la operación continua del sitio limitan su funcionalidad como hábitat relevante para fauna silvestre. En consecuencia, las posibles afectaciones se consideran de baja magnitud y alcance local.

Contaminación lumínica

El proyecto no contempla la instalación ni operación de sistemas de iluminación exterior permanente asociados a las áreas operativas de la granja acuícola, tales como estanques, bordos, caminos internos o áreas de manejo, por lo que no se prevé la generación de contaminación lumínica susceptible de alterar las condiciones naturales del entorno.

En virtud de lo anterior, no se considera necesaria la implementación de medidas específicas de prevención o mitigación relacionadas con contaminación lumínica, debido a que el proyecto no generará niveles de iluminación artificial capaces de modificar el comportamiento de la fauna silvestre, alterar ciclos biológicos nocturnos o afectar la calidad ambiental del paisaje nocturno en el área de influencia.

Flora – Impacto ambiental: Moderado

El componente vegetal, particularmente los ecosistemas de manglar presentes en zonas cercanas, podría verse afectado indirectamente por aportes de nutrientes y materia orgánica derivados de la operación acuícola. Sin embargo, dichos efectos se consideran controlables y reversibles mediante la operación de los estanques de oxidación, el manejo adecuado de densidades de cultivo y la aplicación de medidas preventivas y de mitigación ambiental.

V.3 Conclusión general

De manera integral, el proyecto no generará impactos ambientales severos ni críticos, toda vez que se desarrolla dentro de una unidad productiva previamente establecida y contempla infraestructura orientada al mejoramiento del desempeño ambiental del sitio, particularmente en materia de tratamiento de efluentes.

En términos generales, los impactos identificados corresponden principalmente a categorías de irrelevantes y moderados, sin que se prevean afectaciones permanentes, irreversibles o capaces de provocar desequilibrios ecológicos significativos dentro del sistema ambiental regional.

Por el contrario, la implementación de medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental, así como la construcción de infraestructura complementaria para el tratamiento de aguas residuales, contribuirán a reducir riesgos de afectación al sistema lagunar-estuarino asociado a la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit, determinándose así la viabilidad ambiental del proyecto, condicionada al cumplimiento de las medidas señaladas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

ÍNDICE

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 2
VI.1 Descripción del programa de medidas preventivas, correctivas o de mitigación enlistadas por etapa del proyecto y por componente ambiental: 2
VI.2 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 16
VI.3 Impactos residuales 16
VI.4 Programa de vigilancia ambiental 16
VI.5 Programa de Manejo de Sustancias y/o Residuos Peligrosos 16
VI.6 Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial 19
VI.7 Medidas de Compensación y/o Restauración de los daños ocasionados por las obras 21
VI.7.1 Plantación de especies nativas 21
VI.7.2 Elaboración de informes e indicadores de eficacia 39

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se puntualizan las medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados a partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold (*Capítulo V*) y de la cartografía ambiental (*Capítulo IV*). Las medidas que se proponen pretenden minimizar o anular el efecto negativo de los impactos identificados. Las medidas preventivas, de mitigación y correctivas señaladas para el proyecto son específicas para los impactos ambientales que pudieran derivarse de todas las etapas a realizar del proyecto y se sustentan en la premisa de que siempre es mejor no producir los impactos, que establecer medidas correctivas.

A partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold y de la cartografía ambiental se han determinado las medidas preventivas y de mitigación para los casos identificados como impactos ambientales de significancia *irrelevante, moderada y severa*, en las etapas del proyecto. Derivado del análisis anterior, se establecen medidas que se deberán llevar a cabo durante las etapas del proyecto para reducir su participación en los impactos residuales, es decir, en la suma de impactos ambientales que ejercen cada una de las obras, actividades o acciones sobre el Área de Estudio, y que en sí mismos y de forma individual se identifican como impactos no significativos, pero su acumulación en tiempo y cantidad representan un impacto significativo de alto riesgo para el equilibrio del ecosistema.

VI.1 Descripción del programa de medidas preventivas, correctivas o de mitigación enlistadas por etapa del proyecto y por componente ambiental:

A partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold, (*Capítulo V*) y de la cartografía ambiental se han determinado las medidas preventivas y de mitigación correctivas para los impactos por cada componente.

Tabla VI.1 *Medidas de prevención y/o mitigación a los impactos ambientales por componente ambiental*

ATMOSFERA	
Impacto Ambiental: Calidad de aire, confort sonoro y microclima	
Medida de prevención y/o mitigación	**Parámetro de control (valor)**
Generación de gases de efecto invernadero	
Todo motor de combustión interna que sea utilizado en las diferentes etapas del proyecto, que utilice gasolina o diésel como combustible, y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, deberá cumplir con las normas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017. De no cumplir con	**Bitácora de supervisión del mantenimiento vehicular** • Control de mantenimiento de vehículos y maquinaria.

dichas normas, estos no podrán ser utilizados para ninguna actividad directa o indirecta del proyecto.	• Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres autorizados, cumplir con las normas NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017).
Se llevará a cabo la construcción/modificación de las obras existentes para añadir 2 estanques extras, estos funcionarán como estanques de oxidación/ sedimentación para el tratamiento de las aguas residuales que el cultivo de tilapia genera. El tratamiento de aguas residuales ayuda a mitigar los GEI que estas generan.	**Bitácora de supervisión de la calidad de las aguas residuales previo a su drenado** • Muestreos de calidad de agua con el fin de asegurar condiciones óptimas previo a su drenado al estero.
Se instalará una PTAR de tipo biodigestor autolimpiable para el tratamiento de las aguas residuales que el personal genera en el sanitario y la cocina. El tratamiento de aguas residuales ayuda a mitigar los GEI que estas generan. Se dará mantenimiento a todas las tuberías sanitarias y en caso de alguna falla se repararán de inmediato. Se dará mantenimiento a todas las compuertas de los estanques, en caso de alguna falla se repararán de inmediato. En la etapa de modificación de las obras existentes, se rentará e instalará un módulo de sanitario portátil para el servicio del personal de trabajo.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento general** • Comprobante de la adquisición de la PTAR. • Anexo fotográfico de la instalación de LA PTAR a utilizar. • Ficha técnica de la PTAR a utilizar. • Control de mantenimiento de instalaciones sanitarias. • Mantenimiento de las compuertas. • Contrato y comprobantes de pago de la renta del módulo sanitario. • Anexo fotográfico del módulo sanitario.
Estará prohibida la quema de vegetación y de los residuos encontrados en el polígono del proyecto para la eliminación de éstos. Se recomendará al usuario la mínima generación de RSU, así como la adquisición de artículos biodegradables. Aunque se dé un correcto manejo de los RSU estos seguirán emitiendo gases de efecto invernadero, por lo que, este impacto se considera como residual.	**Reglamento e información para el usuario** • Instructivo de seguridad y prevención de accidentes. • Utilización de las instalaciones y prohibición de ciertas actividades. • Adquisición de insumos de bajo impacto ambiental.
La plantación de individuos arbóreos producen la captura de carbono, generación de oxígeno, incrementan el hábitat de especies de fauna, mejoramiento del microclima, amortiguamiento de sonidos, descenso de la	**Bitácora de plantación de especies nativas** •Se plantarán 35.66 hectáreas con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache

temperatura por sombra, mejoramiento de la infiltración de agua pluvial, barrera natural contra ciclones tropicales, entre otros servicios ambientales.	(*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.
Generación de contaminación sonora	
La emisión de ruido ocasionado por los vehículos automotores y/o maquinaria, deberá cumplir con los parámetros establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, de acuerdo a lo descrito en el capítulo III; en el apartado Normas Oficiales Mexicanas vigentes observables para proyecto.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento vehicular** • Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres autorizados y cumplir las normas: NOM-080-SEMARNAT-1994. • Control de mantenimiento de vehículos y maquinaria.
Se utilizará maquinaria y/o vehículos con silenciadores funcionales y en buen estado mecánico.	
Limitar uso de maquinaria a lo estrictamente necesario.	
Se evitará en lo mayor posible la generación de ruido excesivo por cualquier fuente de sonido.	**Reglamento e información para el usuario** • Utilización de las instalaciones y prohibición de ciertas actividades.
La presencia de individuos arbóreos amortiguan y disipan los sonidos fuertes.	**Bitácora de plantación de especies nativas** • Se plantarán 35.66 hectáreas con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.
AGUA	
Impacto Ambiental: Hidrología (escorrentía/infiltración) y Calidad de agua	
Medida de prevención y/o mitigación	**Parámetro de control (valor)**
Contaminación a los cuerpos de agua subterráneos y superficiales por mala disposición, derrame o descarga de residuos sólidos y líquidos	
Se instalará una PTAR de tipo biodigestor autolimpiable para el tratamiento de las aguas residuales que el personal genera en el sanitario y la cocina. Esto con el objetivo de minimizar la contaminación a los cuerpos de agua subterráneos y/o superficiales por medio de su correcto tratamiento.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento general** • Comprobante de la adquisición de la PTAR. • Anexo fotográfico de la instalación de LA PTAR a utilizar • Ficha técnica de la PTAR a utilizar.
Se dará mantenimiento a todas las tuberías sanitarias y en caso de alguna falla se repararán de inmediato.	

Se dará mantenimiento a todas las compuertas de los estanques, en caso de alguna falla se repararán de inmediato.	• Control de mantenimiento de instalaciones sanitarias. • Mantenimiento de las compuertas. • Contrato y comprobantes de pago de la renta del módulo sanitario. • Anexo fotográfico del módulo sanitario.
En la etapa de modificación de las obras existentes, se rentará e instalará un módulo de sanitario portátil para el servicio del personal de trabajo. Esto evita la contaminación directa a los cuerpos de agua.	
Se llevará a cabo la construcción/modificación de las obras existentes para añadir 2 estanques extras, estos funcionarán como estanques de oxidación/ sedimentación para el tratamiento de las aguas residuales que el cultivo de tilapia genera.	**Bitácora de supervisión de la calidad de las aguas residuales previo a su drenado** • Muestreos de calidad de agua con el fin de asegurar condiciones óptimas previo a su drenado al estero.
Se contará con depósitos de basura con tapaderas, resistentes, sellados sin fugas, debidamente rotulados para la separación de los RSU; deberán instalarse en las áreas comunes en grupos de 3, en las áreas comunes del proyecto.	**Bitácora de supervisión del manejo de RSU** • Adquisición de 9 depósitos de basura de aprox. 100 o 200 litros (orgánicos, inorgánicos y reciclables). • Anexo fotográfico del estado y la existencia de los depósitos. • Anexo fotográfico del uso de artículos y sustancias biodegradables. • Comprobante de pago del relleno sanitario/basurero municipal donde serán puestos a disposición final los RSU y los RME. • Anexo fotográfico de las campañas de limpieza. • Adquisición y anexo fotográfico de herramienta y materiales como bolsas de plástico para llevar a cabo las campañas de limpieza.
Se llevarán a cabo metodologías para la separación, almacenamiento, reutilización y disposición de los RSU (Residuos sólidos urbanos).	
Los residuos reciclables serán trasladados a empresas recicladoras para su reutilización.	
Se dará prioridad al uso de artículos y sustancias biodegradables.	
La disposición final de los RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y de los RME (Residuos de Manejo Especial) se realizará por medio de un vehículo propiedad del promovente designado para ese fin, mismo que los transportará al basurero municipal más cercano al Área de Estudio.	
Se realizarán diariamente campañas de limpieza dentro y fuera del polígono del proyecto, esto previo al término de la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos.	

Se llevará a cabo la ejecución de un Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial, este se encuentra en el punto ***VI.6*** de esta MIA-P.	**Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial** • Residuos de manejo especial a generar. • Medidas de manejo. • Medidas de prevención ambiental. • Supervisión y seguimiento.
Se llevará a cabo la realización y repartición de un reglamento e información escrita para la concientización y el cuidado de los recursos e instalaciones para el personal y el usuario.	**Reglamento e información para el usuario** • Utilización de las instalaciones y prohibición de ciertas actividades
Se tendrá prohibido tirar RSU a la vía pública, predios baldíos, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°).	
La presencia de individuos arbóreos filtran el agua y disminuyen la contaminación por mala disposición, derrame o descarga de residuos sólidos y líquidos	**Bitácora de plantación de especies nativas** • Se plantarán 35.66 hectáreas con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.
Contaminación a los cuerpos de agua subterráneos y superficiales por mala disposición, derrame o descarga de sustancias y/o residuos peligrosos	
Las sustancias y/o residuos peligrosos que se mencionan en esta MIA-P, son combustibles (diésel) y lubricantes automotrices para el funcionamiento de maquinaria, en especial de los motores utilizados en los cárcamos de bombeo.	
Se llevará a cabo la ejecución de un Programa de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos, este se encuentra en el punto ***VI.5*** de esta MIA-P.	**Programa de Manejo de Sustancias y/o Residuos Peligrosos** • Sustancias y residuos a utilizar/desechar. • Medidas de manejo y almacenamiento. • Medidas de prevención y mitigación. • Atención a contingencias. • Supervisión y seguimiento. • Impacto residual esperado.

