

Unidad administrativa que clasifica: Oficina de Representación Federal de la SEMARNAT en Nayarit.

Identificación del documento: SEMARNAT-04-002-A - MIA Particular: Recepción, evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular.- mod. A: no incluye actividad altamente riesgosa.

Partes o secciones clasificadas: Páginas 3-5, 9, 12, 155.

Fundamento legal y razones: Se clasifican datos personales de personas físicas identificadas o identificables, con fundamento en el artículo 113, fracción I, de la LFTAIP y 116 LGTAIP, consistentes en: Nombres de personas físicas terceros autorizados para oír y recibir notificaciones, firmas, Dirección de particulares, números de teléfono y direcciones de correo electrónico por considerarse información confidencial.

Firma del titular:

"Con fundamento en lo dispuesto en los artículos 6, fracción XVI; 32, 33, 34, 35 y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Nayarit, previa designación, firma la Arq. Xitle Xanitzin González Domínguez, Subdelegada de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales"

ARQ. XITLE XANITZIN GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

Fecha, número e hipervínculo al acta de Comité donde se aprobó la versión pública:

Resolución **ACTA_04_2024_SIPOT_4T_2023_ART69**, en la sesión celebrada el **19 de enero del 2024.**

Calvo

ÍNDICE

I.1 Nombre del Proyecto	2
I.2 Ubicación del predio del proyecto	2
I.3 Tiempo de vida útil del proyecto	3
I.4 Datos generales del Promovente	3
I.4.1 Promovente	3
I.4.2 Nombre y cargo del representante legal	3
I.4.3 Registro Federal de Contribuyentes del promovente	4
I.5 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	4
I.6 Personas autorizadas para recibir notificaciones	4
I.7 Nombre del responsable técnico del estudio	4
I.7.1 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental	4
I.7.2 Dirección del responsable técnico del estudio	4
I.8 Fecha de elaboración del presente instrumento	5

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

I.1 Nombre del Proyecto
Granja Acuícola El Estero

I.2 Ubicación del predio del proyecto

El proyecto, se encuentra en el Ejido de Unión de Corrientes, Municipio de Tuxpan, Estado de Nayarit, con localización en la coordenada UTM de referencia: 13 Q X: 454022.046 Y: 2427823.366 DATUM, WGS84.

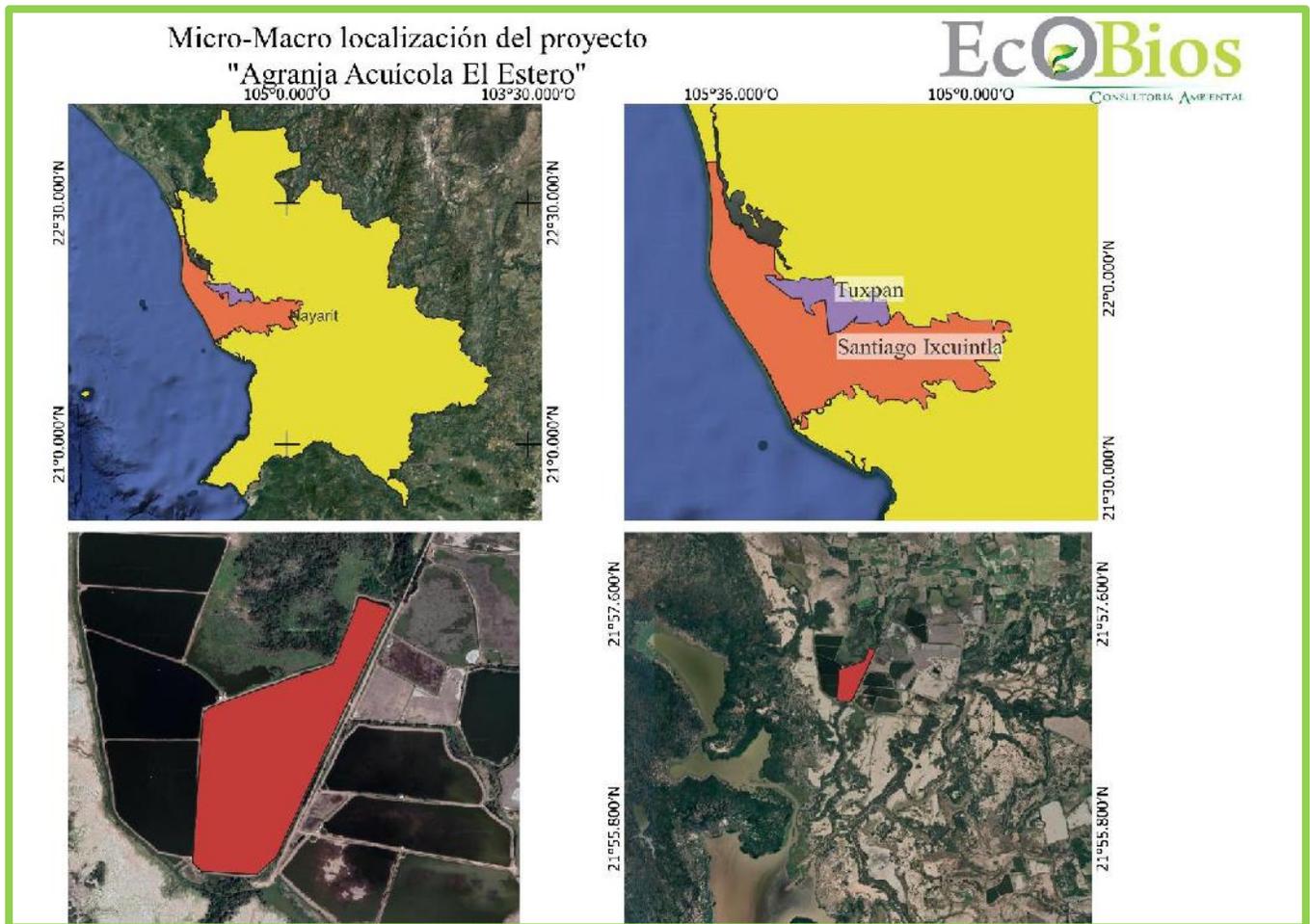


Figura I.1 Macro-localización del polígono

Tabla I.1 Coordenadas UTM del polígono

Coordenadas UTM del polígono del proyecto	
X	Y
454,022.046	2,427,823.366
454,099.324	2,427,803.115

454,106.550	2,427,789.780
453,992.372	2,427,524.311
453,773.810	2,427,046.658
453,726.905	2,427,018.658
453,585.977	2,427,033.251
453,566.313	2,427,057.706
453,552.430	2,427,052.270
453,549.760	2,427,056.910
453,570.002	2,427,073.070
453,584.863	2,427,168.019
453,588.623	2,427,249.403
453,585.275	2,427,297.533
453,598.392	2,427,495.794
453,640.619	2,427,518.101
453,631.860	2,427,533.943
453,655.074	2,427,546.005
453,664.622	2,427,527.828
453,845.425	2,427,598.325
453,919.914	2,427,619.974
453,956.152	2,427,645.813
453,985.566	2,427,713.305
454,012.936	2,427,818.862
SUPERFICIE TOTAL= 185,383.80 m ²	

Superficie total: 185,383.80 m²

El predio en el que se desarrolla el proyecto esta seccionado de distintas formas, el [REDACTED] sostiene un contrato de arrendamiento por 11 Ha con [REDACTED] representante legal de Granja [REDACTED]; la [REDACTED] cede los derechos de 5 Ha a nombre de [REDACTED] representante legal y este mismo tiene en pertenencia una parcela de 2.5152 Ha, con numero parcelario [REDACTED] (Anexos)

I.3 Tiempo de vida útil del proyecto

De acuerdo a las condiciones constructivas y previendo un mantenimiento adecuado, se estima con una vida útil de 30 años.

I.4 Datos generales del Promovente

I.4.1 Promovente

[REDACTED]

I.4.2 Nombre y cargo del representante legal

[REDACTED]

I.4.3 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[REDACTED]

I.5 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

I.6 Personas autorizadas para recibir notificaciones

[REDACTED]

I.7 Nombre del responsable técnico del estudio

I.7.1 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Miembro de la Academia Mexicana de Impacto Ambiental A.C.

[REDACTED]

Integrante de la Mesa Directiva de AMIA Nayarit.



AMIA A.C.
Academia Mexicana de
Impacto Ambiental A.C.

[REDACTED]

Colaborador: [REDACTED]

I.7.2 Dirección del responsable técnico del estudio

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

DECLARÓ BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD, QUE LOS RESULTADOS SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS COMÚNMENTE UTILIZADAS POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL PAÍS Y DEL USO DE LA MAYOR INFORMACIÓN DISPONIBLE Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN, ASÍ COMO TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS SUGERIDAS SON LAS MÁS EFECTIVAS PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.



I.8 Fecha de elaboración del presente instrumento
Octubre, 2022

ÍNDICE

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
II.1 Información general del proyecto	2
II.1.1 Naturaleza del proyecto	4
II.1.2 Escenarios para la determinación del grado de afectación ambiental	11
II.1.2 Ubicación física del proyecto y planos de localización	14
II.1.3 Inversión requerida	18
II.2 Características particulares del proyecto	18
II.2.1 Información biotecnológica de las especies a cultivar	19
II.2.2 Descripción de las obras principales del proyecto	22
II.2.3 Programa de trabajo	24
II.3 Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto	25
II.3.1 Etapa de preparación del sitio	25
II.4 Etapa de Operación	25
II.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	29
II.5.1 Durante la operación	29
II.5.2.1 Residuos sólidos	29
II.5.3.2 Residuos líquidos	29
II.5.2 Emisiones a la atmósfera	29
II.6 Etapa de mantenimiento	30
II.7 Etapa de abandono del sitio	30

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

El proyecto consiste en la preparación del sitio, operación y mantenimiento de una granja acuícola dedicada al cultivo semi intensivo de Tilapia (*Oreochromis aureus*), llamada "Granja Acuícola El Estero" que abarcará un polígono total de 185,383.80 m², misma que cuenta con estanques rústicos con una superficie de 175,249.12 m², dejando la superficie conjunta de estanques de aprovechamiento de 148,808.72 m², de igual manera se cuenta con bordos con una altura de 2 m y 2.5 m (en promedio) de profundidad, así como también un sistema de bombeo para el llenado del estanque, un cárcamo de entrada (compuerta de llenado) y una compuerta de salida de agua construidas a base de material de block del jalcreto, cemento, acero y agregados y tres bodegas multiusos de material con piso de concreto para el resguardo del alimento y otras herramientas; asimismo, para asegurar la correcta operación de la granja, de acuerdo a las normas y reglamentos aplicables a este sector productivo, se pretende la adecuación de las instalaciones de tal manera que uno de los estanques existentes funja como una laguna de oxidación y/o sedimentación que abarcará una superficie de 26,440.4 m², con sus respectivas compuertas, para el desagüe de las aguas residuales después de su tratamiento, con el fin de mitigar el impacto que pudo ocasionarse a la zona.

El proyecto contará con una superficie total de 185,383.80 m², con las siguientes obras:

Tabla II.1 Obras dentro del polígono

Conceptos	Superficie (m ²)
3 Estanques de aprovechamiento	148,808.72
Laguna de oxidación y/o sedimentación	26,440.4
Compuerta drenado oxidación	15.87
4 Compuertas de llenado entre estanques	83.32
Tres Bodegas	186.74
Bordos de estanques	9,827.92
Cárcamo de bombeo	20.83
Total	185,383.80

Las parcelas que conforman la granja se ubican en la comunidad de "La Chiguilera" a 2.365 Km al Suroeste del ejido de Unión de Corrientes y 5.162 km al Suroeste de la Localidad de Mexcaltitán, en el Municipio de Tuxpan y Santiago Ixcuintla respectivamente, en el estado de Nayarit. En la coordenada UTM de referencia: 13 Q X: 454022.046 Y: 2427823.366 DATUM, WGS84, misma que presenta el clima ideal para el desarrollo de la especie.

Es importante mencionar que para la construcción del proyecto no se contaba con la previa autorización en materia de Impacto Ambiental, motivo del presente Estudio de Impacto Ambiental. Dicho lo anterior, PROFEPA actuó de forma correspondiente, de igual manera el promovente llevará a cabo acciones/medidas remediales o compensatorias, como lo es la reforestación de un área cercana al proyecto, misma que se realizará con especies nativas de la región y de importancia ambiental para el ecosistema en el que se encuentra como son: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*).

La totalidad del proyecto se localiza dentro del área natural Protegida denominada Marismas Nacionales, Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales El Roblito-Paso Hondo-Mexcaltitán (I) Palapar de Tuxpan (II) SASRNRPHM (I) PT(II), cabe resaltar que, este proyecto no es una actividad antropogénica aislada, ya que, alrededor del área de la Granja (dos granjas autorizadas en materia de impacto ambiental por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT directamente colindantes) se tiene la presencia de otras granjas de la misma índole, además de áreas de cultivo.

En la siguiente tabla se muestran las actividades permitidas dentro de la subzona del ANP a la que pertenece el proyecto, donde se corrobora que la presencia de la granja 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	1. Agricultura, salvo aquella considerada como actividad productiva de bajo impacto ambiental
2. Apertura y mantenimiento de senderos, brechas y caminos	2. Construir confinamientos de residuos sólidos, así como de materiales y sustancias peligrosas
3. Aprovechamiento forestal	3. Ganadería extensiva
4. Colecta científica ²	4. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar flujos hidráulicos
5. Colecta científica ³	5. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre ⁷
6. Construcción de obra pública o privada ⁴	6. Modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos
7. Dragado exclusivamente para el desazolve de esteros y cuerpos de agua asociados a los mismos	7. Realizar obras o actividades de exploración o explotación minera
8. Educación ambiental	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. Establecimiento de UMA ⁵	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. Filmaciones, actividades de fotografía y captura de imágenes o sonidos	10. Tirar o abandonar residuos fuera de los sitios autorizados para tal efecto
11. Investigación científica y monitoreo del ambiente	11. Turismo
12. Pesca y acuicultura	12. Verter o descargar residuos sólidos en cualquier clase de cauce, vaso o acuífero
13. Turismo de bajo impacto ambiental ⁶	13. Uso de explosivos

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Consiste en una obra de competencia de la Federación por tratarse de actividades, dentro de un ANP, para el desarrollo de actividades acuícolas, contenida en el artículo 28 párrafo primero fracciones X, XI y XII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (Publicada en el D.O.F. 28 de enero de 1988). Así como en lo establecido en el artículo 5 incisos, R), S) y U) fracciones I y III Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Como antecedente se tiene que en el sitio del proyecto se llevaron a cabo obras y actividades consistentes la creación de una granja de tilapia, las cuales formaron parte del respectivo procedimiento administrativo por parte de la PROFEPA por no contar con la autorización en materia de impacto ambiental. Cabe mencionar que el promovente cuenta con la autorización respectiva en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT en modalidad regional promovido por [REDACTED] y que lleva por nombre [REDACTED]

[REDACTED] con número de resolución [REDACTED] Dicho predio contiguo al proyecto pertenece a [REDACTED] mismo que le cedió los derechos de dicha granja a la promovente del presente proyecto.

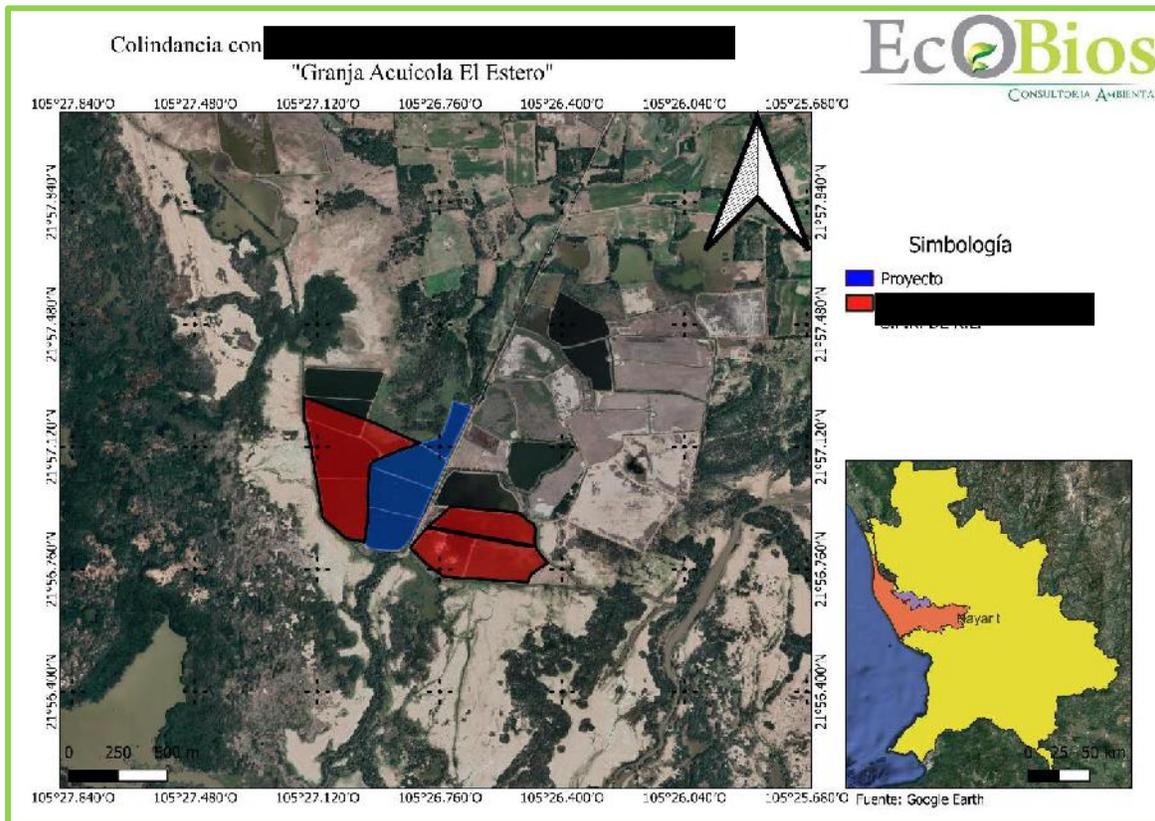


Figura II.1 Colindancia del proyecto con el proyecto autorizado [REDACTED]

El proyecto se encuentra dentro del Área Natural Protegida Marismas Nacionales de Nayarit, lugar que ha sido previamente impactado por las diferentes actividades antropogénicas llevadas a cabo a lo largo de los años, donde

las actividades de agricultura y acuicultura han ganado terreno y se han convertido en las principales actividades económicas de la región; aunado a que dentro del sistema ambiental del proyecto 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 presencia de las granjas acuícolas en la zona. La presencia del proyecto complementa la calidad paisajística del sitio.

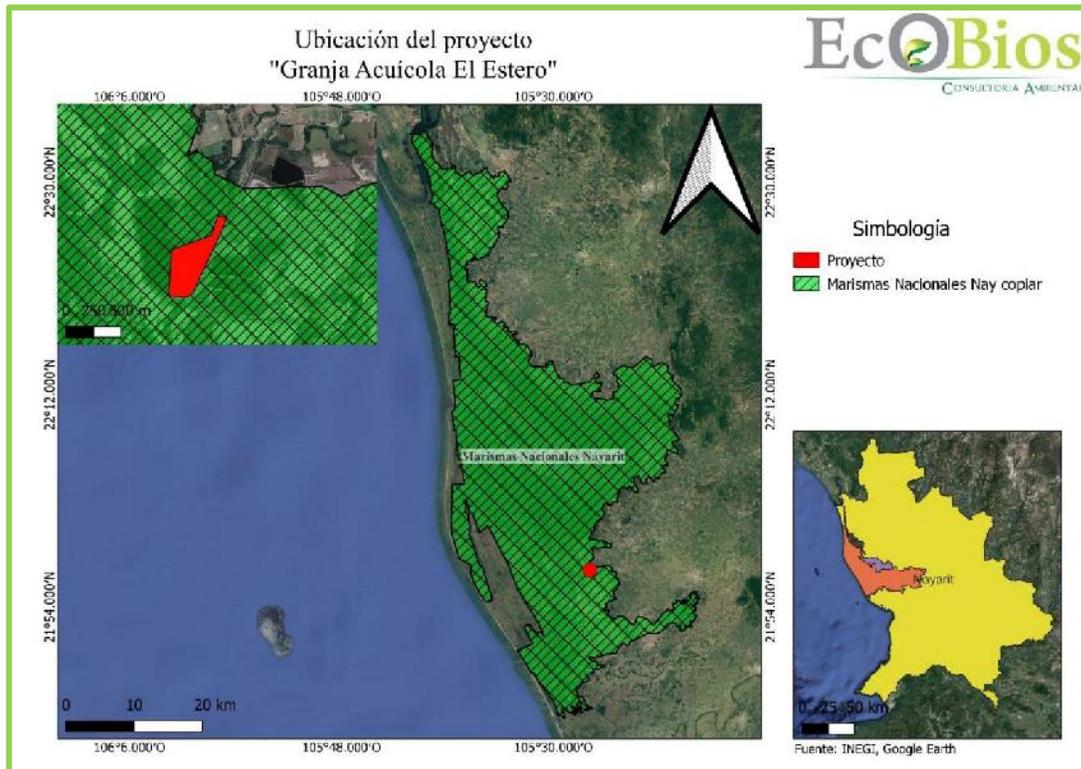


Figura II.2 Ubicación del proyecto

En seguimiento a lo anterior, se tiene que colindante al polígono del proyecto se encuentra el Estero Ticha, y el arroyo Ticha por lo que el agua que será utilizada en los estanques que conforman la granja provendrá de dichos cuerpos de agua, y será suministrada a través de 1 bomba hidráulica de 20" marca Perkins, impulsada por un motor diésel de 120 hp, que bombea aproximadamente 360 lts/seg.

Dado que se trata de una granja rustica y considerando no explotar o abusar de los recursos como lo hacen otras granjas, solo se contempla 1 ciclo de crecimiento mediante cultivo semiorgánico, donde no hay fertilización y el alimento que se utiliza es de origen vegetal evitando así la contaminación del sustrato donde se encuentran los estanques; el recambio de agua será del 12% aproximadamente de la capacidad, el cual se realizará cada mes y el agua drenada será dirigida a la laguna de oxidación para su óptimo tratamiento, para después ser drenada hacia el cuerpo de agua colindante; asimismo el llenado completo del estanque de crecimiento se realizará únicamente una vez al año.

Al terminar el ciclo de cultivo se dejarán los estanques vacíos para realizar el rastreo del sustrato para su limpieza natural por medio de la radiación del sol y el uso del elemento neutralizador conocido como cal, para evitar en la medida de lo posible la proliferación de bacterias.

Para el funcionamiento de la granja acuícola motivo del presente estudio el promovente ha empleado en otras propiedades algunas técnicas diferentes en cuanto al sistema de producción se refieren, respecto de los métodos tradicionales cuyas ventajas se mencionan a continuación:

1.- Solo realiza un ciclo de cultivo al año a diferencia de otros métodos que utilizan 3 o 4 ciclos anuales en los que es necesario vaciar el estanque en su totalidad al finalizar el ciclo y volverlos a llenar al iniciar con uno nuevo y por tratar de generar mayor producción no esperan lo suficiente entre un ciclo y otro para permitir que el estanque seque en su totalidad en donde el sol junto con el elemento neutralizador (cal) realizan su función para evitar en la medida de lo posible la proliferación de bacterias.

2.- Una vez finalizada la cosecha el estanque se vacía y la materia orgánica se suspende al fondo y una vez que se seca, se neutraliza con cal y a diferencia de otros tipos de cultivo que se dejan un menor tiempo sin utilizar, lo cual no permite que el sustrato se neutralice en su totalidad.

3.- La cantidad de agua utilizada es menor a la de la mayoría de los cultivos de tilapia en estanques rústicos de la zona, ya que no se llevan a cabo recambios de agua totales durante el crecimiento y producción. Solo un 12% cada mes, y en su totalidad una vez al año.

La manera en que se realizará la cosecha será a través del sistema tradicional de atarraya mismo que no genera impactos negativos sobre el ecosistema y se le dará un periodo de descanso y esterilización natural (por medio de radiación solar) al sustrato una vez que termine cada ciclo.

Aunado a lo anterior, como parte del proyecto se tiene contemplado la operación de una laguna de oxidación con una capacidad para albergar 68,948.6215 m³ de aguas residuales, evitando así el uso excesivo del recurso hídrico, así como la descarga en los cuerpos de agua cercanos sin el debido tratamiento.

Cabe resaltar que las actividades del presente proyecto serán realizadas únicamente dentro del polígono del estanque, con una visión de protección sobre los ecosistemas de los alrededores, ya que se realizará la plantación de especies endémicas de la región como son Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), y Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en las cercanías del proyecto, a 1 km de la granja en la zona conocida como "Las Yeguas" perteneciente al Ejido de Unión de Corrientes. La plantación de estos individuos forestales ayudará aún más a la generación de hábitats y lugares de anidación para las aves, anfibios, reptiles y demás fauna de la zona, ya que será una franja natural que, además, ayudará a evitar la erosión del suelo y prevenir el impacto de fenómenos naturales.

Las granjas de Tilapia en estanques rústicos, resultan ser actividades económicas sustentables con el medio ambiente, siempre y cuando se realicen en zonas como es el caso que nos ocupa, que previamente fueron intervenidas por el hombre principalmente para actividades agropecuarias y que el funcionamiento se lleve a cabo mediante técnicas de producción controladas, estableciendo medidas preventivas y de mitigación adecuadas. Por

lo que, cada uno de los elementos antes mencionados forman parte de un proyecto sustentable, en el que se generarán fuentes de empleo, habrá movimiento económico en la región con la compra y venta del producto nacional, así como una mínima afectación al ecosistema de los alrededores, además, culturalmente, se estarán remarcando las costumbres de técnicas de cosecha.

El proyecto está considerado en el Título Primero, capítulo IV Instrumentos de la Política Ambiental, sección V, Evaluación del Impacto Ambiental Artículo 28, Fracción X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales, Fracción XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la federación y 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; competencia del Gobierno Federal para la evaluación en materia ambiental, según lo previsto en la LGEEPA. Por lo tanto, se presenta la actual MIA 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 una obra y actividad en un pedio 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 Resolución Administrativa número [REDACTED] por obras y actividades realizadas en el predio y que no contaron con autorización por parte de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, las cuales correspondieron a lo siguiente:

..." Observándose durante el recorrido que en un polígono IRREGULAR que ocupa superficie total aproximada de DIEZ Y SIETE HECTAREAS, de terreno donde predomina en sus alrededores en mayor parte vegetación vidrillo y zacate malín, apreciándose al Interior del mismo tres estanques totalmente construidos y en operación con su espejo de agua utilizados para cultivo de mojarra tilapia, dichos estanques rústicos sembrados con alevines de tilapia, esta granja colinda con el camino que conduce al embarcadero de "ticha" y con granjas camaroneras, al norte colinda con planicie de marismas y con un ecosistema lagunar estaurino muy bien conservado, dicha granja cuenta con tres compuertas de concreto para entrada y salida de agua así como dos pesaderas de concreto, señala el visitado que viene operando desde hace ya más de cuatro años, dicha estanquería se abastece de agua del canal natural de estero y desagua hacia la planicie de marisma cercana al lugar, dicha estanquería con bordería perimetral rústica de tierra, con talud de aproximadamente metro y medio y ancho de corona de dos metros y medio, el lugar no se aprecian indicios de algún derribo de vegetación, en sus alrededores se aprecian construcciones de granjas camarónicas, la bordería se construyó en su momento a base de maquinaria pesada..."
(...)

De igual manera, en la resolución administrativa [REDACTED] dictada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) mencionada con anterioridad, se cita lo siguiente:

..RESUELVE

...QUINTO. - Se ordena a la moral denominada [REDACTED] la REPARACIÓN TOTAL DEL DAÑO AL AMBIENTE ocasionado, conforme lo establecido en la presente Resolución, en el CONSIDERANDO XII y XIII, así como conforme lo señalado en el artículo 13 y 16 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Atento a que la parte interesada solicitó a esta autoridad la compensación del daño producido como medida sustitutiva de la obligación de reparación, esta autoridad le hace de su conocimiento que, a efectos de que dicha compensación proceda, deberá presentar en un término de CUATRO MESES a esta autoridad copia certificada de las constancias que acrediten la actualización de los supuestos previstos en el artículo 14 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental en relación con lo establecido en el CONSIDERANDO IX de la presente resolución administrativa.

Una vez transcurrido dicho término, y no se acredite por parte del responsable lo anterior, esta autoridad administrativa ordenara sin excepción la REPARACION DEL DAÑO AMBIENTAL como obligación primaria del conforme a las ACCIONES PARA LA REPARACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL previstas en el CONSIDERANDO XIV.- 1).-...

Para dar cumplimiento a esta resolución, mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, para la autorización en esta materia y, además, dimensionar la descripción de las obras actuadas por PROFEPA, descritas anteriormente, a continuación, se muestra la descripción junto con una imagen gráfica de cada una de las condiciones

Tabla II.2 Descripción de las condiciones actuales del polígono con relación a la resolución administrativa de la PROFEPA

<p><u>..." Observándose durante el recorrido que en un polígono IRREGULAR que ocupa superficie total aproximada de DIEZ Y SIETE HECTAREAS, de terreno donde predomina en sus alrededores en mayor parte vegetación vidrillo y zacate malín,</u></p>		
<p><u>apreciándose al Interior del mismo tres estanques totalmente construidos y en operación con su espejo de agua utilizados para cultivo de mojarra tilapia, dichos estanques rústicos sembrados con alevines de tilapia,</u></p>		

esta granja colinda con el camino que conduce al embarcadero de "ticha" y con granjas camaroneras,



al norte colinda con planicie de marismas y con un ecosistema lagunar estaurino muy bien conservado,



En las fotos se nota seco por el periodo que se encuentra, donde no se habían registrado lluvias. Sin embargo en fotos satelitales correspondientes a años anteriores.



dicha granja cuenta con tres compuertas de concreto para entrada y salida de agua así cómodos pesaderas de concreto, señala el visitado que viene operando desde hace ya más de cuatro años,



dicha estanquería se abastece de agua del canal natural de estero y desagua hacia la planicie de marisma cercana al lugar,



dicha estanquería con bordería perimetral rústica de tierra, con talud de aproximadamente metro y medio y ancho de corona de dos metros y medio, el lugar no se aprecian indicios de algún derribo de vegetación, en sus alrededores se aprecian construcciones de granjas camaronicolas, la bordería se construyó en su momento a base de maquinaria pesada..." (...)



II.1.2 Escenarios para la determinación del grado de afectación ambiental

La economía del municipio de Tuxpan se encuentra ligada principalmente a la agricultura, acuicultura y ganadería, siendo estas actividades las que mantienen el flujo monetario en éste. Claro ejemplo de esto es que, en los alrededores de la zona (ver Figura II.3) se observan los linderos de las diferentes parcelas agrícolas y granjas acuícolas.