Los vehículos utilizados por los usuarios y la maquinaria manual para el mantenimiento del proyecto, tendrá un mantenimiento adecuado, indicado por el fabricante y este se realizará en talleres especializados.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento vehicular** • Control de mantenimiento de vehículos y maquinaria. • Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres autorizados.
Queda prohibido el mantenimiento de vehículos y maquinaria dentro del Área de Estudio.	
La presencia de individuos arbóreos filtran el agua y disminuyen la contaminación por mala disposición, derrame o descarga de sustancias y/o residuos peligrosos	**Bitácora de plantación de especies nativas** • Se plantarán 35.66 hectáreas con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.
Suelo	
Impacto Ambiental: Uso de suelo y Propiedades Fisicoquímicas	
Medida de prevención y/o mitigación	**Parámetro de control (valor)**
Contaminación del suelo por mala disposición, derrame o descarga de residuos sólidos y líquidos	
Se instalará una PTAR de tipo biodigestor autolimpiable para el tratamiento de las aguas residuales que el personal genera en el sanitario y la cocina. Esto con el objetivo de minimizar la contaminación al suelo por medio de su correcto tratamiento.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento general** • Comprobante de la adquisición de la PTAR. • Anexo fotográfico de la instalación de LA PTAR a utilizar • Ficha técnica de la PTAR a utilizar. • Control de mantenimiento de instalaciones sanitarias. • Mantenimiento de las compuertas. • Contrato y comprobantes de pago de la renta del módulo sanitario • Anexo fotográfico del módulo sanitario.
Se dará mantenimiento a todas las tuberías sanitarias y en caso de alguna falla se repararán de inmediato.	
Se dará mantenimiento a todas las compuertas de los estanques, en caso de alguna falla se repararán de inmediato.	
En la etapa de modificación de las obras existentes, se rentará e instalará un módulo de sanitario portátil para el servicio del personal de trabajo. Esto evita la contaminación directa al suelo.	
Se llevará a cabo la construcción/modificación de las obras existentes para añadir 2 estanques extras, estos funcionarán como estanques de oxidación/ sedimentación para el tratamiento de las aguas residuales que el cultivo de tilapia genera.	**Bitácora de supervisión de la calidad de las aguas residuales previo a su drenado** • Muestreos de calidad de agua con el fin de asegurar condiciones óptimas previo a su drenado al estero.

Se contará con depósitos de basura con tapaderas, resistentes, sellados sin fugas, debidamente rotulados para la separación de los RSU; deberán instalarse en las áreas comunes en grupos de 3, en las áreas comunes del proyecto.	**Bitácora de supervisión del manejo de RSU** • Adquisición de 9 depósitos de basura de aprox. 100 o 200 litros (orgánicos, inorgánicos y reciclables). • Anexo fotográfico del estado y la existencia de los depósitos. • Anexo fotográfico del uso de artículos y sustancias biodegradables. • Comprobante de pago del relleno sanitario/basurero municipal donde serán puestos a disposición final los RSU y los RME. • Anexo fotográfico de las campañas de limpieza. • Adquisición y anexo fotográfico de herramienta y materiales como bolsas de plástico para llevar a cabo las campañas de limpieza.
Se llevarán a cabo metodologías para la separación, almacenamiento, reutilización y disposición de los RSU (Residuos sólidos urbanos).	
Los residuos reciclables serán trasladados a empresas recicladoras para su reutilización.	
Se dará prioridad al uso de artículos y sustancias biodegradables.	
La disposición final de los RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y de los RME (Residuos de Manejo Especial) se realizará por medio de un vehículo propiedad del promovente designado para ese fin, mismo que los transportará al basurero municipal más cercano al Área de Estudio.	
Se realizarán diariamente campañas de limpieza dentro y fuera del polígono del proyecto, esto previo al término de la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos.	
Se llevará a cabo la ejecución de un Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial, este se encuentra en el punto ***VI.6 Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial.***	**Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial** • Residuos de manejo especial a generar • Medidas de manejo. • Medidas de prevención ambiental. • Supervisión y seguimiento.
Se llevará a cabo la realización y repartición de un reglamento e información escrita para la concientización y el cuidado de los recursos e instalaciones para el personal y el usuario.	**Reglamento e información para el usuario** • Utilización de las instalaciones y prohibición de ciertas actividades.
Se tendrá prohibido tirar RSU a la vía pública, predios baldíos, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°).	

La presencia de especies nativas de flora conserva y/o mejora las propiedades físico químicas del suelo.	**Bitácora de plantación de especies nativas** • Se plantarán 35.66 hectáreas con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.
Contaminación del suelo por mala disposición, derrame o descarga de sustancias y/o residuos peligrosos	
Las sustancias y/o residuos peligrosos que se mencionan en esta MIA-P, son combustibles (diésel) y lubricantes automotrices para el funcionamiento de maquinaria, en especial de los motores utilizados en los cárcamos de bombeo.	
Se llevará a cabo la ejecución de un Programa de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos, este se encuentra en el punto ***VI.5*** de esta MIA-P.	**Programa de Manejo de Sustancias y/o Residuos Peligrosos** • Sustancias y residuos a utilizar/desechar. • Medidas de manejo y almacenamiento. • Medidas de prevención y mitigación. • Atención a contingencias. • Supervisión y seguimiento. • Impacto residual esperado.
Los vehículos utilizados por los usuarios y la maquinaria manual para el mantenimiento del proyecto, tendrá un mantenimiento adecuado, indicado por el fabricante y este se realizará en talleres especializados.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento vehicular** • Control de mantenimiento de vehículos y maquinaria. • Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres autorizados.
Queda prohibido el mantenimiento de vehículos y maquinaria dentro del Área de Estudio.	
FLORA	
Impacto Ambiental: Cobertura vegetal, Diversidad y Densidad	
Medida de prevención y/o mitigación	**Parámetro de control (valor)**
Afectación directa a la flora	
La plantación de individuos arbóreos producen la captura de carbono, generación de oxígeno, incrementan el hábitat de especies de fauna, mejoramiento del microclima, amortiguamiento de sonidos, descenso de la temperatura por sombra, mejoramiento de la infiltración de agua pluvial, barrera natural contra ciclones tropicales, entre otros servicios ambientales.	**Bitácora de plantación de especies nativas** • Se plantarán 35.66 hectáreas con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.

No se permitirá la tala de especies de vegetales de áreas colindantes con el predio.	**Reglamento e información para el usuario** • Utilización de las instalaciones y prohibición de ciertas actividades.
Se tendrá prohibido circular en áreas fuera a las correspondientes con el proyecto en donde se pueda afectar a la flora.	
Afectación a la flora por mala disposición, derrame o descarga de residuos sólidos y líquidos	
Se instalará una PTAR de tipo biodigestor autolimpiable para el tratamiento de las aguas residuales que el personal genera en el sanitario y la cocina. Esto con el objetivo de minimizar el daño a la flora por medio de su correcto tratamiento.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento general** • Comprobante de la adquisición de la PTAR. • Anexo fotográfico de la instalación de LA PTAR a utilizar. • Ficha técnica de la PTAR a utilizar. • Control de mantenimiento de instalaciones sanitarias. • Mantenimiento de las compuertas. • Contrato y comprobantes de pago de la renta del módulo sanitario. • Anexo fotográfico del módulo sanitario.
Se dará mantenimiento a todas las tuberías sanitarias y en caso de alguna falla se repararán de inmediato.	
Se dará mantenimiento a todas las compuertas de los estanques, en caso de alguna falla se repararán de inmediato.	
En la etapa de modificación de las obras existentes, se rentará e instalará un módulo de sanitario portátil para el servicio del personal de trabajo.	
Se llevará a cabo la construcción/modificación de las obras existentes para añadir 2 estanques extras, estos funcionarán como estanques de oxidación/ sedimentación para el tratamiento de las aguas residuales que el cultivo de tilapia genera.	**Bitácora de supervisión de la calidad de las aguas residuales previo a su drenado** • Muestreos de calidad de agua con el fin de asegurar condiciones óptimas previo a su drenado al estero.
Se contará con depósitos de basura con tapaderas, resistentes, sellados sin fugas, debidamente rotulados para la separación de los RSU; deberán instalarse en las áreas comunes en grupos de 3, en las áreas comunes del proyecto.	**Bitácora de supervisión del manejo de RSU** • Adquisición de 9 depósitos de basura de aprox. 100 o 200 litros (orgánicos, inorgánicos y reciclables). • Anexo fotográfico del estado y la existencia de los depósitos.
Se llevarán a cabo metodologías para la separación, almacenamiento, reutilización y disposición de los RSU (Residuos sólidos urbanos).	

Los residuos reciclables serán trasladados a empresas recicladoras para su reutilización.	• Anexo fotográfico del uso de artículos y sustancias biodegradables. • Comprobante de pago del relleno sanitario/basurero municipal donde serán puestos a disposición final los RSU y los RME. • Anexo fotográfico de las campañas de limpieza. • Adquisición y anexo fotográfico de herramienta y materiales como bolsas de plástico para llevar a cabo las campañas de limpieza.
Se dará prioridad al uso de artículos y sustancias biodegradables.	
La disposición final de los RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y de los RME (Residuos de Manejo Especial) se realizará por medio de un vehículo propiedad del promovente designado para ese fin, mismo que los transportará al basurero municipal más cercano al Área de Estudio.	
Se realizarán diariamente campañas de limpieza dentro y fuera del polígono del proyecto, esto previo al término de la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos.	
Se llevará a cabo la ejecución de un Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial, este se encuentra en el punto ***VI.6*** de la presente MIA.	**Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial** • Residuos de manejo especial a generar. • Medidas de manejo. • Medidas de prevención ambiental. • Supervisión y seguimiento.
Se llevará a cabo la realización y repartición de un reglamento e información escrita para la concientización y el cuidado de los recursos e instalaciones para el personal y el usuario.	**Reglamento e información para el usuario** • Utilización de las instalaciones y prohibición de ciertas actividades.
Se tendrá prohibido tirar RSU a la vía pública, predios baldíos, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°).	
Afectación a la flora por mala disposición, derrame o descarga de sustancias y/o residuos peligrosos	
Las sustancias y/o residuos peligrosos que se mencionan en esta MIA-P, son combustibles (diésel) y lubricantes automotrices para el funcionamiento de maquinaria, en especial de los motores utilizados en los cárcamos de bombeo.	
Se llevará a cabo la ejecución de un Programa de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos, este se encuentra en el punto ***VI.5*** de esta MIA-P.	**Programa de Manejo de Sustancias y/o Residuos Peligrosos** • Sustancias y residuos a utilizar/desechar

	• Medidas de manejo y almacenamiento • Medidas de prevención y mitigación • Atención a contingencias • Supervisión y seguimiento • Impacto residual esperado
Los vehículos utilizados por los usuarios y la maquinaria manual para el mantenimiento del proyecto, tendrá un mantenimiento adecuado, indicado por el fabricante y este se realizará en talleres especializados.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento vehicular** • Control de mantenimiento de vehículos y maquinaria. • Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres autorizados.
Queda prohibido el mantenimiento de vehículos y maquinaria dentro del Área de Estudio.	
FAUNA	
Impacto Ambiental: Diversidad, Densidad y Hábitat	
Medida de prevención y/o mitigación	**Parámetro de control (valor)**
Afectación directa a la fauna	
Queda estrictamente prohibida la extracción, molestia o caza de especies de fauna, dentro o en áreas colindantes con el Área de Estudio.	**Reglamento e información para el usuario** • Utilización de las instalaciones y prohibición de ciertas actividades.
Se tendrá prohibido circular en áreas fuera a las correspondientes con el proyecto en donde se pueda afectar a la flora y fauna.	
En caso de detectar algún ejemplar de fauna con alguna discapacidad o que no se pueda ahuyentar con facilidad, se dará aviso a las autoridades competentes (PROFEPA y SEMARNAT) para que se hagan cargo de la situación.	
La presencia de individuos arbóreos fungen como hábitat y/o fuente de alimento para todos los individuos de fauna	**Bitácora de plantación de especies nativas** • Se plantarán 35.66 hectáreas con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.
Generación de contaminación sonora	
La emisión de ruido ocasionado por los vehículos automotores y/o maquinaria, deberá cumplir con los	

parámetros establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, de acuerdo a lo descrito en el capítulo III; en el apartado Normas Oficiales Mexicanas vigentes observables para proyecto.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento vehicular** • Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres autorizados y cumplir las normas: NOM-080-SEMARNAT-1994. • Control de mantenimiento de vehículos y maquinaria.
Se utilizará maquinaria y/o vehículos con silenciadores funcionales y en buen estado mecánico.	
Limitar uso de maquinaria a lo estrictamente necesario.	
Se evitará en lo mayor posible la generación de ruido excesivo por cualquier fuente de sonido.	**Reglamento e información para el usuario** • Utilización de las instalaciones y prohibición de ciertas actividades.
La presencia de individuos arbóreos amortiguan y disipan los sonidos fuertes.	**Bitácora de plantación de especies nativas** • Se plantarán 35.66 hectáreas con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.
Afectación a la fauna por mala disposición, derrame o descarga de residuos sólidos y líquidos	
Se instalará una PTAR de tipo biodigestor autolimpiable para el tratamiento de las aguas residuales que el personal genera en el sanitario y la cocina. Esto con el objetivo de minimizar la contaminación a los cuerpos de agua subterráneos y/o superficiales por medio de su correcto tratamiento.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento general** • Comprobante de la adquisición de la PTAR. • Anexo fotográfico de la instalación de la PTAR a utilizar. • Ficha técnica de la PTAR a utilizar. • Control de mantenimiento de instalaciones sanitarias. • Mantenimiento de las compuertas. • Contrato y comprobantes de pago de la renta del módulo sanitario • Anexo fotográfico del módulo sanitario.
Se dará mantenimiento a todas las tuberías sanitarias y en caso de alguna falla se repararán de inmediato.	
Se dará mantenimiento a todas las compuertas de los estanques, en caso de alguna falla se repararán de inmediato.	
En la etapa de modificación de las obras existentes, se rentará e instalará un módulo de sanitario portátil para el servicio del personal de trabajo.	