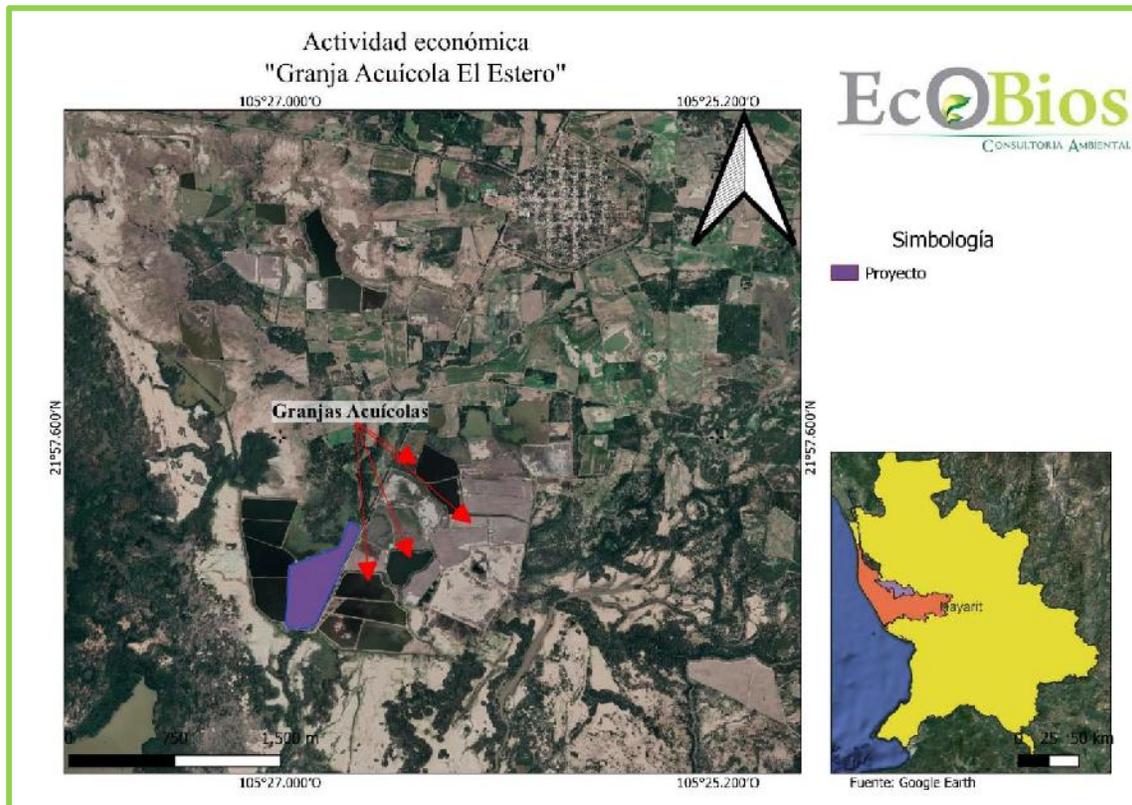


Figura II.3 Imagen satelital de la actividad económica en los alrededores del proyecto

El área de estudio, como se mencionó con anterioridad, se encuentra en el Área Natural Protegida Marismas Nacionales de Nayarit, misma que fue decretada en la categoría de Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales Nayarit (RBMNN) el 12 de mayo del 2010, y que se destaca por la vegetación de Manglar y los diferentes cuerpos de agua que la circundan; dentro del sistema ambiental del área de estudio se encontraron manchones del mismo,

esto debido a que el uso de suelo es de vegetación secundaria arbustiva de Mangle, cuestión que ha facilitado las diferentes actividades económicas antes mencionadas, que pueden ser observadas en la Figura II.3.

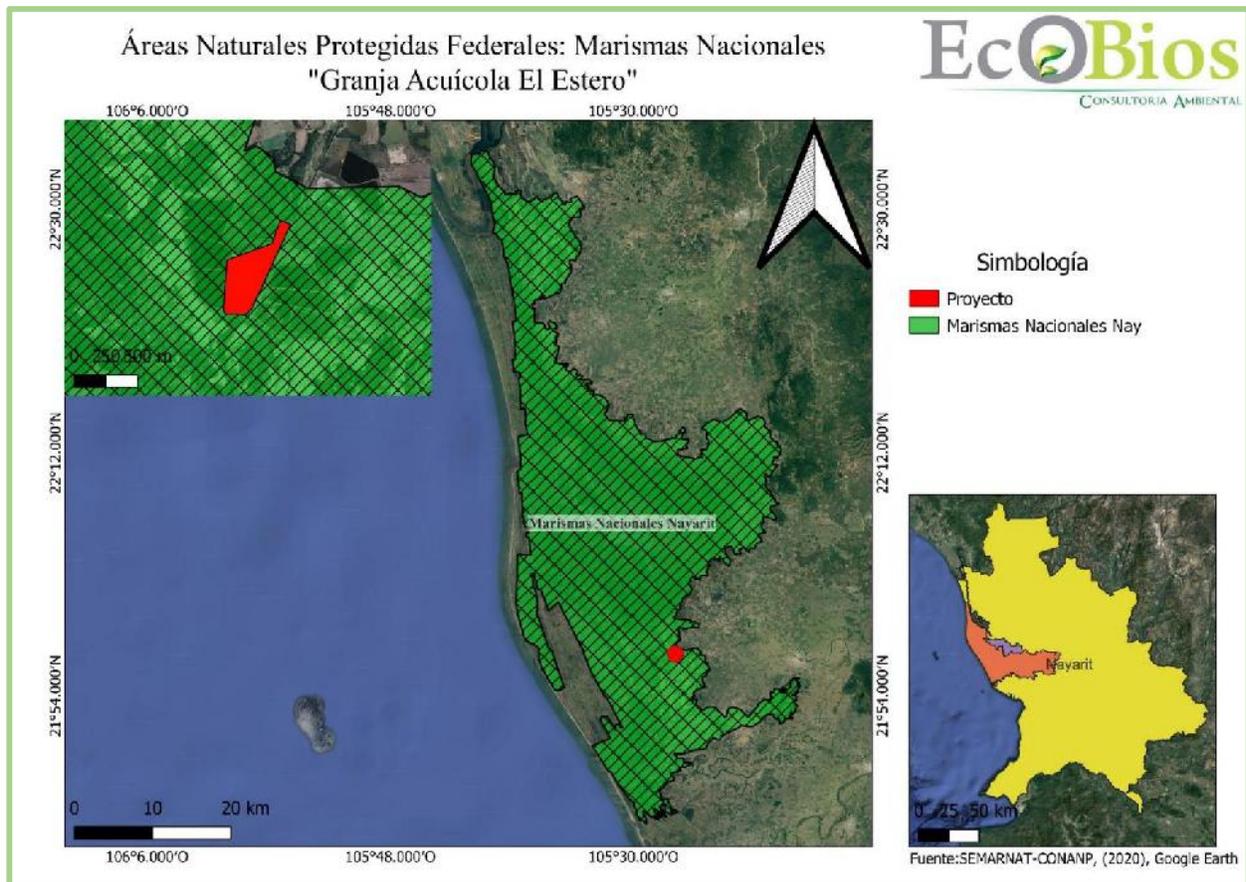


Figura II.4 Imagen satelital del ANP (Marismas)

En relación al párrafo anterior y como se menciona en la multicitada resolución administrativa dictada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), no se realizó la remoción de vegetación de ningún individuo forestal propio de este ecosistema. Además, menciona que las colindancias del proyecto son, el camino que conduce al embarcadero de "Ticha" y granjas camaroneras, al Norte colinda con planicie de marismas y con un ecosistema lagunar estuarino muy bien conservado, lo que revela que la presencia del proyecto no ha modificado la calidad de los ecosistemas colindantes con el mismo. Asimismo, colinda de manera directa tanto al Este como al Oeste con granjas en operación autorizadas por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT a través de una Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad Regional que lleva por nombre MIA-R "Operación, mantenimiento y abandono del cultivo de camarón en la unidad de manejo acuícola Pericos-Pimientillo" con número de resolución S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./2066.



Imagen II.1 *Batis Maritima L.*, *Phragmites australis* en la zona del proyecto

En relación a lo mencionado anteriormente, para análisis de las obras en el presente polígono, con la ayuda del Sistema de Geo posicionamiento de *Google Earth*, se realizará un comparativo desde el 2004 para conocer las condiciones ambientales que ha presentado el área y determinar el impacto generado por la presencia de estas obras.

Las siguientes imágenes comparativas muestran que la ausencia de obras en el área del proyecto en el año 2004, así como las condiciones naturales de las Marismas Nacionales, se puede observar que en el sitio donde se encuentra actualmente el estanque, previamente había sido utilizado en labores agrícolas, de igual manera se aprecian las granjas acuícolas existentes desde entonces en las colindancias del sitio. Dichas condiciones se mantuvieron así hasta el año 2011, siendo a finales de este hasta la actualidad que se observa un incremento considerable de estanques acuícolas en el sistema ambiental del proyecto.



Imagen II.2 Comparativo de las condiciones del sitio del proyecto entre los años 2010, 2016, 2019 y 2022.

La figura, muestra la delimitación del ANP Marismas Nacionales de Nayarit, además de las diferentes delimitaciones de las parcelas de diferentes usos, donde se puede observar que esta se encuentra muy cercana a los límites de la misma y colindante con Usos Agrícolas de gran extensión.

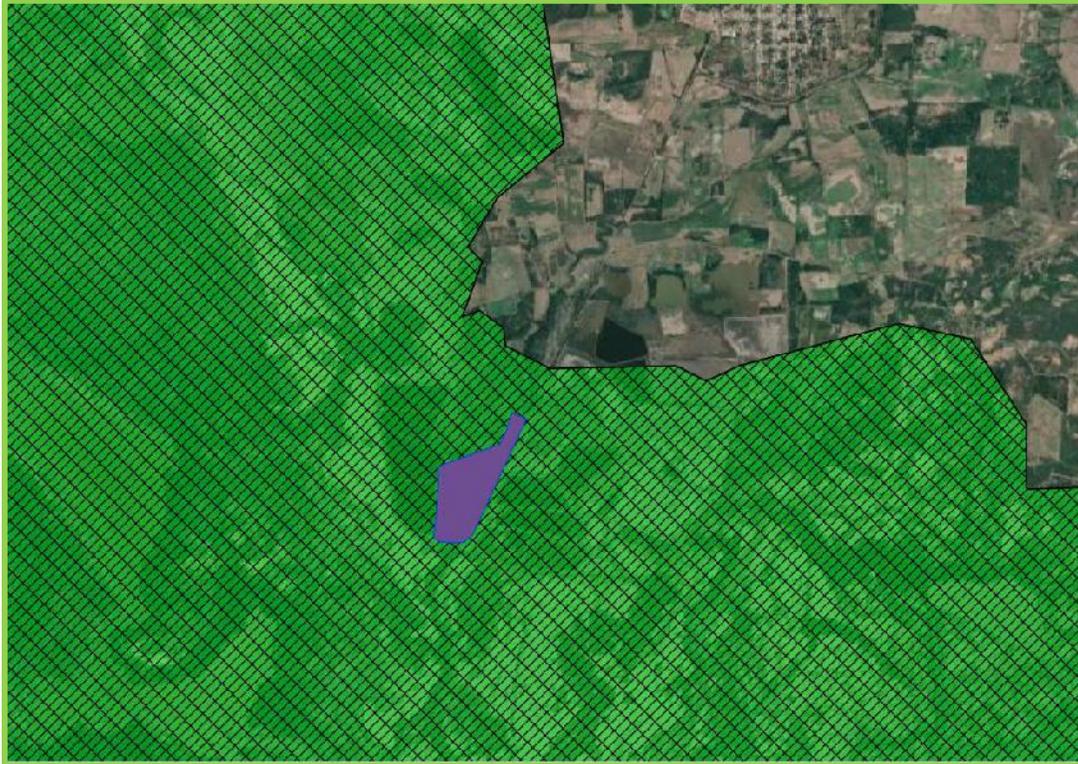


Figura II.5 Área de estudio en el 2021, delimitación del ANP y su entorno.

Actualmente, el sitio se encuentra en espera de contar con la Autorización en Materia de Impacto Ambiental para concluir las actividades de adecuación y comenzar con la operación del proyecto de acuerdo a lo que se estipule y condicione por la Autoridad competente considerando las medidas de mitigación, prevención y compensación que se propongan para resarcir el daño ambiental, que por desconocimiento por parte del promovente se ocasionó.

II.1.2 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se ubica en la comunidad de "La Chiguilera" a 2.365 Km al Suroeste del ejido de Unión de Corrientes, en el Municipio de Tuxpan, Nayarit.

El predio en el que se desarrolla el proyecto esta seccionado de distintas formas, el Sr. Anacleto Olivares Soto sostiene un contrato de arrendamiento por 11 Ha con Doroteo Hernández Torres, representante legal de Granja Acuícola el Estero, Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada; la Sra. Ma. Reyna Medina Díaz cede los derechos de 5 Ha a nombre de Doroteo Hernández Torres, representante legal y este mismo tiene en pertenencia una parcela de 2.5152 Ha, con numero parcelario 453 Z-2 P-1. (Ver Anexos)

Cerca del predio, se encuentran las siguientes localidades, siendo Unión de corrientes la de mayor densidad poblacional.

Nombre	Dirección	Distancia (km)
Unión de corrientes	Norte	2.38
Isla de Mexcaltitán	Sur	5 km
El Mezcal	Este	8 Km

El proyecto, se encuentra inmerso en las siguientes Áreas de importancia, mismas que serán descritas y vinculadas a detalle en el Capítulo III del presente estudio:

Área Natural Protegida	Marismas Nacionales de Nayarit
Área de Importancia para la Conservación de las Aves	Marismas Nacionales
Región Hidrológica Prioritaria	Río Baluarte – Marismas Nacionales
Región Marina Prioritaria	Marismas Nacionales

Cuadro de construcción del polígono del proyecto en coordenadas UTM:

Coordenadas UTM del polígono del proyecto	
X	Y
454,022.046	2,427,823.366
454,099.324	2,427,803.115
454,106.550	2,427,789.780
453,992.372	2,427,524.311
453,773.810	2,427,046.658
453,726.905	2,427,018.658
453,585.977	2,427,033.251
453,566.313	2,427,057.706
453,552.430	2,427,052.270
453,549.760	2,427,056.910
453,570.002	2,427,073.070
453,584.863	2,427,168.019
453,588.623	2,427,249.403
453,585.275	2,427,297.533
453,598.392	2,427,495.794
453,640.619	2,427,518.101
453,631.860	2,427,533.943
453,655.074	2,427,546.005
453,664.622	2,427,527.828
453,845.425	2,427,598.325
453,919.914	2,427,619.974
453,956.152	2,427,645.813
453,985.566	2,427,713.305

454,012.936	2,427,818.862
SUPERFICIE TOTAL= 185,383.80 m ²	

El presente proyecto se encuentra inmerso en un área semi urbanizada donde el acceso es a través de un camino de terracería, aproximadamente a 2.38 kilómetros de la localidad de Unión de corrientes y a 5 kilómetros de la localidad de la Isla de Mexcaltitán. Unión de corrientes es la que más habitantes tiene de las localidades cercanas al proyecto, asimismo, de la capital del municipio (Tuxpan) está a 22.3 kilómetros en dirección Este, como se muestra en la siguiente figura.