Se llevará a cabo la construcción/modificación de las obras existentes para añadir 2 estanques extras, estos funcionarán como estanques de oxidación/ sedimentación para el tratamiento de las aguas residuales que el cultivo de tilapia genera.	**Bitácora de supervisión de la calidad de las aguas residuales previo a su drenado** • Muestreos de calidad de agua con el fin de asegurar condiciones óptimas previo a su drenado al estero.
Se contará con depósitos de basura con tapaderas, resistentes, sellados sin fugas, debidamente rotulados para la separación de los RSU; deberán instalarse en las áreas comunes en grupos de 3, en las áreas comunes del proyecto.	**Bitácora de supervisión del manejo de RSU** • Adquisición de 9 depósitos de basura de aprox. 100 o 200 litros (orgánicos, inorgánicos y reciclables). • Anexo fotográfico del estado y la existencia de los depósitos. • Anexo fotográfico del uso de artículos y sustancias biodegradables. • Comprobante de pago del relleno sanitario/basurero municipal donde serán puestos a disposición final los RSU y los RME. • Anexo fotográfico de las campañas de limpieza. • Adquisición y anexo fotográfico de herramienta y materiales como bolsas de plástico para llevar a cabo las campañas de limpieza.
Se llevarán a cabo metodologías para la separación, almacenamiento, reutilización y disposición de los RSU (Residuos sólidos urbanos).	
Los residuos reciclables serán trasladados a empresas recicladoras para su reutilización.	
Se dará prioridad al uso de artículos y sustancias biodegradables.	
La disposición final de los RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y de los RME (Residuos de Manejo Especial) se realizará por medio de un vehículo propiedad del promovente designado para ese fin, mismo que los transportará al basurero municipal más cercano al Área de Estudio.	
Se realizarán diariamente campañas de limpieza dentro y fuera del polígono del proyecto, esto previo al término de la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos.	
Se llevará a cabo la ejecución de un Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial, este se encuentra en el punto ***VI.6*** de esta MIA-P.	**Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial** • Residuos de manejo especial a generar • Medidas de manejo. • Medidas de prevención ambiental. • Supervisión y seguimiento.
Se llevará a cabo la realización y repartición de un reglamento e información escrita para la concientización	**Reglamento e información para el usuario**

y el cuidado de los recursos e instalaciones para el personal y el usuario.	• Utilización de las instalaciones y prohibición de ciertas actividades.
Se tendrá prohibido tirar RSU a la vía pública, predios baldíos, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°).	
Afectación a la fauna por mala disposición, derrame o descarga de sustancias y/o residuos peligrosos	
Las sustancias y/o residuos peligrosos que se mencionan en esta MIA-P, son combustibles (diésel) y lubricantes automotrices para el funcionamiento de maquinaria, en especial de los motores utilizados en los cárcamos de bombeo.	
Se llevará a cabo la ejecución de un Programa de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos, este se encuentra en el punto ***VI.5*** de esta MIA-P.	**Programa de Manejo de Sustancias y/o Residuos Peligrosos** • Sustancias y residuos a utilizar/desechar. • Medidas de manejo y almacenamiento. • Medidas de prevención y mitigación. • Atención a contingencias. • Supervisión y seguimiento. • Impacto residual esperado.
Los vehículos utilizados por los usuarios y la maquinaria manual para el mantenimiento del proyecto, tendrá un mantenimiento adecuado, indicado por el fabricante y este se realizará en talleres especializados.	**Bitácora de supervisión del mantenimiento vehicular** • Control de mantenimiento de vehículos y maquinaria. • Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres autorizados.
Queda prohibido el mantenimiento de vehículos y maquinaria dentro del Área de Estudio.	
DESARROLLO SOCIAL	
Impacto Ambiental: Calidad paisajística	
Medida de prevención y/o mitigación	**Parámetro de control (valor)**
La plantación de especies nativas de la región, aportará al mejoramiento del paisaje natural.	**Bitácora de plantación de especies nativas** • Se plantarán 35.66 hectáreas con mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), como medida de compensación de esta MIA.

En general para todas las actividades del proyecto se estará contratando personal que habita en la zona del proyecto; también se invertirá en materiales y equipos adquiridos en la misma región; por lo cual, el proyecto contribuye directamente con el desarrollo de la economía local.

VI.2 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

No aplica.

VI.3 Impactos residuales

Se considera un Impacto Ambiental Residual a todo aquel impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. Una vez realizado el análisis de los impactos generados por las obras y actividades motivo de la presente MIA-P, se pueden considerar como impactos residuales a las obras o construcciones dentro del polígono y a la generación de RSU, ya que estos impactos perdurarán más tiempo que la vida útil del proyecto, los demás impactos por generar, se pueden disminuir o mitigar de manera efectiva aplicando las medidas propuestas.

VI.4 Programa de vigilancia ambiental

La sistematización del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en el presente estudio más la imposición de condicionantes en caso de obtener la autorización correspondiente, se integrará en lo que se denomina **Programa de Vigilancia Ambiental** (***Anexo VIII.1***), y que se presentarán de manera anual ante la Secretaría.

VI.5 Programa de Manejo de Sustancias y/o Residuos Peligrosos

Objetivo

Establecer las medidas de prevención, control y respuesta necesarias para el manejo adecuado de combustibles, aceites y lubricantes utilizados durante la operación de los motores de los cárcamos de bombeo del proyecto acuícola, con la finalidad de prevenir riesgos de contaminación al suelo, cuerpos de agua y ecosistemas asociados al sistema lagunar-estuarino de Marismas Nacionales Nayarit.

Sustancias y/o residuos a utilizar/desechar

Las sustancias peligrosas a emplearse durante la operación del proyecto corresponden principalmente a:

- Diésel.
- Aceites lubricantes automotrices.
- Grasas y lubricantes para mantenimiento de motores y bombas.
- Estopas, filtros y materiales impregnados con hidrocarburos.

Las cantidades a utilizar serán mínimas y destinadas exclusivamente a la operación y mantenimiento preventivo de los motores de los cárcamos de bombeo.

Medidas de manejo y almacenamiento

Área de almacenamiento

- Los combustibles y lubricantes se almacenarán en la bodega a construir dentro del Área de Estudio.
- El sitio contará con piso impermeable o charola de contención para evitar infiltraciones al suelo.
- La bodega permanecerá techada, ventilada y señalizada y contará con firme de concreto para aislar al suelo natural en caso de un derrame.
- Se restringirá el acceso únicamente al personal autorizado.

Recipientes y contenedores

- Los combustibles y lubricantes se mantendrán en recipientes cerrados, etiquetados y en buen estado físico.
- No se permitirá el uso de envases dañados, corroídos o con fugas.
- Los recipientes deberán mantenerse alejados de fuentes de calor o ignición.

Manejo operativo

- El abastecimiento de combustible y cambio de lubricantes se realizará con precaución para evitar derrames.
- Durante las maniobras de abastecimiento se colocarán materiales absorbentes preventivos.
- Se evitará realizar mantenimientos mayores directamente sobre áreas susceptibles de inundación o cercanas al cuerpo de agua.

Medidas de prevención y mitigación

- Se contará permanentemente con material absorbente para la atención inmediata de derrames menores.
- El personal responsable recibirá capacitación básica sobre manejo seguro de hidrocarburos y respuesta ante contingencias.
- Se realizarán inspecciones periódicas a motores, mangueras y conexiones para detectar fugas oportunamente.

- Los residuos impregnados con hidrocarburos (estopas, filtros, envases vacíos, aceites usados) serán almacenados temporalmente en recipientes identificados y entregados a empresas autorizadas para su manejo y disposición final, conforme a la normatividad aplicable.

Atención a contingencias

En caso de derrame accidental de combustibles o lubricantes, se aplicarán las siguientes acciones:

- Suspender inmediatamente la fuente de fuga.
- Contener el derrame mediante material absorbente, arena o barreras de contención.
- Evitar que el material alcance cuerpos de agua, drenes o zonas inundables.
- Recuperar el material contaminado y colocarlo en recipientes adecuados para su disposición final.
- Notificar al responsable ambiental del proyecto.
- En caso de derrames mayores, se dará aviso a la autoridad competente conforme a la legislación aplicable.

Supervisión y seguimiento

El promovente mediante el responsable ambiental del proyecto, serán responsables de verificar el cumplimiento del presente programa mediante:

- La ejecución y aplicación de un Programa de Vigilancia Ambiental.
- Inspecciones periódicas del área de almacenamiento.
- Revisión continua del estado físico de motores y recipientes.
- Registro de generación y disposición de residuos peligrosos.
- Capacitación continua del personal operativo.

Impacto residual esperado

Con la aplicación de las medidas preventivas y de manejo establecidas en el presente programa, los riesgos de contaminación asociados al uso de combustibles y lubricantes se consideran de baja magnitud, temporales y controlables, por lo que el impacto residual esperado se clasifica como: ***Irrelevante.***

VI.6 Programa para el Manejo de Residuos de Manejo Especial

Objetivo

Establecer las acciones y medidas necesarias para el manejo integral de los residuos de manejo especial generados durante la operación y mantenimiento de la granja acuícola, con la finalidad de prevenir riesgos de contaminación al suelo, agua y ecosistemas asociados al sistema lagunar-estuarino de Marismas Nacionales Nayarit, garantizando su manejo conforme a la normatividad ambiental aplicable.

Residuos de manejo especial a generar

Durante la operación del proyecto podrán generarse principalmente los siguientes residuos de manejo especial:

- Sacos y empaques vacíos de alimento balanceado.
- Restos de tuberías, mangueras y materiales plásticos.
- Chatarra metálica y piezas sustituidas de motores o bombas.
- Residuos derivados del mantenimiento de infraestructura hidráulica.
- Material vegetal producto del desazolve y mantenimiento de bordos y canales.
- Lodos provenientes del mantenimiento periódico de estanques de oxidación y canales de conducción.

Medidas de manejo

Separación y clasificación

Los residuos serán separados desde el punto de generación, clasificándolos según sus características físicas y potencial de aprovechamiento, evitando su mezcla con residuos sólidos urbanos o residuos peligrosos.

Almacenamiento temporal

- Los residuos de manejo especial serán colocados temporalmente en un área específica dentro del predio.
- El sitio contará con condiciones adecuadas de orden y limpieza.
- Los residuos susceptibles de dispersión por viento o lluvia permanecerán cubiertos o confinados.
- Se evitará la acumulación excesiva de residuos dentro de las instalaciones.

Reutilización y reciclaje

Siempre que sea posible, se priorizará la reutilización y reciclaje de materiales tales como:

- Costales y empaques plásticos.
- Tuberías y accesorios reutilizables.
- Material metálico y chatarra.
- Material vegetal susceptible de reincorporación al suelo o compostaje.

Transporte y disposición final

La disposición final de los RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y de los RME (Residuos de Manejo Especial) se realizará por medio de un vehículo propiedad del promovente designado para ese fin, mismo que los transportará al basurero municipal más cercano al Área de Estudio.

Queda estrictamente prohibido:

- Quemar residuos a cielo abierto.
- Enterrar residuos dentro del predio.
- Arrojar residuos en cuerpos de agua, drenes o zonas de manglar.
- Disponer residuos en sitios no autorizados.

Manejo específico de lodos y residuos orgánicos

Los lodos provenientes de los estanques de oxidación y canales serán retirados de manera periódica y manejados de forma controlada, evitando su disposición directa sobre cuerpos de agua o zonas inundables. Estos serán puestos a disposición final al sitio donde el H. Ayuntamiento de Tuxpan lo indique. En caso de que sus características lo permitan, podrán ser utilizados como mejorador de suelo, evitando afectaciones ambientales y malos olores.

Medidas de prevención ambiental

- Se realizarán jornadas periódicas de limpieza en las áreas operativas.
- El personal será capacitado sobre separación y manejo adecuado de residuos.
- Se mantendrá vigilancia para evitar dispersión de residuos por viento o escurrimientos.
- Se implementarán medidas para evitar que residuos lleguen al sistema lagunar-estuarino o zonas de manglar cercanas.

Supervisión y seguimiento

El promovente será responsable de:

- Supervisar la correcta separación y almacenamiento de residuos.
- Llevar un control interno sobre la generación y disposición de residuos de manejo especial.
- Verificar periódicamente las condiciones del área de almacenamiento temporal.
- Asegurar que la disposición final se realice conforme a la legislación ambiental vigente y se llevará a cabo una bitácora con los comprobantes de pago del tiradero/basurero indicado por el H. Ayuntamiento de Tuxpan en donde se dispondrán los residuos/lodos.