Figura II.6 Vías de comunicación al Área de estudio

El cuerpo de agua que será aprovechado para el cultivo, así como la corriente cercana, es nombrado como Estero Ticha (Embarcadero Ticha en otras literaturas), de acuerdo con el INEGI (ver Figura II.5).

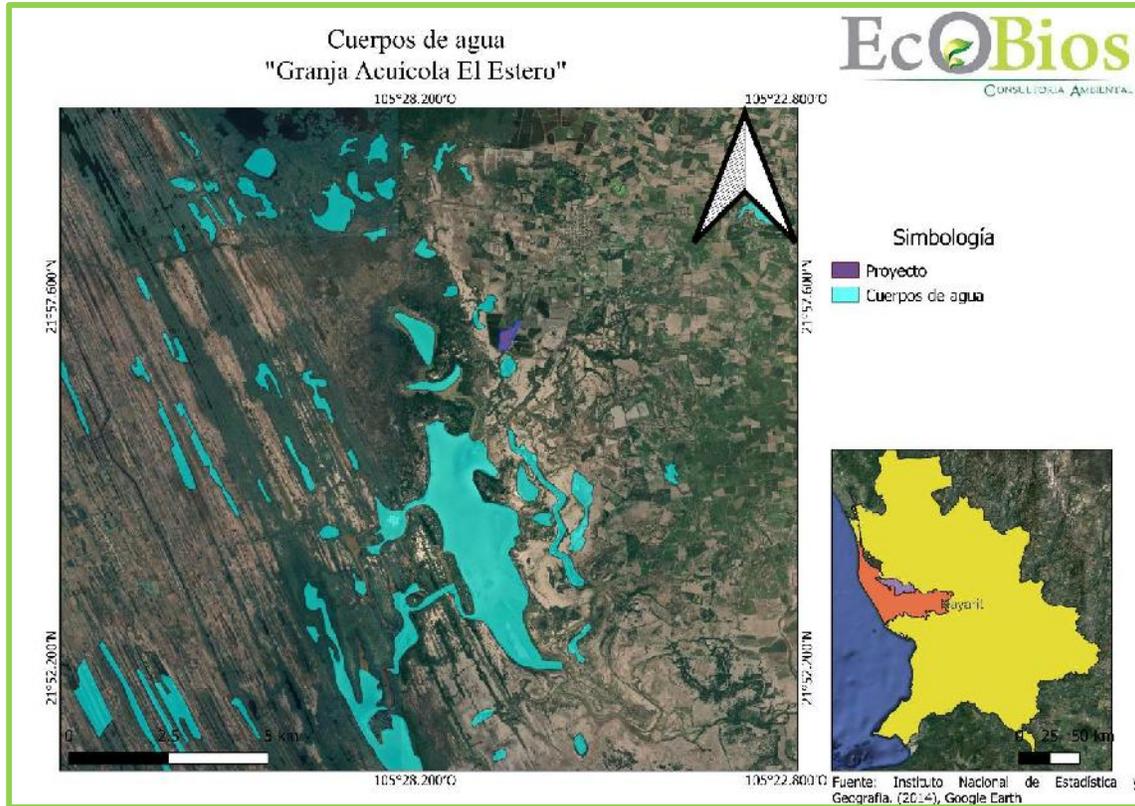


Figura II.7 Cuerpos de agua en inmediación del proyecto.

Sitios propuestos para la instalación de infraestructura de apoyo

Dentro de la infraestructura de apoyo considerada para el proyecto se contempla operación de una Laguna de Oxidación de aproximadamente 26,440.4 m² con sus respectivas compuertas de llenado y desagüe (ver Ilustración II. 1).

*Dicha laguna de oxidación se encontrará dentro de la superficie del estanque rústico existente.

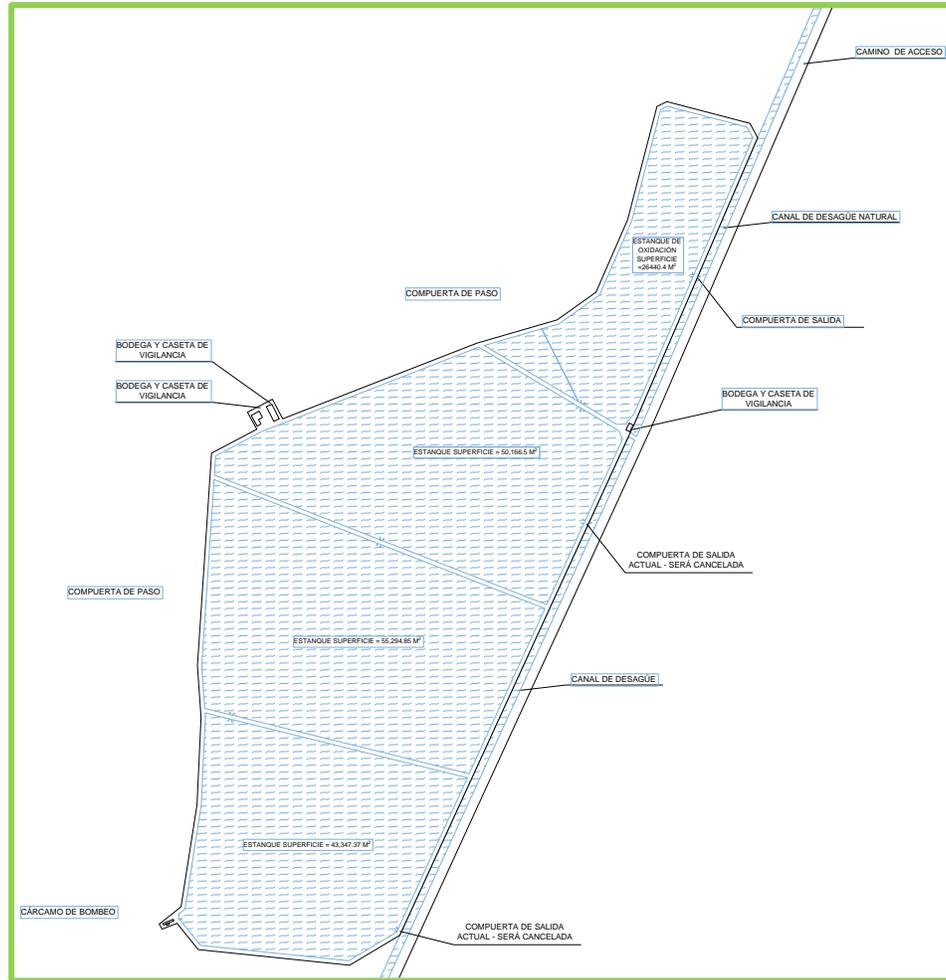


Ilustración II.1. Plano conjunto del proyecto

Tabla II.3 Superficies de la Granja

Conceptos	Superficie (m ²)
3 Estanques de crecimiento	148,808.72
Laguna de oxidación y/o sedimentación	26,440.4
Compuerta drenado oxidación	20.83
4 Compuertas de llenado entre estanques	83.32
Tres Bodegas	186.74
Bordos de estanques	9,823.43
Cárcamo de bombeo	20.36
Total	185,583.80

II.1.3 Inversión requerida

La operación y mantenimiento se calcula en \$ 1.5 millones de pesos anuales.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Información biotecnológica de las especies a cultivar

Descripción y características principales

La especie a cultivar será de Tilapia (*Oreochromis aureus*), fueron introducidas 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.3 Tilapia Azul

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

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

Las crías nacionales son producidas en Centros Acuícolas de la CONAPESCA y en UPA particulares. En el 2010, se reporta la importación de 10 000 alevines procedentes de Cuba y 10 000 juveniles del Reino Unido, para ser usados como pie de cría.

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 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.

Morfología

La Tilapia *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.

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.

Hábitat

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

Alimentación en el medio natural

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

CULTIVO – ENGORDA

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.

Características de la zona de cultivo: Zonas tropicales cercanas a una fuente de agua natural (ríos, embalses, lagos y lagunas). Actualmente, se lleva a cabo el cultivo de tilapia en el estado de Hidalgo principalmente en presas.

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.

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.

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

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

Peso del organismo para siembra: 1-5 g.

Porcentaje de sobrevivencia: Extensivo 75–80%; semi-intensivo e intensivo 80–95%.

Tiempo de cultivo: Hasta dos ciclos por año de cinco a siete meses.

Peso de cosecha: 300-500 g.

ALIMENTO

Alimento comercial peletizado y extruido (flotante) para todas las etapas de cultivo, por lo cual varía en el tamaño de pellet y contenido de proteínas.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

La reproducción se inhibe a temperaturas <20 °C, y resulta letal <11 °C. *La salinidad dependerá de la especie o línea de tilapia o de un proceso previo de aclimatación de las crías a cierta salinidad.

Parámetro	Óptimo	Límites
Temperatura	24 °C-29 °C	>22 <32 °C
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.2.2 Descripción de las obras principales del proyecto

Actualmente el proyecto está conformado por estanques de cultivo (ver Imagen II.4), en los que se realizará la engorda del alevín, construido por medio de la excavación de hasta +0.5 metros del nivel más bajo del cuerpo de agua colindante; con el resultante de la excavación se formaron bordos con sección trapezoidal de 8 metros de base mayor, 4 metros de base menor, y 2 metros de altura; la tierra fue semicompactada al bandeado. La sumatoria de la superficie del espejo de agua es de 148,808.72 m² sin contar la superficie de la laguna de oxidación que tendrá un espejo de agua de 26,440.4 m², esta sumatoria nos daría una superficie de espejo de agua de 175,249.12 m².



Imagen II.4 Estanque rustico existente

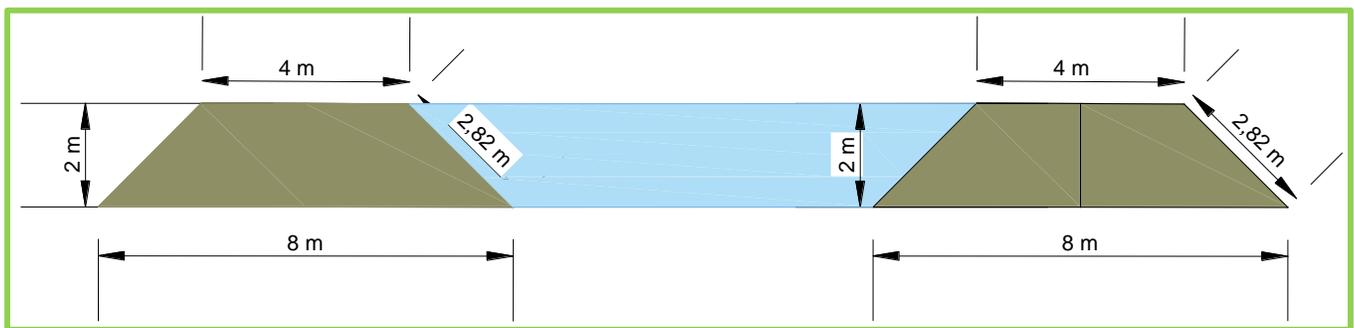


Imagen II.5 Bordos de los estanques

Para la dotación de agua, desde el estero Ticha, se llevará a cabo con el uso de una bomba de 20", impulsada por un motor diésel de la marca Perkins de 6 cilindros de 120 hp de potencia, (ver Imagen II.6), este sistema de bombeo está instalado sobre una losa llena de 4.49 m².

Por otro lado, se encuentra el canal de drenado, el cual conducirá el agua del estanque de cultivo a la laguna colindante, por lo que se propone la operación de una laguna de oxidación, la cual no será construida, sino que solo se destinara una parte del estanque ya existente el cual su nueva función será una Laguna de Oxidación y se le dé el tratamiento adecuado antes de ir a parar al cuerpo de agua colindante.



Imagen II.6 Sistema de Bombeo

Para el control óptimo del flujo o retención del agua de toda la granja, se cuenta con una compuerta a base de muros de block de jal, reforzado con dalas y castillos de concreto armado. (ver Imagen II.7)



Imagen II.7 Compuerta de entrada y salida

En las dos compuertas (entrada y salida a la laguna de oxidación) se tendrán mallas de distintos calibres para evitar la fuga y/o entrada de organismos; así como para tener un control de los organismos patógenos. (Ver Imagen II.8)



Imagen II.8 Compuerta existente

Respecto a los servicios de almacenamiento, se utilizarán 3 bodegas, a base de bloc de jalcreto pegada con mortero, con sus castillos y dalas de cerramiento, sin aplanados en sus muros y con techo firme a base de losa de concreto de 10 cm, con superficies de 84.31 m², 94.10 m² y 28 m² ubicadas dentro del mismo polígono.

En la siguiente tabla se resumen las instalaciones existentes en el predio en donde se llevarán a cabo las actividades de operación y mantenimiento, considerando los datos en la multicitada Resolución Administrativa de la PROFEPA respecto a las reales consideradas en el plano realizado y anexo a la presente MIA-P, las cuales serán contempladas a lo largo del presente estudio.

II.2.3 Programa de trabajo

Tabla II.5 Programa de trabajo

Actividad	SEMANAS					
	1	2	3	4	5	6
ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO						
Clausura de compuertas, mantenimiento de bordos, creación de bordo laguna de oxidación						
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
Mantenimiento a compuertas						
Mantenimiento a bomba						

II.3 Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto

II.3.1 Etapa de preparación del sitio

Se realizarán nuevamente algunas de las actividades de preparación del sitio las cuales solo serán la clausura de las compuertas que se encontraban en cada uno de los estanques y descargaban individualmente el agua al canal/arroyo Ticha, adecuación de bordos, construcción de bordo interior para laguna de oxidación.

Destinación de estanque a laguna de oxidación

El sitio que será destinado para la Laguna de Oxidación es un estanque que no suele ser utilizado, por lo que las obras a realizar aquí son nulas, puesto que cuenta con todas las características para la recepción/captación del agua proveniente de los demás estanques por medio de una compuerta, así como también cuenta con una compuerta para el desagüe de las aguas residuales ya tratadas, con deposito final en el canal/arroyo Ticha.

La laguna de oxidación ocupará una superficie de 26,440.4 m², en el extremo Norte del proyecto (ver Figura II.4). Estará conectada al estanque de crecimiento por medio de una compuerta de concreto (ya existente).

II.4 Etapa de Operación

Tabla II.6 Programa de trabajo durante la operación del proyecto

Etapa de operación	Ciclo											
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Drenado												
Encalado												
Secado												
Rastreo												
Análisis de suelo												
Llenado de la estanquería												
Compra y transporte de alevines												
Aclimatación y siembra												
Alimentación												
Recambios de agua 12%												
Registros de parámetros												
Muestras												
Control fisicoquímicos del estanque												
Muestreo biológico												
Muestreo de crecimiento												
Cosecha												
Limpieza												
Mantenimiento de Compuertas y bomba												

Acondicionamiento de la estanquería

El drenado, desinfección, secado, limpieza y encalado, son actividades para disminuir los riesgos de diseminación de enfermedades. La limpieza general del estanque y sus alrededores también ayuda a eliminar posibles fuentes de contaminación de la cosecha asegurando la inocuidad del producto final.

El estanque será drenado totalmente una vez finalizada la cosecha. Luego se hará la limpieza y desinfección de compuertas de salida, tuberías, tablas y bastidores. Finalizado el drenaje, las compuertas de salida de agua del estanque se sellan completamente.

Desinfección

Las áreas que no puedan ser drenadas totalmente deben ser desinfectadas con hipoclorito de sodio u oxido de calcio (cal viva).

Secado

El suelo del estanque será secado bajo el sol por 10 a 15 días o hasta que presenten grietas de 10 cm de profundidad.