Impacto residual esperado

Con la aplicación de las medidas preventivas, de control y manejo establecidas en el presente programa, los impactos asociados a la generación de residuos de manejo especial se consideran de baja magnitud, temporales y controlables, por lo que el impacto residual esperado se clasifica como: **Irrelevante.**

VI.7 Medidas de Compensación y/o Restauración de los daños ocasionados por las obras

VI.7.1 Plantación de especies nativas

Como se manifestó con anterioridad, de acuerdo al uso de suelo según la serie VII del INEGI, parte del área del proyecto se encuentra inmerso en un ecosistema de manglar o vegetación hidrófila, y parte en vegetación de selva espinosa; por lo que se llevará a cabo este programa de reforestación con individuos de la especie de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*) para cumplir con lo establecido en el presente numeral. Esta medida de compensación se enfoca en aumentar la superficie de manglar y selva espinosa, y se llevará a cabo en dos áreas cercanas al Área de Estudio, donde existe menor densidad de plantas o claros de vegetación, como se puede observar en la siguiente figura:



Figura VI.1 *Ubicación de polígonos a sembrar*

El área de 21 hectáreas que se encuentra al norte del Área de Estudio, se ubica en la rivera del estero Ticha, y cabe destacar que, paralela a este, se encuentra la carretera El Tamarindo – Santa Cruz, por lo que el acceso a esta se llevará a cabo con facilidad; cabe destacar que en esta zona la principal especie a sembrar sería el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), por su adaptabilidad al crecimiento en las riberas de los esteros de aguas salobres.

Por otra parte, el área de 14.7 hectáreas, se encuentra colindante al Área de Estudio, esta no cuenta con un estero, sin embargo, según las cartas de cuerpos de agua del INEGI, parte de esta se encuentra en una zona sujeta a inundación (ver ***Imagen VI.1***), por lo que se podrían desarrollar las 3 especies de flora nativa propuestas: el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* el guamúchil (*Pithecellobium dulce*).

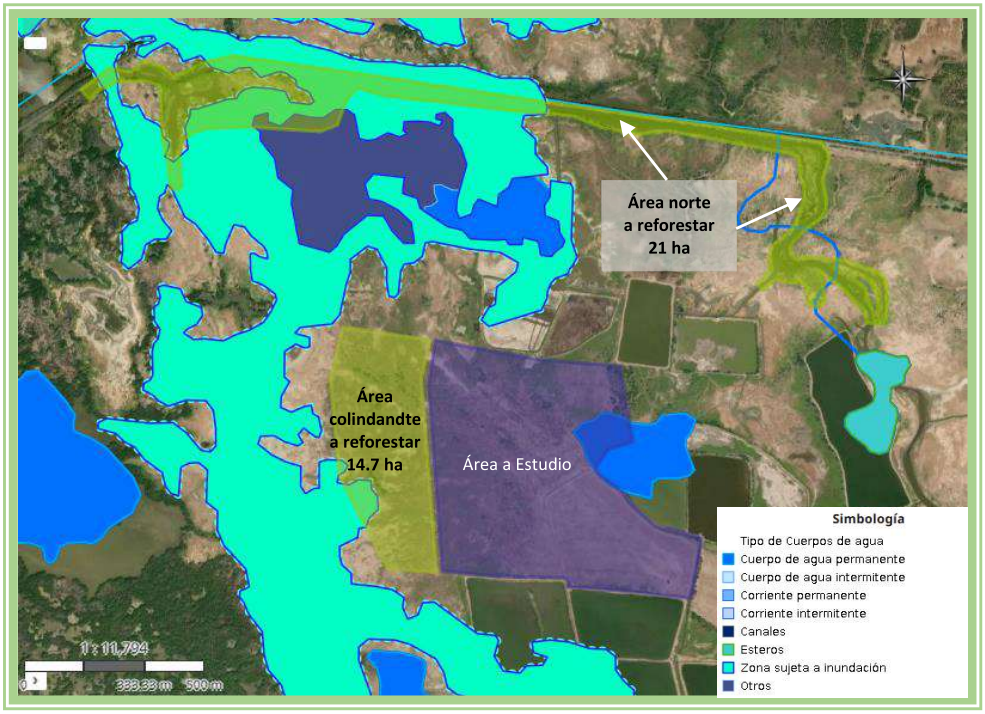


Imagen VI.1 *Cuerpos de agua superficiales cercanos al Área de Estudio*

Esta medida de compensación activa, consiste en la intervención humana directa, donde se reintroducirán especies características de los humedales y la selva espinosa, y se aplica en casos donde la composición, la estructura y función del ecosistema son degradados u obstaculizados por factores como compactación del suelo, arroyos canalizados, especies invasoras, deforestación, actividades antropogénicas, fenómenos meteorológicos, incendios, entre otros factores. Mediante los procedimientos adecuados y el monitoreo necesario para asegurar el mayor porcentaje de supervivencia.

En las siguientes tablas se presentan las coordenadas de las áreas a reforestar:

Tabla VI.2 *Coordenadas UTM del área a reforestar ubicada al norte del Área de Estudio*

COORDENADAS UTM ÁREA NORTE A REFORESTAR					
V	**Y**	**X**	**V**	**Y**	**X**
1	2,430,857.82	452,728.18	56	2,430,237.84	453,922.88
3	2,430,873.52	452,595.15	57	2,430,217.89	453,916.31
4	2,430,893.83	452,517.08	58	2,430,221.52	453,902.72
5	2,430,862.05	452,487.49	59	2,430,257.14	453,900.45
6	2,430,791.75	452,463.82	60	2,430,288.33	453,899.85
7	2,430,772.39	452,416.42	61	2,430,320.97	453,893.70
8	2,430,780.72	452,318.18	62	2,430,345.67	453,873.44
9	2,430,788.01	452,216.02	63	2,430,366.09	453,846.78
10	2,430,782.87	452,119.76	64	2,430,347.63	453,838.38

11	2,430,772.95	452,081.07	65	2,430,325.60	453,868.59
12	2,430,748.88	452,050.57	66	2,430,291.40	453,873.82
13	2,430,706.25	452,041.31	67	2,430,268.99	453,885.21
14	2,430,616.64	452,049.47	68	2,430,217.23	453,896.40
15	2,430,606.22	452,031.93	69	2,430,224.56	453,868.85
16	2,430,611.49	452,018.54	70	2,430,256.03	453,863.33
17	2,430,691.33	452,011.66	71	2,430,278.92	453,839.44
18	2,430,758.72	451,994.89	72	2,430,309.24	453,817.32
19	2,430,865.18	451,992.93	73	2,430,330.95	453,794.83
20	2,430,905.28	451,989.66	74	2,430,366.50	453,749.55
21	2,430,919.36	451,954.19	75	2,430,362.87	453,743.77
22	2,430,915.20	451,907.16	76	2,430,344.73	453,756.95
23	2,430,915.29	451,876.21	77	2,430,322.23	453,757.05
24	2,430,890.90	451,827.09	78	2,430,281.41	453,760.54
25	2,430,862.66	451,805.25	79	2,430,266.91	453,737.29
26	2,430,893.53	451,779.78	80	2,430,280.42	453,711.98
27	2,430,956.64	451,857.51	81	2,430,306.65	453,713.81
28	2,430,944.75	451,913.63	82	2,430,325.31	453,709.28
29	2,430,977.35	451,950.25	83	2,430,344.79	453,690.48
30	2,430,958.81	452,002.75	84	2,430,335.40	453,676.47
31	2,430,936.50	452,024.48	85	2,430,340.90	453,646.84
32	2,430,941.87	452,051.77	86	2,430,347.37	453,630.14
33	2,430,969.02	452,092.48	87	2,430,315.37	453,593.40
34	2,430,989.58	452,183.83	88	2,430,337.55	453,579.16
35	2,430,934.68	452,545.33	89	2,430,363.39	453,604.79
36	2,430,855.14	453,025.62	90	2,430,376.10	453,612.09
37	2,430,738.19	453,753.85	91	2,430,408.69	453,610.94
38	2,430,702.16	453,774.16	92	2,430,443.97	453,617.05
39	2,430,673.61	453,767.57	93	2,430,482.38	453,664.69
40	2,430,632.50	453,756.67	94	2,430,522.39	453,686.84
41	2,430,611.46	453,760.05	95	2,430,544.71	453,691.89
42	2,430,571.22	453,766.25	96	2,430,574.57	453,705.44
43	2,430,537.55	453,760.57	97	2,430,611.31	453,702.87
44	2,430,511.26	453,739.37	98	2,430,642.51	453,694.20
45	2,430,486.48	453,704.21	99	2,430,696.27	453,687.72
46	2,430,448.57	453,670.98	100	2,430,706.87	453,670.16
47	2,430,428.06	453,670.75	101	2,430,712.77	453,630.23
48	2,430,409.07	453,680.43	102	2,430,728.49	453,556.79
49	2,430,411.84	453,707.07	103	2,430,747.69	453,466.52
50	2,430,406.87	453,760.63	104	2,430,771.25	453,341.80
51	2,430,404.19	453,810.77	105	2,430,761.79	453,261.24
52	2,430,380.89	453,870.20	106	2,430,782.30	453,166.43
53	2,430,368.48	453,907.68	107	2,430,804.09	453,088.17
54	2,430,338.87	453,924.51	108	2,430,827.48	452,954.58
55	2,430,295.68	453,926.83			
SUPERFICIE = 210,225.650 m^2					

Tabla VI.3 *Coordenadas UTM del área a reforestar colindante al Área de Estudio*

COORDENADAS		
V	Y	X
109	2,430,215.06	452,475.40
111	2,430,177.98	452,707.41
112	2,430,066.64	452,683.46
113	2,429,515.58	452,723.35
114	2,429,526.19	452,592.04
115	2,429,792.90	452,465.53
116	2,430,074.08	452,442.76
109	2,430,215.06	452,475.40
SUPERFICIE = 146,549.704 m²		

En la siguiente tabla, se suman las superficies de las áreas a reforestar:

Tabla VI.4 *Superficie total para reforestación*

ÁREAS A REFOESTAR		
Concepto	**Área**	**Unidad**
Área norte	210,225.65	m^2
Área colindante	147,038.18	m^2
Superficie total	**357,263.83**	**m^2**
	35.726	**ha**

VI.7.1.1 Especies arbóreas a reforestar y metodologías para la plantación

A continuación, en la siguiente tabla, se presentan las especias y el número de individuos a plantar; cabe destacar que, a pesar de que la cantidad total no puede disminuir, la cantidad de las especies a emplear sí puede cambiar, esto dependiendo de las condiciones reales que se susciten en campo. Como ejemplo, pudieran plantarse los 4,540 individuos de una sola especie.

Tabla VI.5 *Nombre y número de individuos a plantar*

Nombre común	Nombre científico	Número de individuos
Mangle blanco	*Laguncularia racemosa*	2,668
Huizache	*Vachellia farnesiana*	624
Guamúchil	*Pithecellobium dulce*	1,248
Total		**4,540**

En las siguientes tablas se presentan las características de las especies a plantar:

Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)

Tabla VI.6 *Características del mangle blanco (Laguncularia racemosa)*



Nombre común: Mangle blanco
Nombre científico: *Laguncularia racemosa*
Orden: Myrtales
Familia: Combretaceae
Categoría NOM-059-2010: Amenzada, no endémica/nativa
Forma de vida: Árbol

Descripción: Árbol de 15 a 22 m de altura y de 40 a 70 cm de diámetro normal. Raíces zancudas y neumatóforos; tronco erecto y derecho, en ocasiones con contrafuertes; corteza externa delgada, parda a rojiza, fisurada en escamas largas; ramas ascendentes; copa redondeada y densa; hojas simples, opuestas, con peciolo 1.1 a 1.5 cm de largo, con dos glándulas prominentes hacia la base de la lámina, lámina oblonga a elíptica, 4 a 10 cm de largo y 2 a 4 cm de ancho, coriácea, glabra, nervaduras secundarias poco conspicuas, ápice y base obtusas a redondeadas, margen entero; inflorescencia en racimos 6.5 a 9 cm de largo; monoica con flores estaminadas y/o hermafroditas; flores masculinas con cáliz 2.5 mm de largo, pétalos de 1 a 1.5 mm de largo, estambres 10, 1.5 a 2 mm de largo, flores femeninas y hermafroditas características similares a las masculinas pero con la porción inferior del hipanto hinchada y con dos bracteólas fusionadas en la base del tubo, ovario ínfero; fruto drupa, obovoide a elipsoide, subtrígono 18 a 25 mm de largo, coriáceo, rojizo a verde parduzco, endocarpo esponjoso; una semilla por fruto, 7 a 14 mm de largo y 2 a 4 mm de ancho, testa pardo oscuro a rojizo.

Distribución: Se presenta en manchones discontinuos en la costa del Pacífico desde Baja California hasta Chiapas y en la costa Atlántica desde Tamaulipas hasta Quintana Roo (Pennington & Sarukhán, 2005; Rendón-Sandoval, 2009).

Hábitat: Vegetación acuática y subacuática, en el subtipo manglar (Rzedowski, 1978; Pennington & Sarukhán, 2005; Sandoval-Rendón, 2009).

Fuente: *Información de la CONABIO con elaboración propia.*

Metodología para la plantación del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)

Obtención de las plantas

Las especies a plantar serán obtenidas a partir de plántulas que serán recolectadas a través de semillas de los mangles del área, donde serán reproducidas para su posterior trasplante en el área propuesta que se encuentra desprovista de vegetación dentro del sistema.



Imagen VI.2 *Semillas de Manglar*

Los criterios para la selección de semillas y propágulos de mangle son:

- Provenir de árbol semillero seleccionado
- Deben estar sanas, buena presencia y bien desarrolladas
- No deben tener: golpes, heridas, cicatrices, manchas ajenas al color natural de las semillas, material adherido y cuerpos extraños.
- Color, sabor y olor típico de la especie
- Buena germinación.
- Tener una coloración marrón.

El sustrato de los envases debe presentar textura franca-limosa con buenas condiciones de humedad, a saturación. Las semillas se deben sembrar enterrando la mitad de la semilla, la parte enterrada debe corresponder a la sección de salida de la raíz. Se recomienda enterrar dos semillas por bolsa o cono semillero.

También se puede considerar la reproducción a través de estacas y rebrotes.

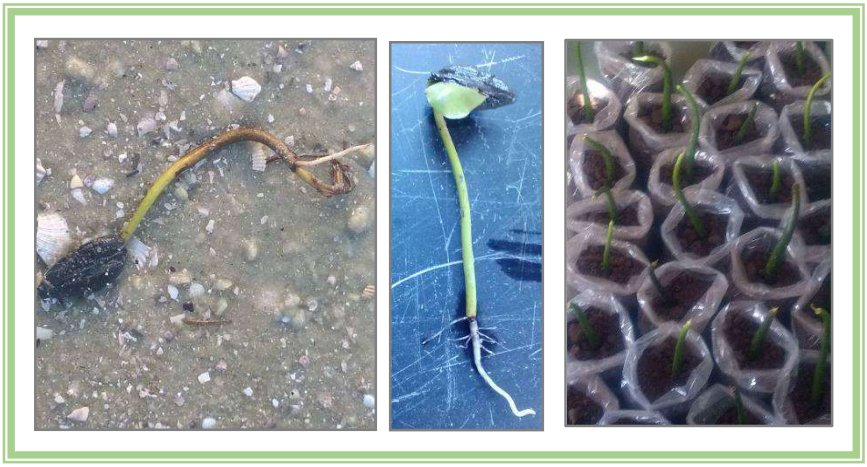


Imagen VI.3 *Reproducción de semillas de mangle blanco obtenidas de los individuos presentes en el área*

Cuando se producen en vivero se les da mantenimiento por 1 mes, cuando tienen 2 o 4 hojas y no mucho tiempo después, ya que sus raíces se curvan o enrollan en la bolsa plástica y pueden influir en el desarrollo futuro de los árboles, posteriormente se trasladan al sitio de reforestación.

A partir del tercer año aparecen las raíces aéreas, en el quinto se estabilizan las raíces aéreas y se regula el oleaje, de los 8 a los 10 años las raíces y el follaje se desarrollan normalmente.

Los individuos deben tener una altura de al menos 20 cm para evitar que sean arrancados por la marea o por los cangrejos.

Se deben elegir las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades. Aunque las características físicas dependerán de la especie, existen criterios generales que indican buena calidad en las plantas.
La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser ≥ 0.25 cm, la altura total del vástago no mayor a 30 cm, y por lo menos ¼ parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso, endurecimiento. Se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del trasplante de las plantas. Para este caso, no será necesario considerar las condiciones de transporte ya que la reproducción será *in situ.*

Metodología de plantación (reforestación)
La plantación de mangle se realizará con las técnicas estipuladas en la página de CONAFOR,
Mangle blanco
http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/937Laguncularia%20recemosa.pdf

Materiales y equipo para la plantación

Tabla VI.7 *Materiales y equipo para la plantación*

Materiales y equipo para la plantación	
Cintra métrica	Sustrato (mezcla previa elaborada con insumos de abono, enraizante, insecticidas y sustrato)
Barras	Camioneta Pick-Up
Machetes	Cámara fotográfica
Guantes	Hojas de registro
Estacas	Plumas o lápices
Cuerda	Listones de color llamativo
Carretilla	Malla

Procedimiento

Una vez localizada el área de plantación de mangle blanco, ésta será delimitada y marcada para garantizar su sobrevivencia, después se procede con la preparación del sitio.

Preparación del terreno

Para incrementar las probabilidades de sobrevivencia se debe realizar una limpieza del área (ramas, arbustos). Y garantizar la existencia del flujo del agua, ya que estos son esenciales para la obtención de los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta. El canal deberá proveer de un efluente pequeño pero continuo de agua salobre; sin que llegue a inundar el área de plantación, pero sí mantenerla húmeda. Aunado a lo anterior, se realizará una barrera ya sea de estacas o de malla para proteger el sitio de animales de gran tamaño.

Plantación

Una vez que se tiene preparado el terreno, se procede a la marcación de los puntos donde se plantarán cada uno de los ejemplares, ésta puede realizarse con la ayuda de estacas. La marcación de cada punto será a una distancia mínima de 3 m, la siguiente hilera comenzará a una distancia de 1.5 m para que de esta manera cada individuo quede distribuido en zigzag, como se muestra en la ***Imagen VI.4***.

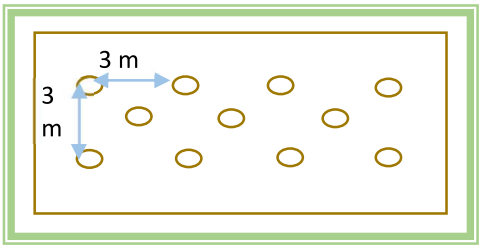


Imagen VI.4 *Distribución en zigzag para plantación de manglar*

La semilla germina cuando el fruto aún está cerrado, son vivíparas y permanece unida a la planta madre de seis a ocho días. La emergencia de la radícula ocurre 10 o 12 días después de que el fruto se desprendió. Los frutos se siembran introduciendo suavemente la parte radical en el fango, a una profundidad de 5 a 7 cm. Con la ayuda de una navaja, cuidadosamente, se remueve la bolsa en la que ha sido transportado, de tal manera que el suelo con el que viene el individuo no se disperse y se introduce en el hoyo. En caso de que queden espacios sin tierra se deberá agregar más sustrato para evitar que la planta pueda ser removida fácilmente por algún animal.

Cronograma de actividades

El presente cronograma indica los tiempos y las actividades para la realización de la Reforestación de mangle blanco. Se debe considerar que, por la cantidad de individuos a plantar, las acciones se realizarán en un periodo de 5 años, razón por la cual en el siguiente Cronograma las actividades de "Preparación para la plantación (cada año)" como su nombre lo dice deberán aplicarse cada año.

Tabla VI.8 *Cronograma de plantación de mangle blanco (Laguncularia racemosa)*

Cronograma de la plantación																
	Mes												Año			
Etapa/Actividad	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**2**	**3**	**4**	**5**
Preparación para la plantación (cada año)																
Recolección de semilla (***Laguncularia racemosa***)																
Regeneración de semilla en bolsas individuales																
Cuidado de la planta en bolsas individuales																
Selección e identificación del sitio																
Plantación																
Plantación																
Instalación de protección y señalamientos																
Mantenimiento (limpieza, retiro de RSU, protección contra plagas, apertura de canales)																
Monitoreo																
Informes																

Recursos humanos

El trabajo será supervisado por un especialista en la materia de biología, agronomía o forestal con experiencia en plantaciones y uno o dos peones.

Guamuchil (*Pithecellobium dulce*)

Tabla VI.9 *Ficha técnica del guamuchil (Pithecellobium dulce)*



Nombre común: Guamuchil

Nombre científico: *Pithecellobium dulce*

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Categoría NOM-059-2010: No aplica

Forma de vida: Árbol

Descripción:

Forma. Arbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 20 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de 80 cm (hasta 1 m), con ramas provistas de espinas.

Copa / Hojas. Copa piramidal o alargada, ancha y extendida (diámetro de 30 m), muy frondosa. Hojas en espiral, aglomeradas, bipinnadas, de 2 a 7 cm de largo, con un par de folíolos primarios, cada uno con un par de folíolos secundarios sésiles; haz verde pálido mate.

Tronco / Ramas. Tronco derecho. Ramas delgadas y ascendentes provistas de espinas.

Corteza. Externa lisa o ligeramente fisurada, gris plomizo a gris morena con bandas horizontales protuberantes y lenticelas pálidas en líneas longitudinales. Interna de color crema claro, se torna pardo rosado con el tiempo, fibrosa, con ligero olor a ajo.

Flor(es). Inflorescencias axilares de 5 a 30 cm de largo, panículas péndulas de cabezuelas tomentosas, cada cabezuela sobre una rama de 2 a 5 mm; cabezuelas de 1 a 1.5 cm de diámetro; flores pequeñas ligeramente perfumadas, actinomórficas, blanco-cremosas o verdes.

Fruto(s). Vainas delgadas de hasta 20 cm largo por 10 a 15 mm de ancho, enroscadas, tomentosas, péndulas, rojizas o rosadas, constreñidas entre las semillas y dehiscentes. Se abren por ambos lados para liberar numerosas semillas.

Semilla(s). Semillas de 7 a 12 mm de largo, ovoides aplanadas, morenas, rodeadas de un arilo dulce, blancuzco o rosado. Testa delgada y permeable al agua.

Raíz. Sistema radical extenso sobre todo en aquellas áreas donde la precipitación es baja.

Distribución: Amplia distribución en las zonas tropicales del país. En el Golfo: Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro, norte de Veracruz, y parte más seca de la Península de Yucatán; en el Pacífico: desde Baja California y Sonora, hasta Chiapas, incluyendo Cuenca del Balsas. Altitud: 0 a 1,500 (1,800) m. Estados. B.C.

CAMP. COL. CHIS. CHIH. DGO. GTO. GRO. HGO. JAL. MICH. MOR. NAY. N.L. OAX. PUE. QRO. QROO. S.L.P. SIN. SON. TAMPS. VER. YUC. ZAC.

Hábitat: Prospera en terrenos planos u ondulados. Es frecuente a la orilla de cauces de arroyos temporales, de carreteras y avenidas y en las viviendas. Crece en una amplia variedad de condiciones climáticas. Clima entre tropical y subtropical, con precipitaciones de 450 a 1,650 mm. Suelos: somero, pobre, pedregosos (basalto), negro-rocoso, aluvial, arenoso, calizo-rocoso, amarillo-arenoso profundo, café-grisáceo, litosol, arcilla negra, eriales de todo tipo.

Efecto restaurador / servicio al ambiente: 1. Fijación de nitrógeno. 2. Fijación de dunas. 3. Recuperación de terrenos degradados. 4. Acolchado / Cobertura de hojarasca. 5. Mejora la fertilidad del suelo / Barbecho. 6. Conservación de suelo / Control de la erosión. Servicio(s). 1. Barrera rompevientos. 2. Ornamental. Se siembra a orilla de carreteras por sus frutos de color atractivo. En Florida se ha abandonado su uso como ornamental debido a que es espinoso y a que contiene una savia irritante a los ojos y a la piel. 3. Sombra / Refugio. Se cultiva a menudo en los huertos y potreros como árbol de sombra. Con podas regulares forma setos densos espinosos casi impenetrables que mantienen alejado al ganado. Fuente de alimento para la fauna silvestre. 4. Cerca viva en los agrohábitats.

Fuente: *Información de la CONABIO con elaboración propia.*

Huizache (*Vachellia farnesiana)*

Tabla VI.10 *Ficha técnica del huizache (Vachellia farnesiana)*



Nombre común: Huizache

Nombre científico: *Vachellia farnesiana*

Orden: Fabales

Familia: *Fabaceae*

Categoría NOM-059-2010: No aplica

Forma de vida: Árbol o arbusto

Descripción técnica
Basada en Rzedowski y Rzedowski, 2001.
Hábito y forma de vida: Arbusto o arbolito.
Tamaño: De 2 a 5 m de altura.
Tallo: Tronco muy ramificado con las últimas ramillas pubescentes en la juventud; estípulas en forma de espinas de color blanquecino.

Hojas: De 2 a 6 cm de largo, pecíolo corto, con 2 a 6 pares de pinnas, cada una con 10 a 25 pares de foliolos lineares, de 3 a 6 mm de largo por 1 mm de ancho, ápice agudo u obtuso, margen entero, base obtusa.
Inflorescencia: Cabezuelas de ± 1 cm de diámetro, solitarias o fasciculadas, pedúnculos de 1 a 3 cm de largo.
Flores: Sésiles, reunidas en cabezuelas; cáliz en forma de embudo, pubescente hacia el ápice; corola tubular, de 2 a 2.5 mm de largo, amarilla.
Frutos y semillas: El fruto es una legumbre cilíndrica, verde al principio y negra después, sin pelos, de 4 a 8 cm de largo por ± 1 cm de diámetro, con el ápice agudo.
Características especiales: Huele a miel cuando florece.

Distribución: Se reporta en Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Hábitat: Laderas bajas cubiertas de matorral.