Limpieza del Estanque

Basura y todo resto de material plástico, metal, o vidrio usado durante el ciclo de cultivo será dispuesto en un lugar de la granja destinado para este propósito.

Evaluación del estado del fondo del Estanque

Los principales parámetros que determinan el estado del fondo del estanque son el porcentaje de materia orgánica presente y el pH del fondo del estanque. Si el suelo del estanque presenta condiciones ácidas ($\text{pH} < 7$), se deberá aplicar cal agrícola para corregir la acidez presente. La metodología recomendada para efectuar la medición del pH, es la siguiente:

Procedimiento:

1. Se toman muestras de suelo de varias partes del estanque y se mezclan hasta obtener una muestra homogénea. Luego de esta mezcla se toma una cantidad aproximada de 15 gramos a la que se le agrega una cantidad similar de agua destilada y se agita hasta obtener una solución homogénea.
2. Enseguida se deja reposar la solución durante 20 minutos.
3. Posteriormente se agita de nuevo la solución para efectuar la medición.

Encalado

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.

Aplicación de cantidades recomendadas de cal.

pH	Kg/ha de cal
6	340

5.5	720
5	1,050

Rastreo

Una vez que el encalado ha finalizado y cuando las condiciones del suelo lo permitan se recomienda remover el suelo usando rastras mecánicas. Esto permitirá la oxidación y degradación de la materia orgánica que se ha acumulado en los fondos.

Volumen en el llenado de estanquería

El proyecto tendrá una superficie de espejo de agua de 148,808.72 m² dividido en 3 estanques, en el cuál la altura de agua en promedio será de 2.5 m. De lo anterior se deduce que el volumen necesario para el llenado de la estanquería ascenderá a 372,021.8 m³ de agua, con recambios de agua aproximados del 12% mensual (44,642.616 m³). En resumen, el volumen total requerido para los estanques es de 684,520.112 m³ (existe una diferencia entre el valor obtenido en el estudio hidrológico realizado, obteniendo en el estudio hidrológico un volumen de 687,257.3 m³, una diferencia de 2,737.188 m³ (0.398 %) por lo cual de ahora en adelante se tomará la cantidad que arroja el estudio hidrológico.

Aclimatación de la especie a cultivar

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.

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.

Recambio de volumen de agua por ciclo de cultivo

El ciclo de cultivo tendrá una duración de 7 meses para alimentación y engorda y un mes para llenado paulatino del estanque y en este lapso de tiempo se contempla un recambio de volumen de agua del 12% mensual del estanque.

Engorda

El ciclo de cultivo tendrá una duración de 7 meses aproximadamente, lapso de tiempo necesario para la engorda de la Tilapia *Oreochromis aureus*. Se realizarán actividades simultáneamente como son llenado de la estanquería y fertilización inicial, de acuerdo a las lecturas obtenidas por el disco de Secchi se realizará la fertilización orgánica de mantenimiento, se determinará la cantidad de alimento a proporcionar utilizando canastas testigos y los resultados obtenidos de los muestreos de población. Además, se realizarán los recambios de volumen de agua al estanque de engorda en la cantidad y tiempo determinados.

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, lo mejor es 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/m²) 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.

Muestreos

Para estimar la biomasa de la tilapia, en el estanque, que es importante para calcular la cantidad de alimento a proporcionar y para hacer pronósticos de cosecha, se pueden hacer muestreos con atarrayas o con chinchorro. Los organismos se cuentan, se miden y pesan y se estima el tamaño promedio de la tilapia en la población. Es muy difícil determinar la cantidad de organismos, ya que se distribuyen muy heterogéneamente y lo único que se hace es determinar la mortalidad mensual.

Mantenimiento

En el programa de mantenimiento de las instalaciones del proyecto iniciarán al término de cada cosecha las estructuras de bioseguridad dañadas o en malas condiciones se reemplazarán, las bombas se pintarán, se verificarán las condiciones de los depósitos de residuos sólidos que se generen durante la operación de la granja, así como la verificación del sistema hidráulico el cual será limpiado por taponamientos o elementos extraños, se rehabilitarán los bordos, se verificarán las condiciones operativas de todos y cada uno de los equipos, herramientas y utensilios que se utilizan en las operaciones de la granja.

Medidas para mejorar la calidad del agua de descarga

El agua residual del estanque de cultivo se descargará como se comentó hacia la laguna de oxidación para su correcto tratamiento antes de verterla al cuerpo de agua colindante, mismas que deberán cumplir con la norma aplicable. Se realizarán trabajos de reforestación con especies nativas, Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en las cercanías del proyecto.

Laguna de oxidación

La laguna de oxidación será básicamente un depósito de agua que tendrá una superficie, para mantener una capacidad aproximadamente del 17.76 % del volumen total que contiene el estanque de crecimiento, con una profundidad aproximada de 2.5 m, a donde serán descargadas las agua residuales y se mantendrán por periodos prolongados con la finalidad de estabilizar la materia orgánica presente en las aguas residuales, provenientes de los estanques, lo que permitirá la oxidación natural de hasta un 60 % de la materia orgánica presente.

Previo a drenar el agua de la laguna de oxidación, hacia el canal, se medirán las propiedades químicas del agua para asegurar que no contamine el canal, por ende, su flora y fauna, así como su integración con el estero Ticha

según la NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Cosecha: Tiene una duración de 1 mes, por medio del método de atarraya, con una lancha de motor.

II.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

II.5.1 Durante la operación

II.5.2.1 Residuos sólidos

Los residuos sólidos generados serán domésticos, su manejo y almacenamiento se realizará por medio de contenedores cerrados, mismos que serán dispuestos en el sitio que asigne la autoridad municipal.

II.5.3.2 Residuos líquidos

Las aguas residuales provenientes del estanque serán dirigidas mediante un sistema de compuertas que tendrá un filtro tipo malla para retención de algún residuo orgánico o en un caso aislado inorgánico al estanque de sedimentación (laguna de oxidación), considerando que estas serán en cantidades pequeñas ya que como se mencionó con anterioridad el tipo de cultivo de tilapia, no requiere de grandes recambios de agua, y en una laguna de oxidación garantiza que dichas aguas no rebasarán los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Para la descarga del agua únicamente será utilizado un filtro de malla sombra fijado sobre la tubería de descarga que evite la fuga de organismos que pudieran escaparse de los tanques de cultivo o algún otro elemento extraño, para que a su vez en el estanque de oxidación se lleve a cabo el proceso respectivo; el último paso es la descarga al arroyo.

La laguna de oxidación y/o sedimentación, consta de un tratamiento primario que consiste en un grupo de trampas que atrapan y separan los elementos sólidos no inherentes al diseño del sistema en donde el agua y sus residuos pasarán a dicho estanque donde permanecen en contacto con el entorno, principalmente el aire, experimentando un proceso de oxidación y sedimentación, transformándose así la materia orgánica en otros tipos de nutrientes que pasan a formar parte de una comunidad diversa de plantas y ecosistema bacteriano acuático.

Después de este proceso, el agua superficial (del estanque) quedará libre entre un 70 y un 85% de demanda química o biológica de oxígeno, los cuales son estándares apropiados para la liberación de estas aguas superficiales hacia la laguna contigua; de forma que este último pueda absorber los residuos sin peligro para el medio ambiente y sus especies.

II.5.2 Emisiones a la atmósfera

Se generarán emisiones provenientes de los vehículos y maquinaria temporal utilizada, se considera que estos no representan un alto impacto ambiental por la alta dispersión de los vientos que se producen en zona.

II.6 Etapa de mantenimiento

Durante la etapa de operación, semanalmente, se realizará un recorrido por las instalaciones para darle mantenimiento a los bordos, bodega, cárcamo de bombeo, bomba y compuertas, con el objeto de evitar fugas y la contaminación a cuerpos de agua.

Una vez terminado el ciclo, se dejará reposar el estanque y se comience con las actividades de preparación del estanque, antes mencionadas.

II.7 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.

Análisis Hidrológico (aguas superficiales y aguas subterráneas) y caracterización del suelo:

Previo a la realización y diseño del proyecto que nos ocupa, se llevó a cabo un análisis Hidrológico de la zona de estudio, a fin de determinar si la zona es apta para llevarse a cabo un proyecto de esta índole y determinar si con la operación del mismo se afecta el elemento hídrico disponible o presente en la zona, mismo que concluyó en lo siguiente:

1. El volumen que se utilizará en el proyecto es de 687,257 m³/anuales de agua por lo que es por mucho inferior a la disponibilidad media anual de la cuenca; no representando una afectación en aguas superficiales de la cuenca.
2. Cabe señalar que los gastos adoptados propios de la cuenca del escurrimiento alimentador de la granja a un periodo de aguas máximas ordinarias (tr= 5 años) es de 4.87 según la metodología adoptada lo que representa que en una lluvia torrencial será suficiente para obtener la disponibilidad requerida para el proyecto.
3. Con respecto a las aguas subterráneas la zona de estudio se localiza en el acuífero San Pedro - Tuxpan, el cual según la Comisión Nacional del Agua actualmente se encuentra en disponibilidad, pero al no contar el proyecto con extracción de aguas subterráneas no hay afectación alguna para el acuífero.
4. El volumen medio anual de la cuenca es de 1,092,010.691 m³, el volumen comprometido para el llenado de los estanques es de 687,257.3 m³, así mismo se dejará un Volumen Ecológico de 218,402.138 m³, teniendo una disponibilidad media anual de 186,351.25 m³, por lo tanto, la disponibilidad de la cuenca no se verá comprometida.
5. El agua que ingresa al estanque para su llenado se retornará al mismo cuerpo de agua, es decir no se realizarán acciones de desecación del estanque por evaporación como se lleva a cabo en otras granjas de la zona. Ya que se optó por tratar el agua que se utilizó para el cultivo y devolverla al mismo sistema para evitar afectación en los flujos normales hidrológicos.

(Anexo Análisis Hidrológico)

ÍNDICE

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO	2
III.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	2
III.2 Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias	6
III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (Federales)	6
III.2.2 Áreas Naturales Protegidas (Estatales)	17
III.2.3 Región hidrológica prioritaria	18
III.2.4 Región terrestre prioritaria	20
III.2.5 Región marina prioritaria	21
III.2.6 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)	23
III.3 Normas Oficiales Mexicanas	24
III.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	28
III.4.1 Reglamentos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	29
III.5 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido (Publicado en el D.O.F. de fecha 6 de diciembre de 1982)	30
III.6 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su reglamento	31
III.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento	33
III.8 Ley de Aguas Nacionales	34
III.9 Reglamento de la LAN	36
III.10 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	37

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

III.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 de Acuicultura, 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. Cada una de estas regiones está acompañada de lineamientos, estrategias ecológicas y acciones que deben ser observados por los sectores.

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 forman parte.

Ubicación del Proyecto en la Unidad Biofísica (UAB)

El proyecto se localiza en la UAB N°34, se localiza al Noreste de Nayarit, se extiende en sobre una superficie de 4,526.62 Km², su política ambiental contempla el Aprovechamiento sustentable, Preservación y Restauración, su prioridad de atención está clasificada como baja. (ver Figura III.1)

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

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIACIONES DEL DESARROLLO
11.32	34	Delta del Río Grande de Santiago	Preservación de Flora y Fauna	Ganadería-Turismo	Agricultura

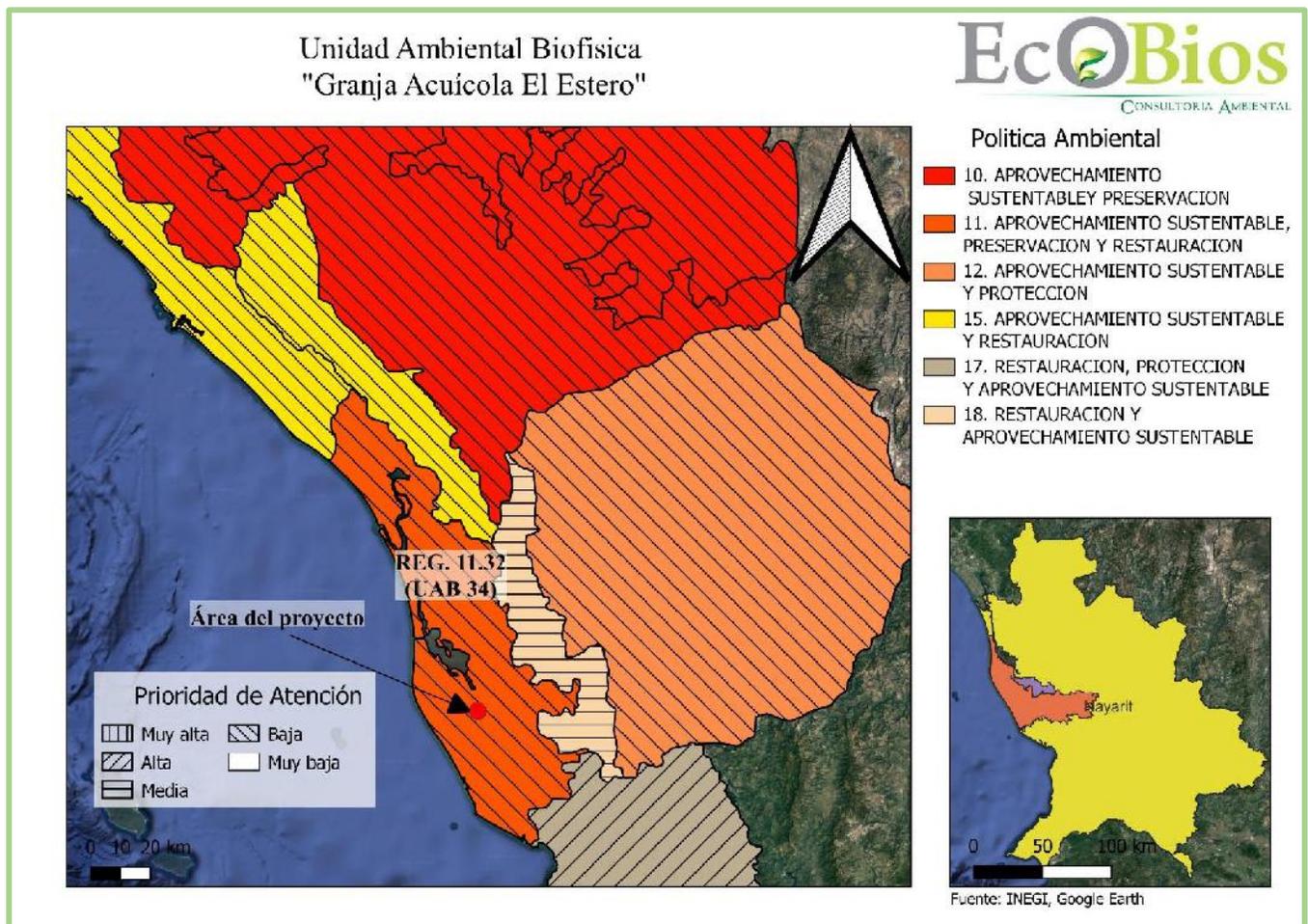


Figura III. 1 Ubicación del proyecto respecto a la UAB

Dicho lo anterior a continuación se describen y vinculan únicamente las estrategias que aplican al proyecto, (ver Figura III.2)

Tabla III.2 Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 34)

GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO		
POLÍTICA	ESTRATEGÍA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	<p>El proyecto consiste en la operación y mantenimiento de una Granja Acuícola de cultivo rustico de Alevines de tilapia (<i>Oreochromis aureus</i>), con una superficie total de 185,383.80 m² del polígono aprovechables o de espejo de agua son 148,808.72 m² así como la operación de una laguna de oxidación dentro del mismo polígono del proyecto, los cuales conformarán el total de la superficie del espejo de agua de la granja, con máxima capacidad, reducida en un 15%, ya que el último estanque de un área de 26,440.4 m² será utilizado como laguna de oxidación; Los estanques de crecimiento cuentan con una altura promedio de 2.50 metros en la mayoría de sus límites; así como también, 1 sistema de bombeo para el llenado de los estanques; además de diversas compuertas de llenado (una por estanque) y una de drenado localizada en la laguna de oxidación, a base de material de block del jalcreto, cemento, acero y agregados.</p> <p>Por las características del proyecto, durante la operación de éste no se generarán impactos negativos significativos sobre el ecosistema y su biodiversidad, ya que se realizará la plantación en una zona cercana al mismo de Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) y Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), esta plantación es de gran importancia en la zona, al ser zona de manglar y encontrarse dentro de las Marismas Nacionales, promueve la conservación de las características físicas y diversidad de la zona.</p> <p>Además, durante el recorrido en campo se pudo observar la presencia de especies faunísticas que acuden al espejo de agua a realizar diferentes actividades, motivo que demuestra que el proyecto no ha influido de manera negativa en el ecosistema y su biodiversidad, asimismo, de encontrarse con algún individuo durante la operación y mantenimiento del proyecto, se reubicará en un sitio con condiciones similares al del proyecto.</p>
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Referente a la flora, en el área del proyecto se detectaron algunas especies en riesgo, sin embargo, éstas no serán afectadas por las actividades del proyecto. Para el caso de la fauna, se aplicarán las medidas de rescate establecidas en el Capítulo VI.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Como parte de la realización de este estudio, previo a la operación del proyecto, se realizará un análisis ambiental de las condiciones que guarda el ecosistema, así como sus áreas circundantes.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies,	El proyecto pretende la operación de una granja acuícola, donde se contempla el aprovechamiento de manera sustentable del recurso hídrico del Estero Ticha, misma que colinda directamente con el

	genes y recursos naturales.	polígono del proyecto, esto por medio de una bomba cuyas especificaciones se describen en el capítulo II del presente estudio; no habrá generación de aguas negras y las aguas residuales provenientes los estanques serán tratadas en la laguna de oxidación propuesta, por lo que no habrá contaminación del agua al Estero y canal/arroyo colindantes.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	En las actividades a realizar, no se contempla ningún tipo de aprovechamiento forestal en el área del proyecto.
	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 mitigación para minimizar, proteger y restaurar los ecosistemas y los recursos naturales afectados con la realización del proyecto. Como parte de la elaboración de éste estudio, se realizará un análisis ambiental de los servicios ambientales que guarda el ecosistema.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	<p>El proyecto contempla la operación y mantenimiento de una granja acuícola rustica, en un área considerada dentro de 3 usos de suelo según el INEGI como de Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar, por lo que la zona actualmente se encuentra en estado de perturbación; el proyecto se encuentra dentro del área del ANP Marismas Nacionales Nayarit, en el municipio de Tuxpan, Nayarit.</p> <p>Para las diferentes actividades a realizar no se considera que podrán generar algún tipo de afectación al ecosistema colindante y su biodiversidad, ya que éstas se realizarán únicamente dentro del polígono del proyecto y el aprovechamiento del recurso hídrico como se mencionó con anterioridad será de manera sustentable, asimismo el agua residual proveniente del estanque de crecimiento será tratada en la laguna de oxidación que será instalada en uno de los estanques, acondicionando sin llevar a cabo construcción, por lo que no habrá contaminación de agua ni del suelo por descargas inadecuadas y los residuos sólidos serán colectados y transportados por el promovente para su disposición final. De igual manera, estarán prohibidas las actividades de caza o recolección de individuos.</p>
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto en su construcción hizo una afectación a ecosistemas forestales de acuerdo con el INEGI se ubica en un uso de suelo Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar, dentro del municipio de Tuxpan. Por lo que se llevará a cabo una plantación con especies nativas en las cercanías del proyecto, lo que contribuirá a compensar el daño que pudo ocasionarse con la construcción del proyecto.

Dicho lo anterior, referente a la vinculación realizada para la operación y mantenimiento del proyecto, no contraviene con lo estipulado en el POEGT.

III.2 Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias.

III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (Federales)

Marismas Nacionales (RTP-61).

El proyecto se localiza dentro del área de amortiguamiento del Área Natural Protegida "Marismas Nacionales Nayarit" (RBMNN), donde en su totalidad el polígono está 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)

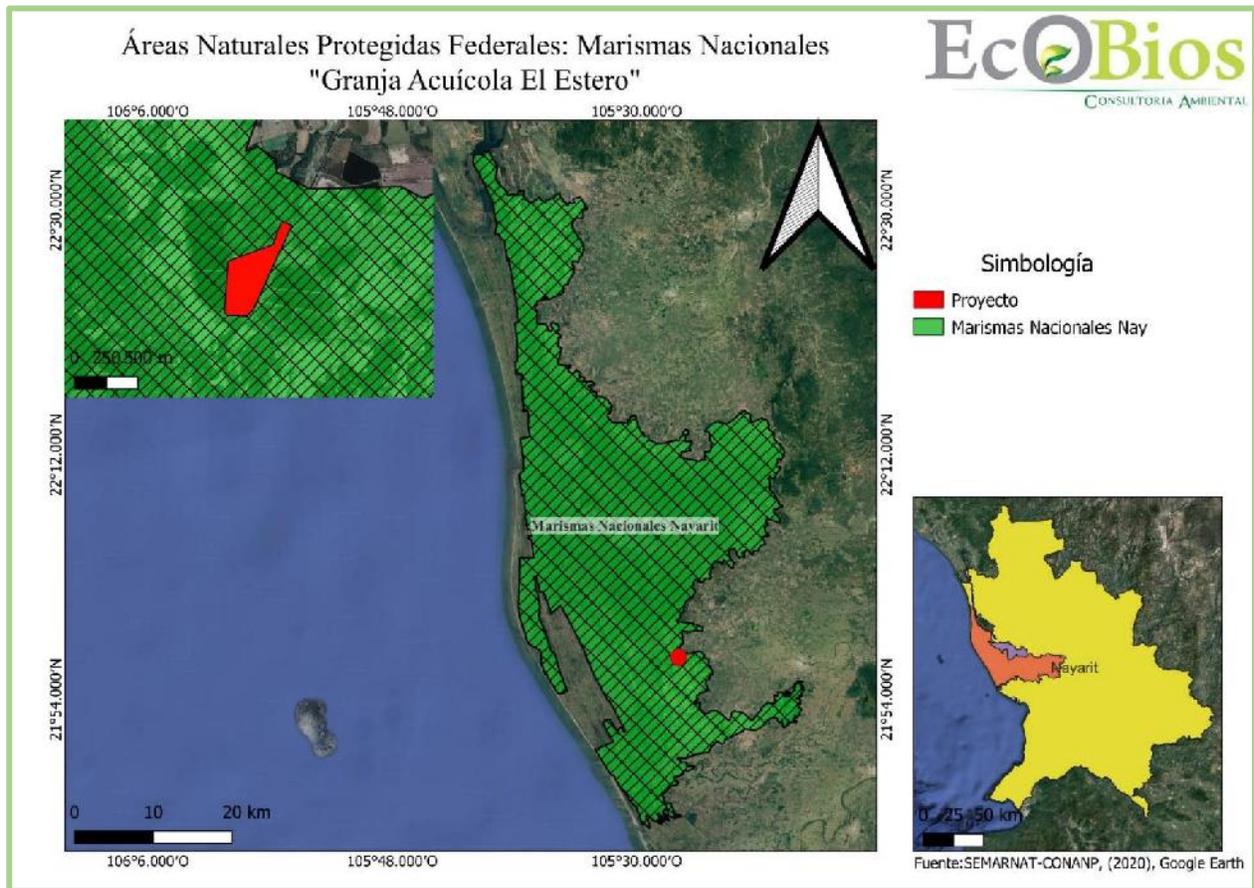


Figura III. 2 Ubicación del proyecto respecto del ANP Marismas Nacionales (RTP-61)

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.

Decreto de Declaración de Área Natural Protegida Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales Nayarit (RBMNN)

Disposición	Vinculación
<p>Artículo Décimo Sexto. Los propietarios y poseedores de inmuebles o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques, que se encuentren dentro de la superficie de la reserva de la biosfera Marismas Nacionales Nayarit, estarán sujetos a las modalidades que se establecen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en la presente declaratoria. Por tanto estarán obligados a llevar a cabo sus actividades conforme a los criterios de preservación y conservación de los ecosistemas y sus elementos, establecidos en la presente declaratoria y deberán respetar las previsiones contenidas en el programa de manejo, en el programa de ordenamiento ecológico y demás disposiciones jurídicas aplicables.</p>	<p>Se atenderán cada uno de los lineamientos y disposiciones del Decreto de Declaración del Área Natural Protegida de la RBMNN.</p>
<p>Artículo Décimo Octavo. Cualquier obra o actividad pública o privada que se pretenda realizar dentro de la reserva de la biosfera Marismas Nacionales Nayarit deberá sujetarse a los lineamientos establecidos en este Decreto, el programa de manejo del área y a las disposiciones jurídicas aplicables. Asimismo, quienes pretendan realizar dichas obras o actividades deberán contar, en su caso y previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.</p>	<p>Al respecto, se integra la presente para su correspondiente evaluación por parte de la Autoridad.</p>

Condiciones del Programa de Manejo de Marismas Nacionales Nayarit

De acuerdo con el Programa de Manejo de la RBMNN¹, se especifica lo siguiente:

Objetivo general

Preservar uno de los sistemas de humedales de mayor relevancia en la costa del Pacífico Mexicano, que alberga una gran biodiversidad debido a su extensión, estructura, productividad y estado de conservación y constituye un área biogeográfica relevante a nivel nacional con diversos y múltiples ecosistemas típicos de la costa nayarita.

Objetivos específicos

A continuación, se realizó la vinculación de los objetivos específicos de la Reserva de la Biosfera de Marismas Nacionales Nayarit, que podrían ser intervenidos con las actividades del proyecto.

¹ http://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DGCD/118.pdf

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
<p><u>Proteger el entorno de los cuerpos lagunares costeros</u> 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</p>	<p>El presente proyecto no intervendrá en la dinámica hídrica de los cuerpos de agua cercanos, ya que la extracción de este recurso será únicamente 1 vez durante el año durante la etapa de preparación del estanque, por 7 meses, no se generarán, ni habrá descargas de aguas residuales que puedan modificar las propiedades fisicoquímicas del cuerpo de agua salvo 12% de los recambios de agua mensual en ciclo cultivo (solo es un ciclo al año con un periodo de 7 meses septiembre-abril)</p> <div data-bbox="829 537 1279 831" data-label="Image"> </div> <p>No se tienen barreras físicas de ningún tipo que puedan interferir con las actividades de la fauna, prueba de esto es que, durante el recorrido en campo, se observó la presencia de una gran cantidad de aves que utilizaban la zona para alimentación y algunos reptiles que utilizan las zonas colindantes y parte de bordos como zonas de tránsito.</p> <p>Asimismo, el proyecto contempla la operación de una laguna de oxidación para el tratamiento de las aguas provenientes de los Estanques, misma que no será construida, si no que uno de los estanques será destinado en su totalidad para el tratamiento de aguas residuales de los otros estanques, esta tiene un área de 26,440.4 m² una capacidad de almacenamiento de 66,100 m³.</p>
<p><u>Proteger las seis especies de flora endémicas</u>, amenazadas, sujetas a protección especial o en peligro de extinción, entre las que se destacan el mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), el mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>), el mangle botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>) y el mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>); así como los principales sitios de anidación, reproducción y alimentación de diversas especies de fauna silvestre.</p>	<p>Ya que el proyecto en el momento de su construcción no contaba con la autorización de Impacto Ambiental y el promovente desconocía de dicho proceso. Como medida de compensación se realizará la plantación en las cercanías de la Laguna Grande de Mexcaltitán en el lugar conocido como "Las Yeguas" (el polígono de reforestación tiene un área de 18.5 ha), mismas que ayudarán a la generación de hábitats, para las aves, así como para su reproducción y alimentación. Aunado a que servirán 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.</p>

Objetivos específicos de la RBMNN	Vinculación con el proyecto
	
<p><u>Salvaguardar la diversidad genética</u> de las 402 especies de vertebrados, de las cuales 57 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo.</p>	<p>El presente proyecto no contempla actividades de caza, extracción o uso de especies de fauna; en caso de encontrarse con alguna, que tenga algún problema será rescatada y llevada con especialista en la materia, asimismo, la especie a utilizar en el cultivo será Tilapia (<i>Oreochromis aureus</i>).</p>
<p><u>Mantener los servicios ambientales</u> 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. <u>La RBMNN es un sitio de gran belleza paisajística que les confiere una gran importancia ecológica y económica.</u></p>	<p>Dentro de esta reserva uno de los principales servicios ambientales que ofrece en gran medida es el recurso hídrico, mismo que será utilizado en el presente proyecto, de una manera racional, ya que la extracción será únicamente 1 vez por año, 7 días a la semana por 8 horas durante 6-7 meses, cantidad que no afectará el gasto hidráulico que actualmente tiene; asimismo, los recambios de agua serán mínimos solo un 12% del total de los estanques de crecimiento, por lo que las descargas de aguas residuales serán mínimas y controladas. Aunado a lo anterior, se tiene contemplada la operación de una laguna de oxidación y evitar la contaminación a cuerpos de agua. Otro punto importante, es que, como medida de compensación por el uso del suelo, se realizará la plantación en las cercanías del proyecto, en las márgenes de la Laguna Grande de Mexcaltitán, siendo la especie elegida para esta reforestación por las características del sitio el mismo de Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) y Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) especies endémicas de la región, que fungirán como franjas naturales para la creación de nuevos hábitats, lugares de anidación, alimentación, entre otras, y ayudará a amortiguar los efectos devastadores de los huracanes, así como capturar bióxido de carbono y fijar nitrógeno en el suelo.</p> <p>Cabe resaltar que este proyecto considera la generación de empleos y un incremento en el PIB de la región.</p>
<p>Orientar hacia un <u>esquema de sustentabilidad</u> 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, reduciendo los impactos sobre el entorno del <u>área procurando mejores condiciones de vida para la población.</u></p>	<p>Ya que el proyecto en el momento de su construcción no contaba con la autorización de Impacto Ambiental y el promovente desconocía de dicho proceso. Como medida de compensación se realizará la plantación en las cercanías de la Laguna Grande de Mexcaltitán en las cercanías del proyecto, mismas que ayudarán para la generación de hábitats, para las aves, así como para su reproducción y alimentación. Aunado a que servirán 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.</p>

Objetivos específicos de la RBMNN	Vinculación con el proyecto
	<div data-bbox="784 235 1325 575" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="654 590 1458 764">Por lo que se considera éste como un proyecto sustentable, en el que se generarán fuentes de empleo, habrá movimiento económico en la región con la compra y venta del producto nacional, así como una mínima afectación al ecosistema de los alrededores, además, culturalmente, se estarán remarcando las costumbres de técnicas de cosecha.</p>

Localización y límites

Se ubica en la región Pacífico Centro del país, en la costa norte del estado de Nayarit. Limita al norte con el estado de Sinaloa y al oeste con el Océano Pacífico. El área comprende los municipios de Acaponeta, Rosamorada, Santiago Ixcuintla, Tecuala y Tuxpan, cubriendo una superficie de 133,854.39 ha.