Efecto restaurador / servicio al ambiente: 1. Fijación de nitrógeno. 2. Fijación de dunas. 3. Recuperación de terrenos degradados. 4. Acolchado / Cobertura de hojarasca. 5. Mejora la fertilidad del suelo / Barbecho. 6. Conservación de suelo / Control de la erosión. Servicio(s). 1. Barrera rompevientos. 2. Ornamental.

Fuente: *Información de la CONABIO con elaboración propia.*

Metodología para la plantación del huizache (*Vachellia farnesiana*) y el guamúchil (*Pithecellobium dulce*)

Obtención de las plantas

Los ejemplares estarán en etapa juvenil, que tengan seis meses de edad y 40 cm de altura, que es cuando es el punto óptimo donde las plantas están listas para la siembra directa o a raíz desnuda (Carlson, 2004).

Se deben elegir las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades. Aunque las características físicas dependerán de la especie, existen criterios generales que indican buena calidad en las plantas. La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser ≥ 0.25 cm, la altura total del vástago no mayor a 30 cm, y por lo menos ¼ parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso, endurecimiento. Se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del transporte de las plantas.

Es importante considerar que la compra de éstas se realizará por máximo una semana antes de que vayan a ser plantadas, para evitar el estrés al ejemplar y garantizar mayor sobrevivencia. Las especies a plantar serán obtenidas a partir de viveros de la región, con el objeto de no estresar a la planta con el cambio de clima al momento de ser plantada.

El transporte de la planta, debe ser en vehículo de doble rodado y cobertura con lona, además con diferentes compartimientos para evitar el estrés de las plantas durante el traslado que debe llevarse a cabo en menos de 3 horas. Dicho lo anterior, la compra de los individuos se realizará en un vivero cercano al polígono de plantación y que tenga disponible las especies requeridas. Para evitar que los costos se eleven demasiado, el traslado no debe ser superior a 50-60 Km del vivero.

Climograma

Considerando la ubicación del sitio a reforestar y realizando el cálculo de la evapotranspiración por medio del segundo método de Thornthwaite, se obtuvo que la evapotranspiración en la zona no sobrepasa los 21 cm, por lo que la humedad en el suelo se conserva en gran medida, lo que las convierte en tierras fértiles para el cultivo o plantaciones.

La época de lluvias comienza a finales de mayo hasta principios de octubre, siendo septiembre el mes que presenta mayor precipitación. Se recomienda realizar la plantación en temporada de lluvias, por lo tanto, será en los meses de junio y julio, esto con el objeto de evitar en la medida de lo posible el gasto de agua en riego. Aunado a que, con las especies nativas de la región, el mantenimiento (riego) de éstos no será tan estricto.

La plantación se constituirá por medio de terrazas individuales, tal y como se contempla en el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales de la Comisión Nacional Forestal. El principal objetivo de las terrazas individuales es capturar agua de los escurrimientos superficiales para aumentar la humedad disponible para las plantas.

Materiales y equipo para la plantación

Tabla VI.11 *Materiales y equipo para la plantación*

Materiales y equipo para la plantación	
○ Pala	○ GPS
○ Cintra métrica	○ Sustrato (mezcla previa elaborada con insumos de abono, enraizante, insecticidas y sustrato)
○ Barras	○ Camioneta Pick-Up
○ Machetes	○ Cámara fotográfica
○ Guantes	○ Hojas de registro
○ Estacas	○ Plumas o lápices
○ Cuerda	○ Listones de color llamativo
○ Carretilla	○ Malla

Procedimiento

Una vez localizada el área de plantación, ésta será delimitada y marcada para garantizar su sobrevivencia, después se procede con la preparación del sitio.

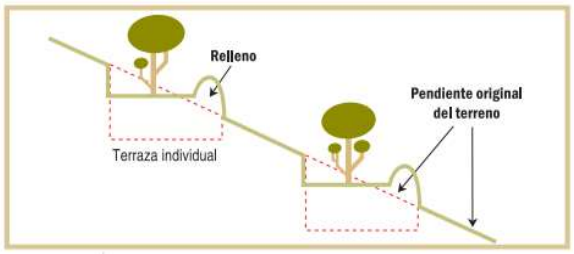
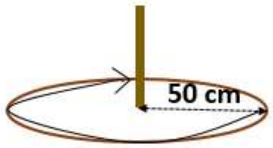
Preparación del terreno

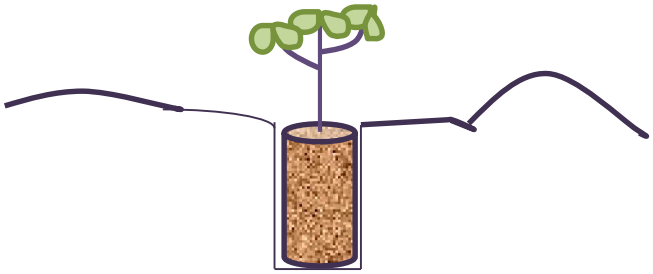
Si se realiza una plantación en un sitio con mucha maleza, el ejemplar que se vaya a plantar no podrá tener un buen desarrollo, ya que tendrá que luchar por los recursos de nutrimentos, hídricos, así como de radiación solar

Plantación

Una vez que se tiene preparado el terreno, se procede a la marcación de los puntos donde se plantarán cada uno de los ejemplares, ésta puede realizarse con la ayuda de estacas. La marcación de cada punto será a una distancia de 5 m por cada árbol.

Tabla VI.12 *Procedimiento para la plantación*

1er paso	Las terrazas individuales se deben alinear en curvas a nivel y separarse de acuerdo con la pendiente y densidad de plantas que requiere cada especie  ***Imagen VI.5*** *Sección transversal de terrazas individuales*
2ndo paso	Se marca el área de la terraza, debe tener como mínimo 1 metro de diámetro y al menos 10 cm de profundidad de corte. (Método opcional de trazado de la terraza: posicionar una estaca en el centro donde irá el ejemplar y con una cuerda de 50 cm de largo realizar un círculo alrededor de ésta) (Ver ***Imagen VI.6***)  ***Imagen VI.6*** *Método de delimitación de la terraza individual*
3er paso	Se excava el suelo formando una terraza como se muestra en la imagen del paso 1, de tal manera que la terraza pueda almacenar un espejo de agua de 10 cm y el piso de la misma quede a contracorriente.
4to paso	La apertura de la cepa para plantar el ejemplar se realizará de acuerdo con el diámetro del cepellón, la profundidad deberá ser en función al tamaño de la raíz que tenga el ejemplar,

	de tal manera que éste quede justo a la altura de la superficie, esto con el objeto de garantizar el mejor desarrollo de la raíz. Se integrará en las cepas una porción de sustrato, para garantizar el crecimiento y sobrevivencia de la planta.  ***Imagen VI.7*** *Apertura de cepa para plantación* Se debe cuidar que durante la plantación y una vez que se remueve la bolsa que contiene la planta, a la raíz del ejemplar no le entre mucho oxígeno, para evitar que se muera y al igual, garantizar su sobrevivencia. También es importante revisar que las raíces no estén enredadas; en caso de que así se encuentren, se deberá cortar el fondo de la bolsa con dos cortes laterales, en el sentido de la costura de la bolsa, ya sea con una navaja o con cúter. Se debe agregar el sustrato correspondiente (mezcla previa elaborada con insumos de abono, enraizante, insecticidas y sustrato) para garantizar aún más el crecimiento de la planta.
5to paso	Con el producto de la excavación se construye un bordo aguas abajo, en forma de media luna, para conducir los escurrimientos hacia las demás terrazas de las curvas de nivel aguas abajo. El bordo se compacta y suaviza para proporcionar estabilidad y facilitar la instalación de vegetación arriba del mismo.  ***Imagen VI.8*** *Ejemplo de Terraza Individual*
6to paso	La siguiente terraza se excava a la distancia prevista para la plantación (5 m), procurando que su arreglo sea en "tresbolillo".

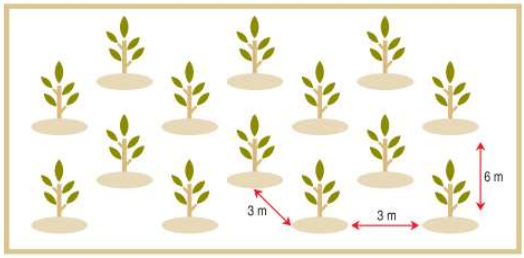


Imagen VI.9 *Plantación con arreglo "tresbolillo"*

Protección y señalamientos

Debido a la localización de la plantación será importante considerar instalar un sistema de protección para ésta. Éste podrá realizarse mediante la instalación de troncos para su delimitación y una malla de un metro de altura, alrededor del polígono; así como la instalación de señalamientos informativos, con el objeto de garantizar su sobrevivencia, cuidado y su identificación con el resto de la vegetación existente.

Mantenimiento

Se deberá dar un mantenimiento continuo durante 1 a 5 años, además se verificará las condiciones de la planta, que ésta no tenga algún tipo de plaga o que hayan crecido algún tipo de planta invasora que impida su crecimiento, además se deberá remover los residuos sólidos urbanos que pudieran haberse acumulado.

Al igual que la plantación, los aditamentos de protección que se realizaron deberán mantenerse en óptimas condiciones, para garantizar el desarrollo de la planta, así como para identificar las plantas motivo del presente Estudio.

Monitoreo

A partir de que se realice la plantación, se comenzará la toma de evidencia fotográfica de las actividades que se efectúen, relacionadas con el presente estudio, deberá llevar a cabo por un máximo de 5 años en lo que la planta toma la fuerza necesaria para poder subsistir de manera autónoma. Se realizarán recorridos mensuales para la toma de evidencia fotográfica y el mantenimiento de la plantación, hasta que se considere que éstos se encuentran ya establecidos y en condiciones de prosperar por sus propios medios. Una vez que esto suceda se realizarán los recorridos de manera anual. Se realizará un conteo para identificar el porcentaje de sobrevivencia considerando los datos que se obtengan y se registren en las **Tablas de Monitoreo de Crecimiento** que se presenta al final del presente capitulo.

Indicador de eficacia

Se efectuará un conteo de las ejemplares que sobreviven, y en función a los que fueron plantados, se calculará el porcentaje de sobrevivencia.

$$\%\ Sobrevivencia = \frac{\#\ de\ ejemplares\ vivos}{\#\ de\ ejemplares\ plantados} \cdot 100$$

Para comprobar que la aplicación de esta medida de compensación haya sido efectiva se espera una sobrevivencia mínima del 80%.

Dentro de los informes mensuales de la Manifestación de Impacto Ambiental, se presentarán los avances de la plantación.

Para comprobar que la aplicación de esta medida de compensación haya sido efectiva, se llevará a cabo un ***Programa de Vigilancia Ambiental***, en donde se llevarán a cabo informes con periodos asignados por la SEMARNAT, sobre la evolución de la reforestación.

Cronograma de actividades

El presente cronograma indica los tiempos y las actividades para la realización de la reforestación como medida de compensación por los daños ocasionados por las obras y actividades motivo de esta MIA. El presente cronograma indica los tiempos y las actividades para la realización de la Reforestación. Se debe considerar que, por la cantidad de individuos a plantar, las acciones se realizarán en un periodo de 5 años, razón por la cual en el siguiente Cronograma las actividades de "Preparación para la plantación (cada año)" como su nombre lo dice deberán aplicarse cada año.

Tabla VI.13 *Programa de reforestación de huizache (Vachellia farnesiana) y guamúchil (Pithecellobium dulce)*

Programa de Reforestación																
Etapa/Actividad	**Mes**												**Año**			
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**2**	**3**	**4**	**5**
Preparación para la plantación (cada año)																
Acondicionamiento del terreno																
Marcación																
Apertura de cepas																
Obtención de la planta																
Reforestación																
Preparación del sustrato																
Plantación																
Realización de las terrazas																

Mantenimiento (limpieza, retiro de RSU, protección contra plagas, apertura de canales)																
Monitoreo																
Informes																

Recursos humanos

El trabajo será supervisado por un especialista en la materia de biología, agronomía o forestal con experiencia en plantaciones y uno o dos peones.

VI.7.2 Elaboración de informes e indicadores de eficacia

Derivado de la ejecución de esta medida se realizarán y presentarán Informes Parciales y uno Final a la Autoridad competente (SEMARNAT). En dichos informes se hará una exposición de las actividades realizadas, y los logros obtenidos durante la ejecución de la medida (en base al indicador de eficacia), así como conclusiones. En caso de ser necesario se plantearán las acciones que se realizarán para mejorar las condiciones de la plantación y si se presentan individuos muertos se indicarán las causas.

El informe también deberá contar con un plano de ubicación de la plantación, fotografías y una tabla de monitoreo similar al siguiente ejemplo:

Tabla VI.14 *Ejemplo de tabla de monitoreo de crecimiento*

Especie:		**Sitio:**		**Fecha:**	
# Planta	**Altura (cm)**	**# de hojas**	**# de nodos**	**Estado (viva o muerta)**	**Observaciones**
1					
2					
3					
4					
5					

ÍNDICE

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS…… 2
VII.1 Pronóstico del escenario del sistema ambiental sin proyecto y sus actividades operativas……4
VII.2 Pronóstico del escenario ambiental esperado con la operación del proyecto sin medidas de mitigación:……4
VII.3 Pronóstico del escenario ambiental esperado con la operación del proyecto incluyendo las medidas de mitigación:……7
VII.4 Pronóstico integral del sistema ambiental ……10
VII.5 Evaluación de alternativas……11
VII.6 Conclusiones…… 11

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

A nivel general en lo que corresponde al Área de Influencia y el Sistema Ambiental donde se inserta del proyecto, éste ha sido sistemáticamente transformado. Así pues, el escenario actual de la zona del proyecto, presenta niveles importantes de alteración, sobre todo en sus componentes faunístico y florístico. Sólo las áreas de los manglares, por su difícil acceso, conservan sus características originales, no obstante, van cediendo campo. Es importante mencionar que las instalaciones del proyecto ya existen, este estudio se realizó por motivo de la operación de una granja acuícola ya construida.

Como ya se ha venido mencionando el proyecto será muy puntual, la operación del mismo, solo se llevará a cabo sobre el polígono definido, y su operación no afectará en gran medida a los componentes ambientales de las zonas aledañas de manera significativa. En los siguientes puntos se mencionan las principales características del proyecto:

- El proyecto consiste en la continuación de la operación y mantenimiento de una granja acuícola de cultivo semi-intensivo de tilapia (*Oreochromis aureus*), así como en la modificación de algunos de sus estanques existentes para la realización de 2 estanques de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales y la construcción de nuevas compuertas.

- Las aguas residuales que genera el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis aureus*), serán conducidas a los estanques de oxidación y sedimentación, para su tratamiento.

- Los lodos generados se reutilizarán como mejorador de tierras agrícolas y/o trasladados al sitio donde lo indique el H. Ayuntamiento de Tuxpan.

- El proyecto abarca un polígono con una superficie de 356,587.746 m^2.

- El Área de Estudio abarca 2 tipos de vegetación: el 13% de vegetación secundaria arbustiva de manglar y el resto (87%) es vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia.

- El promovente del presente proyecto, también es el promovente del proyecto "Granja Acuícola Costa Pacífica" (Acta de Inspección No. IIA/2022/014), el cual se encuentra colindante al presente proyecto; ahí se encontrará el sanitario y la bodega principal del presente proyecto.

- Se instalará 1 PTAR formada por un biodigestor autolimpiable, una fosa séptica y un registro de lodos, esto para el tratamiento de las aguas residuales que se generan en el sanitario y la cocineta.

- La dotación de agua potable la realizará el promovente por medio del traslado de contenedores especiales y se almacenará en tambos de 200 litros ubicados en el sanitario y la cocineta.

- El proyecto cuenta con un canal en el perímetro del proyecto, el cual se conecta con el estero Ticha/Corrientes para drenar y/o abastecer al proyecto de agua.

- Se llevarán a cabo metodologías para la separación, almacenamiento, reutilización y disposición de los RSU (Residuos sólidos urbanos) mencionadas en el *Capítulo VI*.

- El proyecto cuenta con 2 cárcamos para el bombeo de agua hacia los estanques de crecimiento, formados por una tubería de propulsión mecánica y un motor de 6 cilindros, diésel de 90 hp. Las sustancias peligrosas como el combustible (diésel) y lubricantes para su mantenimiento serán resguardados en la bodega principal.

- Se llevará a cabo un programa para el manejo de residuos de manejo especial y un programa de residuos y sustancias peligrosas.

- Se implementarán tecnologías, equipos, sistemas de ahorro, capacitaciones, entre otros métodos para minimizar el impacto ambiental que producirán las actividades de cada etapa del proyecto.

- El área del proyecto se encuentra dentro del área de la **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales SASRNRPHM(I)PT(II)** del Área Natural Protegida "Marismas Nacionales", dentro de esta subzona se permite la actividad de acuacultura. También se encuentra dentro de las siguientes áreas de importancia ambiental:

- Sitio RAMSAR – 732. Marismas Nacionales

- Áreas de Importancia de conservación de aves: **Marismas Nacionales**

- Región Hidrológica Prioritaria: **Río Baluarte - Marismas Nacionales**

- Región Terrestre Prioritaria: **Marismas Nacionales**

- Región Marina Prioritaria: **21. Marismas Nacionales**

- Como medida de compensación de esta MIA-P, se llevará a cabo una plantación en una superficie total de 35.66 hectáreas con individuos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana)* y guamúchil (*Pithecellobium dulce*)

- No habrá afectación a especies de flora y fauna consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

VII.1 Pronóstico del escenario del sistema ambiental sin proyecto y sus actividades operativas

Los capitulo anteriores muestran que los impactos por actividades antropogénicas que había en el área de estudio años atrás no son los mismos que resaltan en la actualidad, aunque es importante mencionar que en sus colindancias se comenzó con la instalación de granjas acuícolas a partir de una MIA regional, por lo que se esperaba una afectación en las zonas contiguas; cuestión que evidencia que las obras y actividades de la granja acuícola generaron una afectación significativa en la zona, sin embargo, al tratarse de suelo mixto en el que se posiciona el área de influencia del proyecto, con usos distintos, pero en los cuales una parte se encuentra sobre suelo agrícola. Por lo que se concluye que, la presencia de proyecto mermó las condiciones naturales y ambientales de la zona y de la región.

Por lo anterior, en caso de que no se hubiera realizado la construcción del presente, ambientalmente no existiría un cambio positivo en el área, ya que el sitio es parte de una zona previamente impactada, en la que, a partir de la aprobación de una MIA regional, años atrás ya se había comenzado a utilizar para actividades acuícolas principalmente, por lo que las condiciones naturales ya han sido modificadas a través de dichas actividades.

Aunado a lo anterior, el predio donde se realizó el levantamiento de esta infraestructura no contaba con una vegetación de manglar conservada.

Hay que recalcar que, según el **Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales**, el área del proyecto se localiza dentro de una subzona de aprovechamiento sustentable (o en su caso, subzona de uso tradicional), donde se permiten actividades productivas locales como la pesca, acuacultura y la construcción de obra privada, que sean compatibles con los objetivos de conservación, como lo es este proyecto; siempre y cuando cuenten con la debida autorización ambiental y se ajusten a los principios de sustentabilidad.

VII.2 Pronóstico del escenario ambiental esperado con la operación del proyecto sin medidas de mitigación:

Pronóstico ambiental

El presente apartado analiza el escenario ambiental esperado en caso de que el proyecto continúe su operación sin la aplicación de medidas de prevención, mitigación, compensación o control ambiental. El análisis considera la modificación de las obras existentes, así como la operación y mantenimiento de la granja acuícola semi-intensiva de tilapia (*Oreochromis aureus*), incluyendo la modificación de estanques existentes para la conformación de estanques de oxidación y sedimentación, así como la operación de la infraestructura complementaria asociada. En los siguientes puntos se detalla dicho escenario por cada componente ambiental:

Componente agua

El componente ambiental con mayor susceptibilidad de afectación correspondería al sistema hídrico superficial, debido a la interacción directa del proyecto con el estero Ticha/Corrientes, utilizado para el abastecimiento y drenaje de agua de los estanques.

En ausencia de estanques de oxidación y sedimentación funcionales, así como de sistemas de tratamiento para las aguas residuales generadas por el cultivo de tilapia, existiría un incremento gradual de materia orgánica, sólidos suspendidos, nutrientes y sedimentos en los cuerpos receptores. Lo anterior podría generar procesos de eutrofización, disminución del oxígeno disuelto, incremento de turbidez y alteraciones en la dinámica ecológica de los cuerpos de agua asociados a humedales y zonas estuarinas cercanas.

Asimismo, el manejo inadecuado de combustibles, lubricantes o residuos peligrosos incrementaría el riesgo de contaminación puntual del agua superficial y del suelo saturado en áreas cercanas a los cárcamos y zonas de mantenimiento.

A largo plazo, la permanencia de estas condiciones podría reducir la capacidad natural de autodepuración del sistema hidrológico local.

Componente suelo

Sin medidas de manejo ambiental, podrían presentarse alteraciones graduales en las propiedades físicas y químicas del suelo, principalmente por derrames accidentales de diésel, grasas y aceites utilizados en los motores de bombeo y maquinaria de apoyo.

Asimismo, la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial o lodos derivados del tratamiento de aguas residuales podría generar acumulación de materia orgánica y contaminación localizada.
En áreas operativas también podrían presentarse procesos de compactación y erosión superficial asociados al tránsito continuo de vehículos y maquinaria.

No obstante, debido a que el sitio corresponde a una zona previamente utilizada para actividades acuícolas, no se prevé una transformación significativa adicional del suelo a nivel regional.

Componente atmósfera

Durante la operación del proyecto, los motores diésel utilizados en los cárcamos generarían emisiones de gases de combustión y partículas suspendidas. Sin programas de mantenimiento y control ambiental, dichas emisiones podrían incrementar localmente las concentraciones de dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y material particulado.

De igual manera, la acumulación de materia orgánica en aguas residuales sin tratamiento adecuado favorecería la generación de olores desagradables y gases derivados de procesos anaerobios.

Sin embargo, debido a las condiciones de dispersión atmosférica del área y a la naturaleza rural del entorno, los impactos sobre la atmósfera serían principalmente locales y de baja magnitud regional.

Flora y vegetación

Sin medidas de mitigación, podrían presentarse afectaciones indirectas sobre la vegetación adyacente, derivadas de modificaciones en la calidad del agua, alteraciones en la humedad del suelo y acumulación de sedimentos o residuos. Asimismo, la operación continua sin controles adecuados podría favorecer procesos localizados de degradación de cobertura vegetal en bordos, caminos internos y áreas operativas.

No obstante, considerando que las actividades se desarrollan dentro de un predio ya intervenido y que no se prevé afectación directa a especies protegidas conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, el impacto esperado sobre la vegetación se considera de carácter localizado.

Fauna silvestre

La fauna asociada a los humedales y ecosistemas circundantes podría experimentar alteraciones temporales en sus patrones de desplazamiento, alimentación y refugio debido al ruido de motores, tránsito de personal y modificación de las condiciones ambientales. La disminución de la calidad del agua y la posible acumulación de residuos podrían afectar indirectamente a organismos acuáticos y aves asociadas a las Marismas Nacionales.

Sin embargo, dado que el proyecto corresponde a una actividad preexistente dentro de una subzona donde la acuacultura es permitida y no se contempla afectación directa a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se prevé una pérdida significativa de biodiversidad ni alteraciones críticas en poblaciones de fauna regional.

Paisaje

Sin medidas de manejo ambiental, podrían presentarse alteraciones visuales derivadas de acumulación de residuos, presencia de sedimentos, deterioro de cuerpos de agua y desgaste progresivo de infraestructura operativa. No obstante, debido a que el paisaje actual ya presenta influencia de actividades productivas acuícolas y rurales, el impacto paisajístico sería de carácter local y parcialmente reversible.

Medio socioeconómico

La operación continua de la granja acuícola mantendría beneficios económicos relacionados con la producción de tilapia, generación de empleo y aprovechamiento productivo del predio.

Sin embargo, en ausencia de medidas ambientales adecuadas podrían presentarse riesgos asociados a conflictos por contaminación, olores, manejo inadecuado de residuos o deterioro ambiental de zonas hidrológicas cercanas.

Asimismo, el incumplimiento de medidas de control podría derivar en observaciones regulatorias o restricciones administrativas por parte de las autoridades ambientales competentes.

Pronóstico integral del sistema ambiental

De manera integral, el escenario ambiental esperado sin medidas de mitigación corresponde a un deterioro gradual y acumulativo de carácter principalmente local, asociado a la operación continua de la granja acuícola y al manejo inadecuado de aguas residuales, residuos y sustancias peligrosas.

Los componentes con mayor susceptibilidad serían la calidad del agua y el suelo, debido a la interacción directa del proyecto con el sistema hidrológico vinculado a las Marismas Nacionales. No obstante, considerando que el proyecto se desarrolla dentro de un predio previamente intervenido, destinado históricamente a actividades acuícolas y ubicado en una subzona donde la acuacultura es compatible con el programa de manejo del Área Natural Protegida, no se prevé una afectación regional crítica ni una pérdida irreversible de funcionalidad ecológica.

En consecuencia, la implementación de medidas de prevención, mitigación, tratamiento y compensación ambiental resulta fundamental para garantizar la estabilidad ambiental del sitio, mantener la compatibilidad ecológica del proyecto y reducir la acumulación de impactos sobre el entorno regional.

VII.3 Pronóstico del escenario ambiental esperado con la operación del proyecto incluyendo las medidas de mitigación:

Pronóstico ambiental

El presente apartado describe el escenario ambiental esperado considerando la modificación de las obras existentes, así como la operación y mantenimiento del proyecto, incluyendo la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, control y compensación ambiental propuestas en el *Capítulo VI* del presente estudio.

El análisis considera la continuidad de operación de la granja acuícola semi-intensiva de tilapia (*Oreochromis aureus*), la modificación de estanques existentes para la conformación de estanques de oxidación y sedimentación, la implementación de infraestructura sanitaria complementaria y los programas de manejo ambiental asociados al proyecto.

La evaluación integral permite prever que, con la aplicación adecuada de las medidas ambientales propuestas, los impactos generados por el proyecto serán controlados, mitigados y mantenidos dentro de rangos ambientalmente aceptables, favoreciendo la estabilidad funcional del sistema ambiental donde se desarrolla el proyecto.