Características físico-geográficas

La zona presenta un área con 157 barreras y lagunas paralelas con manglares. Comprende una pequeña sierra con selva baja caducifolia a la orilla del mar, rodeada por una marisma con matorrales de manglar, que permiten una mayor diversidad de hábitat. La llanura costera del Pacífico en la parte de Nayarit, fisiográficamente presenta la Subprovincia del delta del Río Grande de Santiago, la cual involucra tres sistemas de topofomas: la llanura deltaica, marismas con lagunas costeras y las barras paralelas de antiguas líneas de costa o cordones litorales.

Geología

Debido a las transgresiones y regresiones del mar, en el Pleistoceno tardío, en los periodos de bajos niveles del mar, los ríos edificaron un vasto y complejo sistema deltaico sobre lo que hoy es gran parte de la plataforma continental correspondiente al estado de Nayarit, lo cual hace aún más compleja la interpretación de la influencia de los factores de formación de suelos en relación con los diferentes grupos y unidades de suelos que se presentan en la región.

Geomorfología y suelos

Según la clasificación propuesta por González-García Sancho, (2009) en el ANP se presenta una región geomorfológica, a la vez subdividida en tres paisajes geomorfológicos y éstos en seis sub paisajes (ver Tabla III.4)

Tabla III.4 Clasificación de suelos según sub paisajes geomorfológicos

Ambiente	Regiones geomorfológicas	Paisajes geomorfológicos	Subpaisajes	Suelos
Acumulativos	Llanura costera	Llanura deltaica	Llanura fluvial intermedia	Cambisol Fluvisol Feozem
			Llanura baja con influencia fluvio-marina	Cambisol Fluvisol Feozem
		Llanura salina con lagunas costeras (marismas)	Llanura de inundación mareal ordinaria	Solonchaks
			Llanura de inundación mareal alta	Solonchaks
		Cordones litorales	Barras paralelas	Arenosol Regosoles
			Playas y dunas costeras	Arenosol Regosoles

El ambiente principal es acumulativo y conforma la zona de acumulación de sedimentos tanto de los procesos hídricos de los ríos como de la zona marina y es identificada como la región geomorfológica de la Llanura costera. La Llanura costera a la vez se estructura de paisajes como Llanura deltaica, Llanura salina con lagunas costeras conocido como marismas y cordones litorales. Para el caso del presente proyecto se encuentra inmerso en la Llanura salina con lagunas costeras conocido como marismas.

La Llanura salina con lagunas costeras conocido como marismas son áreas bajas y pantanosas que se inundan periódicamente con mareas y marejadas, se encuentran enmarcadas por la Llanura deltaica y los cordones litorales, está conformada por los sub paisajes de Llanuras de inundación mareal ordinaria y alta.

Suelos

El material de origen está representado por sedimentos, ya sean fluviales y/o marinos. El carácter de los mismos depende del tipo de roca y corteza de intemperismo que se desarrolla en los relieves más altos, de las sierras y del carácter arenoso de los depósitos marinos.

Hay que considerar que la influencia marina conlleva además a la salinización de los depósitos tanto marinos como fluvio-marinos. Entonces la evolución del suelo estará muy relacionada con el lavado de las sales y las transformaciones mineralógicas, biológicas y fisico-químicas que tendrán lugar a medida que se vayan purificando los sedimentos de las sales heredadas durante las transgresiones marinas.

En este sentido, un rol importante lo tiene el clima que es cálido y subhúmedo, con precipitaciones que oscilan de 800 a 1,200 milímetros anuales, que evidentemente conlleva a procesos de lavado en el suelo, la edad de la Llanura, y la textura ligera de los sedimentos (franco, franco limoso, franco arenoso hasta arenoso). En toda la región hay una influencia del agua muy fuerte, sobre todo en la Llanura baja, las marismas y en las barras, con la penetración de las aguas de mar, provocando la salinización de los suelos. Los suelos más cultivados (Cambisoles) presentan degradación por compactación y pérdida de fertilidad. Debido a la explotación por cultivos intensivos y al problema de las sales presentes en diferentes suelos, en la zona de uso agrícola aparecen problemas de drenaje, disminución de la fertilidad y degradación del suelo.

Clima

El clima general para la región es semicálido subhúmedo Aw1(h'), con precipitaciones anuales superiores a los 1,500 milímetros e influencia de vientos húmedos tipo monzón provenientes del mar. La temperatura media anual es de 26 a 28°C; con una temperatura máxima promedio anual de 30 a 34°C. La precipitación total anual es de 800 a 1,200 milímetros con una humedad relativa anual mayor de 75% y una evaporación total anual de 1,800 a 2,000 milímetros cúbicos.

Flora

La RBMNN presenta los siguientes tipos de vegetación: manglar, vegetación halófila, selva baja espinosa, selva mediana subperenifolia, palmar, pastizal halófilo, y en una porción mínima de Santiago Ixcuintla las dunas costeras.

En el ANP se reportan un total de 55 especies de flora, de las cuales conforme a la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010, dentro de este listado de especies en riesgo se encuentran cuatro especies de mangle *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* y el palo blanco *Bravaisia integerrima* en la categoría Amenazada y la palma de aceite *Orbignya guacuyule* en estado Protegida. Sin embargo, estas especies siguen siendo aprovechadas en la obtención de tintes, por sus propiedades medicinales y como madera para estacas o para la construcción de cercas.

Manglar

Este tipo de vegetación constituye una comunidad vegetal situada en el litoral de la zona intertropical nayarita y caracterizada por criterios ecológicos, florísticos y biológicos altamente especializados. Los principales factores ecológicos que lo determinan son la temperatura media anual elevada (20°C), baja amplitud térmica, suelos salinos y limosos, aguas salobres o francamente saladas, relativamente tranquilas, así como inmersión de nivel intermitente.

Selva baja espinosa

En Nayarit este tipo de vegetación presenta árboles con una altura que varía entre los cuatro y 15 metros, y generalmente forman una cubierta vegetal densa y cerrada. Aunque su ramificación es generalmente baja y a menudo basal, las ramas se apartan poco del tronco principal hasta que alcanzan una altura de dos metros o más, constituyendo copas de forma elíptica a redonda y cuyo diámetro es generalmente menor que la altura del árbol.

En esta franja los suelos son altamente salinos y los lodos muy fluidos, para los cuales el mangle rojo está particularmente bien adaptado. Esta especie de mangle puede tener un tamaño de hasta 20 metros, y presenta adaptaciones morfológicas como la presencia de raíces aéreas (raíces zancas) y rizóforas, que emergen de 50 centímetros a un metro por encima del agua. En el cinturón intermedio, se encuentra mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), que se mezcla con los últimos ejemplares de Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), y se vuelve más abundante hacia el interior, en los sectores de menor inundación. Mientras en progresión hacia los lugares más frecuentemente inundados, hacia los suelos de salinidad más débil, menos impregnados de agua y más cerrados, domina el mangle negro (*Avicennia germinans*). En los suelos de salinidad débil totalmente exondados, salvo en los periodos de grandes mareas, se distribuye el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), aunque también puede cubrir terrenos a veces inundados de agua dulce.

La selva baja espinosa es una comunidad vegetal que se localiza en la geoforma de la llanura salina con lagunas costeras, se caracteriza por especies arbustivas y arbóreas con espinas y que en una temporada del año se encuentran sin follaje, entre las especies representativas: *Ehretia tinifolia*, *Prosopis juliflora*, *Hibiscus pernambucensis*, *Caesalpinia bonduc*, *Stegnosperma cubense* y *Tournefortia densiflora*.

Esta unidad forma una franja a lo largo de la barra arenosa, cabe mencionar que la RBMNN se encuentra mayormente perturbada por actividades antrópicas, lo que origina un proceso de erosión que incide en la disminución de la superficie forestal.

Municipio	Número de granjas	Héctareas	Produccion (ton)
Rosamorada	29	1,068.5	1,175.35
Santiago Ixcuintla	6	202	222.2
Tuxpan	1	4.5	4.95
Total	36	1,275	1,402.5

Imagen III.1 Superficie ocupada por las granjas acuícolas

Fauna

En la llanura costera, fuera del medio acuático, se encuentran poblaciones representativas de iguana, murciélago, jaguar, armadillo, liebre, conejo, zorra, venado, entre otros. Actualmente, la fauna está clasificada como neotropical, es diversa y presenta un número considerable de especies endémicas, migratorias, en peligro de extinción y de importancia económica. La diversidad de la fauna se asocia a la heterogeneidad ambiental de la zona.

En la RBMNN se han reportado 402 especies de vertebrados y cinco de invertebrados. De éstas, por lo menos 57 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010. Dentro de las especies de reptiles resalta la tortuga marina golfinia (*Lepidochelys olivacea*). La mayor variedad de los mamíferos terrestres se encuentra entre las familias de murciélagos (*Chiroptera*) y roedores (*Rodentia*). Ambos grupos incluyen a muchas especies endémicas de la región. El tercer grupo en tamaño son los carnívoros, incluyendo a cinco de las seis especies mexicanas de felinos: jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), ocelote (*Leopardus pardalis*), jaguar (*Panthera onca*), tigrillo (*Leopardus wiedii*) y lince (*Lynx rufus*).

Se han registrado en la región 223 especies de aves, 33 de reptiles, seis de anfibios, 29 de mamíferos y 111 de peces. Con relación a su categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010, se protegen 31 especies de aves, 20 especies de reptiles, una especie de anfibio y cinco especies de mamíferos.

El 60% de las aves son residentes y el resto son migratorias. De las especies de aves migratorias acuáticas que llegan al área se incluyen a las aves playeras de las que se han llegado a censar 24 mil 746 individuos, estimándose un total de 110 mil playeros en una temporada.

De igual forma, la zona de humedales, debe de considerarse atractiva para la proliferación de cocodrilo (*Crocodylus acutus*), una especie que en medio natural es mermada ante la pérdida de sus espacios naturales.

Problemas puntuales aplicables al proyecto Granja Acuícola El Estero

Dentro del Programa de Manejo de la RBMNN se determinaron algunos problemas puntuales, a continuación, se describen aquellos que pueden ser vinculantes con el presente proyecto:

Problema puntual	Vinculación con el proyecto Granja El Estero
Azolvamiento de cuerpos de agua en las lagunas colindantes al proyecto	El presente proyecto durante sus actividades no intervendrá en las condiciones de flujo del recurso hídrico del Arroyo Estero Ticha aledaño (no se construirán presas o represas), por lo que no generará azolvamiento. La cantidad de agua a extraer es de 687,257.3 m ³ por cultivo ya incluyendo los recambios mensuales del 12% (3 estanques que solo serán cargados una vez al año), por lo que no se considera que generará un déficit, considerando los cálculos realizados en el Análisis Hidrológico anexo al presente (ver Estudio Hidrológico). Aunado a que la descarga del agua proveniente de la laguna de oxidación no contendrá sólidos que propicien el azolvamiento del canal/arroyo estero Ticha.
Debido a las modificaciones en los canales por parte de los pescadores se están secando 500 hectáreas de manglar. La aplicación de los tapos constituye un obstáculo para el movimiento de las semillas del manglar.	El presente proyecto no contempla la modificación al Arroyo Estero Ticha del que se extraerá el recurso hídrico para la operación de la Granja.
Azolve de venas y esteros en todos los municipios de la zona.	Las cantidades de extracción del recurso hídrico no son significativas con relación al flujo que contiene el Arroyo Estero Ticha aledaño al terreno y la cantidad a requerir para la operación del presente es de 687,257.3 m ³ por cultivo ya incluyendo los recambios mensuales del 12% (3 estanques que solo serán cargados una vez al año), por lo tanto no generará un azolve en el cuerpo de agua, ni una sobre carga en el consumo de este recurso, ya que una vez pasado por el proceso de depuración en la laguna de oxidación se reincorporará el mismo sistema hidrológico.

Como se puede observar, estos ríos siguen un mismo patrón en su régimen de caudales. El periodo de aguas altas comienza en el mes de junio y alcanza su máximo en el mes de agosto. A partir de este mes comienza un rápido descenso hasta el mes de noviembre o diciembre. Desde estos meses hasta abril, el arroyo va reduciendo su caudal hasta alcanzar los mínimos anuales en el mes de mayo. No obstante, es interesante señalar que el arroyo no se seca de forma natural, con un caudal superior a un metro cúbico por segundo, y probablemente caudales mínimos bastante superiores.

Respecto a lo anterior y a las actividades de operación del proyecto, el ciclo de cultivo se encuentra directamente relacionado con esta característica ya que, a partir del mes de noviembre, no se realizará extracción del recurso hídrico más que para los puros recambios por evaporación (esto debido al grado tan alto de evaporación de la

zona, sin estos recambios los estanques podrían llegar a quedarse con poco volumen, y esto propiciando un mal desarrollo de la Tilapia) y se vaciará el estanque de manera paulatina a la laguna de oxidación para que una vez realizado el proceso natural de depuración y separación de sólidos, se llevará a cabo el desagüe a al arroyo/canal Estero Ticha.

Subprograma de Manejo

Componente de actividades productivas alternativas y tradicionales

Objetivos específicos

- Contar con diversas alternativas de producción para las y los pobladores de la región, que permitan disminuir la presión sobre los recursos naturales y que a la vez generen recursos económicos que eleven la calidad de vida de la población local.
- Fomentar la participación social de las comunidades para la protección de los recursos naturales, mediante su uso tradicional bajo un esquema de aprovechamiento racional y sustentable.

Metas y resultados esperados

- Fomentar la diversificación de las oportunidades económicas para los usuarios (as) mediante la difusión de actividades económicas sustentables y estímulos de inversión.
- Promover dos proyectos alternativos y/o tradicionales en las comunidades involucradas con la RBMNN.
- Impulsar la participación de dos comunidades, en la protección y conservación de los recursos naturales.

Vinculación con el proyecto

Al respecto, el proyecto trata de la operación de una Granja de producción de Tilapia, donde la afectación no fue de gran magnitud para que generara una fragmentación en el ecosistema al tratarse de una zona con usos de suelo diversos como lo son Agrícola de riego anual, vegetación secundaria arbustiva de manglar y vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia.

Principalmente, esta granja hará uso del recurso hídrico aledaño al proyecto llamado Estero Ticha, sin embargo, éste no se verá contaminado ya que no se realizarán descargas directas, aun y considerando estas características el promovente, realizará la instalación de una laguna de oxidación, para ser utilizada y tratar el agua antes de verterla al arroyo/canal y evitar la contaminación en el cuerpo de agua y que a su vez el agua obtenida para el llenado de los estanques proviene de la misma laguna creándose un ciclo de entrada y salida en el mismo sistema.

Aunado a lo anterior, se debe considerar que no se generará contaminación al sustrato donde se encuentra el espejo de agua, ya que el alimento a utilizar es de origen vegetal y no se hará uso de fertilizantes u otras sustancias químicas que puedan afectar las condiciones fisicoquímicas presentes. Cabe resaltar que, la mano de obra que se utilizará será contratada específicamente del área, lo que generará fuentes de empleo, así como el insumo de diferentes servicios. Además, el promovente es originario del área.

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 (salitres). 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 camaronicolas que los no afectados por ésta actividad, por lo que es de esperarse lo mismo por el efecto del bordo de la autopista...