Componente agua

La implementación de los estanques de oxidación y sedimentación permitirá reducir significativamente la carga orgánica, sólidos suspendidos y sedimentos presentes en las aguas residuales derivadas del cultivo de tilapia, favoreciendo una mejora en la calidad del agua antes de su reincorporación al sistema hidráulico.

Asimismo, la instalación de la PTAR conformada por biodigestor autolimpiable, fosa séptica y registro de lodos permitirá el tratamiento adecuado de las aguas residuales generadas por el sanitario y la cocineta, disminuyendo riesgos de contaminación del suelo y cuerpos de agua.

El manejo adecuado de combustibles, lubricantes y sustancias peligrosas dentro de áreas de almacenamiento controladas reducirá la probabilidad de derrames y contaminación hídrica.

De igual manera, las acciones de monitoreo, mantenimiento de infraestructura hidráulica y manejo de residuos contribuirán a conservar las condiciones fisicoquímicas del sistema acuático asociado al estero Ticha/Corrientes y a los humedales vinculados con las Marismas Nacionales.

En consecuencia, se prevé que los impactos residuales sobre el componente agua sean de baja magnitud, localizados y ambientalmente controlables.

Componente suelo

La implementación de programas de manejo de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos permitirá reducir la acumulación de materiales contaminantes y prevenir afectaciones al suelo.

Asimismo, el almacenamiento adecuado de diésel, aceites y lubricantes en áreas específicas de resguardo disminuirá el riesgo de infiltración de hidrocarburos y contaminación puntual.

La reutilización de los lodos generados como mejorador de tierras agrícolas, o su disposición conforme a las indicaciones del H. Ayuntamiento de Tuxpan, favorecerá un manejo ambientalmente adecuado de estos subproductos.

Las medidas de mantenimiento y control operativo permitirán minimizar procesos de erosión, compactación y degradación física del terreno.

Por lo anterior, el pronóstico ambiental esperado para el componente suelo corresponde a condiciones de estabilidad ambiental y afectaciones mínimas de carácter localizado.

Componente atmósfera

Las emisiones atmosféricas derivadas de la operación de motores y vehículos serán mitigadas mediante programas de mantenimiento preventivo y control operativo de los equipos utilizados en los cárcamos y actividades auxiliares.

La adecuada gestión de aguas residuales y lodos reducirá la generación de olores derivados de procesos anaerobios, mientras que la correcta disposición de residuos disminuirá la presencia de focos de contaminación atmosférica.

Debido a la dispersión natural del entorno y a la baja intensidad relativa de las emisiones generadas, se prevé que los impactos atmosféricos permanezcan dentro de niveles no significativos y de alcance local.

Flora y vegetación

La operación del proyecto con medidas de mitigación permitirá conservar la mayor parte de la vegetación secundaria arbustiva presente en el predio, evitando afectaciones adicionales innecesarias sobre las áreas de manglar y selva baja espinosa caducifolia. Asimismo, las acciones de control operativo y manejo ambiental reducirán la posibilidad de afectaciones indirectas derivadas de residuos, escurrimientos o alteraciones hidrológicas.

Como medida de compensación ambiental, se llevará a cabo una plantación en una superficie total de 35.66 hectáreas con individuos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*), lo cual contribuirá a fortalecer la cobertura vegetal y favorecer procesos de recuperación ecológica regional.

En consecuencia, el pronóstico esperado para este componente corresponde a un escenario de conservación y compensación ambiental favorable.

Fauna silvestre

La implementación de medidas de manejo ambiental, control de residuos, tratamiento de aguas residuales y reducción de fuentes potenciales de contaminación permitirá disminuir las afectaciones indirectas sobre la fauna asociada a humedales y ecosistemas adyacentes.

Debido a que no se prevé afectación directa a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a la permanencia de cobertura vegetal y conectividad ecológica en el entorno, se espera que la fauna continúe utilizando el área como zona de tránsito, alimentación y refugio. Asimismo, las acciones de compensación vegetal contribuirán a mantener condiciones adecuadas de hábitat para diversas especies regionales.

Por lo anterior, el escenario esperado para la fauna corresponde a impactos residuales bajos y compatibles con la dinámica ecológica del área.

Paisaje

La correcta operación de la infraestructura, el mantenimiento de estanques, el manejo adecuado de residuos y la conservación de la vegetación circundante permitirán mantener la calidad visual del entorno. Adicionalmente, las acciones de reforestación y compensación vegetal contribuirán a integrar paisajísticamente el proyecto con el ambiente regional.

Debido a que el sitio ya presenta influencia de actividades acuícolas preexistentes, no se prevén modificaciones relevantes adicionales sobre el paisaje regional.

Medio socioeconómico

La continuidad operativa del proyecto permitirá mantener beneficios económicos asociados a la generación de empleo, producción acuícola y aprovechamiento sustentable del predio.

La implementación de programas ambientales y medidas de control favorecerá el cumplimiento normativo y reducirá riesgos de conflictos ambientales o sociales relacionados con contaminación, residuos u olores.

Asimismo, el proyecto contribuirá al fortalecimiento de actividades productivas compatibles con el aprovechamiento sustentable permitido dentro de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales del Área Natural Protegida "Marismas Nacionales".

VII.4 Pronóstico integral del sistema ambiental

Considerando la aplicación integral de las medidas de prevención, mitigación, compensación y manejo ambiental propuestas, se prevé que la operación del proyecto mantenga impactos ambientales residuales de baja magnitud, principalmente localizados y ambientalmente controlables.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales, el manejo adecuado de residuos y sustancias peligrosas, las acciones de mantenimiento operativo y la compensación forestal permitirán reducir

significativamente los riesgos de deterioro ambiental sobre los componentes físicos y biológicos del área de influencia.

Asimismo, debido a que el proyecto se desarrolla en un predio previamente intervenido, destinado históricamente a actividades acuícolas y compatible con el programa de manejo del Área Natural Protegida "Marismas Nacionales", no se prevén afectaciones críticas, irreversibles ni acumulativas que comprometan la funcionalidad ecológica regional.

En consecuencia, el escenario ambiental esperado con la implementación de medidas de mitigación corresponde a un sistema ambiental funcional, estable y compatible con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del área.

VII.5 Evaluación de alternativas

No se consideran alternativas, ya que los impactos ambientales y sociales que pudiera ocasionar serían mayores en otra área, además que este sitio se ha venido utilizando para actividades agrícolas y en las cercanías se aprecia el incremento de actividades acuícolas, por lo tanto, se encuentra perturbado por dichas actividades.

A continuación, se exponen algunas de las más importantes características por las que se seleccionó el sitio:

- Ubicación en un área con presencia de otras granjas acuícolas.
- Ubicación cerca del estero Ticha/Corrientes y otros sistemas lacustres.
- Ausencia de fauna silvestre y vegetación forestal que pueda ser dañada por el proyecto.
- Terreno plano.
- Accesibilidad al terreno.

VII.6 Conclusiones

Con base en el análisis técnico, ambiental y normativo desarrollado en la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P), se concluye que el proyecto consistente en la continuación de la operación y mantenimiento de una granja acuícola semi-intensiva para el cultivo de tilapia (*Oreochromis aureus*), así como la modificación de estanques existentes para la conformación de estanques de oxidación y sedimentación, es ambientalmente viable, siempre y cuando se implementen de manera adecuada las medidas de prevención, mitigación, compensación y manejo ambiental propuestas en el presente estudio.

El proyecto se desarrolla dentro de un predio previamente intervenido y destinado históricamente a actividades acuícolas, por lo que no implica la apertura de nuevas áreas de aprovechamiento ni la generación de cambios significativos adicionales en el uso actual del suelo. Asimismo, las obras proyectadas corresponden principalmente a adecuaciones internas orientadas al fortalecimiento del sistema de tratamiento y manejo de aguas residuales derivadas de la operación acuícola.

De acuerdo con la evaluación realizada, los impactos ambientales identificados son predominantemente de carácter local, mitigables y compatibles con la dinámica ambiental del área de influencia. Los componentes con mayor susceptibilidad corresponden al agua y al suelo; sin embargo, la implementación de estanques de oxidación, sedimentación, sistemas de tratamiento sanitario, programas de manejo de residuos, control de sustancias peligrosas y medidas operativas permitirá mantener dichos impactos dentro de rangos ambientalmente aceptables.

El proyecto se localiza dentro del Área Natural Protegida "Marismas Nacionales", específicamente en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales SASRNRPHM(I)PT(II), donde las actividades acuícolas son permitidas conforme al programa de manejo correspondiente. Asimismo, el sitio se encuentra dentro de diversas áreas prioritarias de conservación; no obstante, el análisis efectuado determinó que el proyecto no generará afectaciones críticas, irreversibles ni acumulativas sobre los ecosistemas regionales, siempre que se dé cumplimiento a las medidas ambientales establecidas.

De igual manera, se concluye que no se prevé afectación directa a especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido a que las actividades se desarrollarán sobre áreas previamente modificadas y con vegetación secundaria. Adicionalmente, la medida de compensación ambiental consistente en la plantación de 35.66 hectáreas con individuos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), huizache (*Vachellia farnesiana*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*) contribuirá al fortalecimiento de la cobertura vegetal y a la recuperación ecológica regional.

En materia socioeconómica, el proyecto representa una actividad productiva de importancia para la región, debido a la generación de empleo, derrama económica y aprovechamiento sustentable de recursos naturales mediante actividades acuícolas compatibles con el ordenamiento ambiental aplicable.

Por lo anterior, y considerando el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, la implementación de programas de manejo ambiental y la aplicación de las medidas de mitigación propuestas, se concluye que el proyecto es técnica y ambientalmente factible, compatible con las políticas de aprovechamiento sustentable del área y susceptible de desarrollarse sin comprometer la funcionalidad ecológica del sistema ambiental regional.

ÍNDICE

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 2
VIII.1 Documentación: 2
VIII.2 Fotografías y videos 2
VIII.3 Planos 2
VIII.4 Instrumentos utilizados 2
VIII.5 Bibliografía 3

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

Se enlistan a continuación los instrumentos, documentos, elementos e información que respaldan la elaboración de la MIA-P:

VIII.1 Documentación:

1. Copia certificada de identificación oficial del promovente.
2. Copia certificada de los Certificados Parcelarios que conforman el predio.
3. Copia del acta de inspección emitida por la PROFEPA respecto de las obras actuadas.
4. Estudio de Daño Ambiental.
5. Estudio Hidrológico.
6. Ficha técnica del sistema de tratamiento.
7. Programa de vigilancia ambiental.

VIII.2 Fotografías y videos

1. Anexo Fotográfico.

VIII.3 Planos

1. Plano de conjunto de distribución de áreas actuales del proyecto.
2. Plano de conjunto de distribución de áreas propuestas (futuras) del proyecto.

VIII.4 Instrumentos utilizados

- **Plan de Desarrollo Municipal de Tuxpan, Nayarit 2021-2024. –** Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Nayarit el 16 de diciembre de 2021.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio** – Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012.

- **Cartas INEGI Mapa Digital de México V6.1**

- **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021:** *Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.*

- **NOM-022-SEMARNAT-2003:** *Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar*

- **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**: Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. – Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010. Anexo Normativo III – Lista de especies en Riesgo.

VIII.5 Bibliografía

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
- Ley de Bienes Nacionales y su reglamento.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit.
- Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tuxpan, Nayarit.
- Síntesis de Información Geográfica del Estado de Nayarit (SIGEN), INEGI.
- Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).
- Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado).
- Guía de aves canoras y de ornato; Instituto Nacional de Ecología.
- Aves de México, guía de campo; Roger Tory Peterson y Edward L. Chalif.
- Catálogo de los mamíferos terrestres nativos de México: José Ramírez Pulido, Ricardo López Wilchis, Carolina Müdespacher e Irma Lira.
- Fauna silvestre de México; a. Starker Leopold; Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.
- Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental; V. Conesa Fernández-Vítora.
- Aves de Nayarit; Universidad Autónoma de Nayarit; Coordinación General de Enseñanza Superior.
- Manzano C., M. G., & Hernández R., J. C. (2008). *Estimación de la captura y almacenamiento de carbono en ecosistemas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda*. Desarrollo de Productos Ecosistémicos en ANP's.
- Téllez, O. 1995. Flora, Vegetación y Fitogeografía de Nayarit, México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Tesis de Maestría. México.
- Woolrich-Piña, G.A., Ponce-Campos, P., Loc-Barragán, J., Ramírez-Silva, J.P., Mata-Silva, V., Johnson, J.D., García-Padilla, E. y Wilson, L.D. 2016. The herpetofauna of Nayarit, Mexico: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology 3: 376-448.
- https://www.manggear.com/blogs/stories/what-is-a-white-mangrove

- http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/58-rhizo1m.pdf
- Naturalista. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en línea: http://www.naturalista.mx/.
- http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/11-bigno7m.pdf
- CONAFOR, Manual Comunitario de Restauración de Manglares.
- CONAFOR, Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. Portal de geo información 2024.
- Mapa Digital de México https://gaia.inegi.org.mx/mdm6/
- SIGEIA https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia
- Atlas Nacional de Riesgos http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/