Vinculación con el proyecto

La operación y mantenimiento del proyecto, no considera realizar cambios en el patrón hidrológico del Arroyo/canal Estero Ticha, para el presente proyecto no se tiene contemplado la realización de canales de desvío o encauzamiento del cuerpo de agua, de donde será extraído el recurso hídrico. Por lo tanto, la operación del proyecto no ocasionará una discontinuidad de patrones hidrológicos y el agua que ingresa retornará al mismo sitio tratando siempre de que ingrese ya tratada con las condiciones de sanidad óptimas al cuerpo de agua.

Dicho lo anterior, no se realizarán actividades de desvío de algún cauce, es importante mencionar que con anterioridad en el área del proyecto corría un escurrimiento, que tras la construcción del mismo fue afectado, así como por la construcción de la misma vía de comunicación (Calle Independencia) y la granja acuícola en el otro margen de la calle, sin embargo como medida remedial o compensatoria a tal desvío se colocó un canal en la parte Este del proyecto, por donde el escurrimiento (canal/arroyo) ahora pasa y llega a desembocar al cuerpo de agua del cual se tomará el recurso hídrico para el llenado del propio proyecto.

Además, como parte de las medidas de prevención, se tendrá prohibida la caza o el uso de armas de fuego durante las actividades de operación.



Imagen III.1 Cuerpo de agua colindante y localización de cárcamo de entrada

III.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 78 km al sureste, de nombre: Sierra de San Juan de categoría: Reserva de la Biosfera Estatal. (ver Figura III.3)

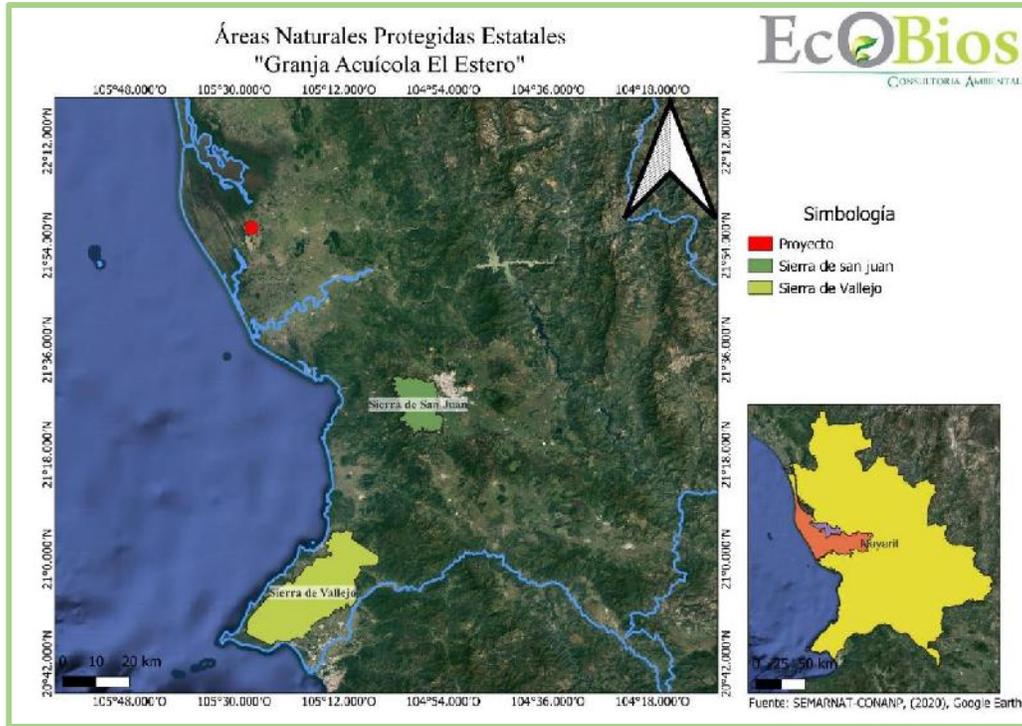


Figura III.3 Ubicación de las áreas naturales protegidas estatales de mayor proximidad al proyecto.

III.2.3 Región hidrológica prioritaria

Región: Numero 22

Nombre: Río Baluarte – Marismas Nacionales

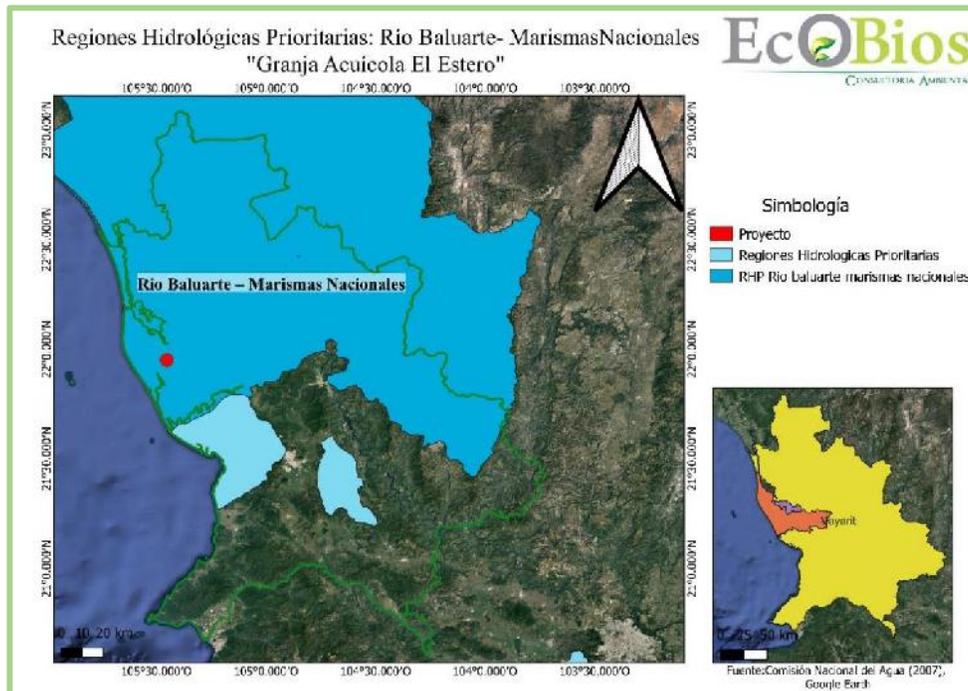


Figura III.4 Ubicación del proyecto respecto a la RHP 22

Tabla III.5. Descripción de las condiciones generales de la Región Hidrológica Prioritaria

Características generales	Descripción
Estado(s):	Nayarit, Sinaloa, Durango, Jalisco y Zacatecas
Polígono:	Latitud: 23°52'48" – 21°24'00" N Longitud: 106°06'00" - 103°44'24" W
Extensión:	36,768.73 km ²
Recursos hídricos principales:	lénticos: presa Aguamilpa, lagunas de Agua Brava, Tecapán, el Caimanero, Mexcaltitán, 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:	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, Valparaíso, Mesa del Conejo, Mesa el Rayo, Mesa La Gloria, Mesa Los Altos de San Pedro, etc.
Edafología:	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. Principales poblados: San Blas, Tepic, Villa Hidalgo, Mezquital, Santiago Ixcuintla, Rosario, Rosamorada, Acaponeta, Tecuala, Ruíz, Quimiquis, Tuxpan, Escuinapa de Hidalgo, Valparaíso, Nayar Actividad económica principal: minería, turismo, pesca, agricultura de humedad, de temporal y de riego, apicultura, acuicultura (<u>camaronicultura principalmente</u> , moluscos, crustáceos y peces) y ganadería
Aspectos económicos:	Recursos mineros (plata, cobre, zinc, estaño y manganeso); empacadora de mariscos y pesquerías de <u>camarón blanco</u> <i>Penaeus vannamei</i> principalmente (<u>cerca de 15 mil tons</u>). Otras especies comerciales de peces son la carpa común <i>Cyprinus carpio</i> , el pargo rojo <i>Lutjanus peru</i> , la lisa cabezona <i>Mugil cephalus</i> , la tilapia azul <i>Oreochromis aureus</i> , los moluscos <i>Crassostrea corteziensis</i> y <i>Megapitaria sp.</i> , los crustáceos <i>Macrobrachium americanum</i> , <i>M. occidentale</i> , <i>M. rosenbergii</i> , <i>M. tenellum</i> y <i>Cambarellus (Cambarellus) montezumae</i> . Nayar es una zona pesquera importante de peces como la mojarra <i>Cichlasoma beani</i> , la carpa común <i>Cyprinus carpio</i> , la tilapia azul <i>Oreochromis aureus</i> y los langostinos <i>Macrobrachium acanthochirus</i> y <i>M. rosenbergii</i> . Como recurso estratégico se tiene a la energía hidroeléctrica y productos agrícolas (beneficiadoras de tabaco e ingenios azucareros).

Características generales	Descripción
Problemática:	<p>- Modificación del entorno: por la infraestructura minera, desforestación con fines agrícolas, <u>construcción de presas y canales, desecación de cuerpos de agua para camaronicultura, desviación de corrientes superficiales y abastecimiento de agua.</u> Deterioro del cauce de los ríos por la presa de Aguamilpa. Construcción de caminos.</p> <p>- Contaminación: por <u>aguas negras</u>, agroquímicos, pesticidas y <u>metales pesados</u>.</p> <p>- Uso de recursos: <u>extracción de agua para agricultura y acuicultura.</u> Especies introducidas: la tilapia azul <i>Oreochromis aureus</i>, la carpa dorada <i>Carassius auratus</i>, la carpa común <i>Cyprinus carpio</i>, el bagre de canal <i>Ictalurus punctatus</i> y el crustáceo <i>Macrobrachium rosenbergii</i>.</p> <p>Violación de vedas. Introducción de ganado caprino. Cacería ilegal e introducción de especies exóticas en los ranchos cinegéticos.</p>
Conservación:	<p>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, <u>no a la desviación de lóticos</u> 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 <u>contaminación por motores ya está afectando la parte baja.</u> 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.</p>

Fuente: <http://www.conabio.gob.mx>

Vinculación con el proyecto

El proyecto en cuestión no implica la desviación de cuerpos lóticos (corrientes superficiales), ya que ya se encuentra impactada y no pretende su expansión, únicamente se realizará la adecuación de un estanque para fungir como una laguna de oxidación y/o sedimentación (sin necesidad de construcción), la cancelación de compuertas de desagüe, y por medio de un sistema de bombeo ya existente con cárcamo se extraerá el agua para el espejo del Arroyo colindante al estanque de crecimiento; por otro lado, cabe resaltar que durante los ciclos de cultivo, habrá recambios de agua únicamente 1 vez por año, se hará uso del recurso hídrico durante 8 horas diarias por 7 días durante 6-7 meses, para estabilizar los niveles de agua que se hayan perdido por la evaporación se hará solo 1 llenado por ciclo de cultivo del 12% del volumen.

Así como tampoco, habrá utilización de agroquímicos que pudieran cambiar las propiedades fisicoquímicas del sustrato.

III.2.4 Región terrestre prioritaria

El proyecto se encuentra dentro una Región Terrestre Prioritaria: Marismas Nacionales, como se observa en la siguiente figura.

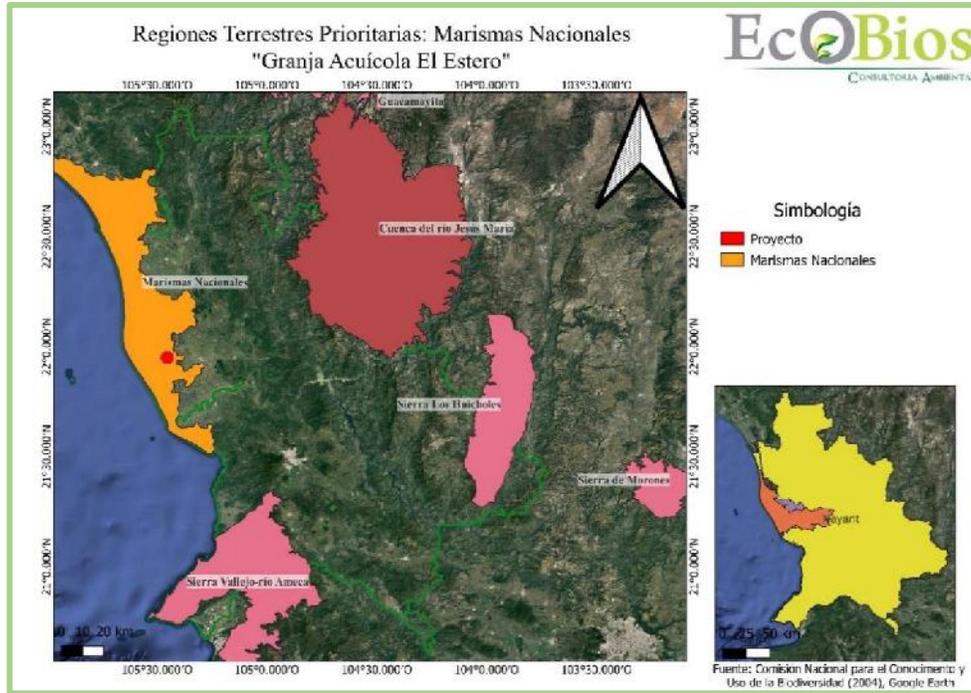


Figura III.5 Ubicación de las Regiones Terrestres Prioritarias de mayor proximidad al proyecto

III.2.5 Región marina prioritaria

Nombre: Marismas Nacionales

No. región: 21

Provincia: Golfo de California

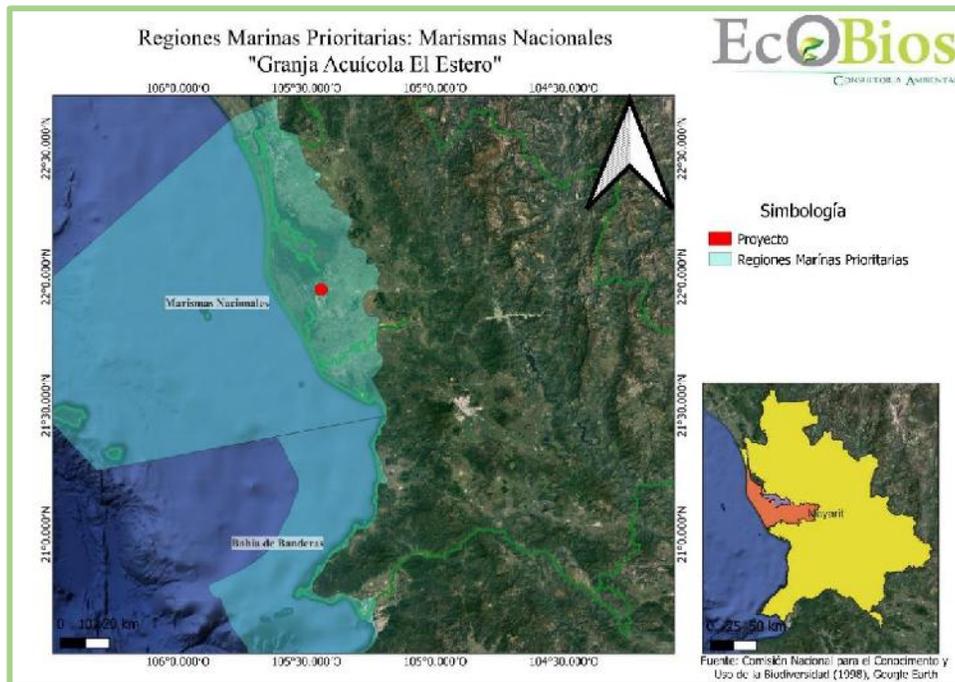


Figura III.6 Localización del proyecto respecto de la RMP

Tabla III.1 Descripción general de Región Marina Prioritaria

Características generales	Descripción
Estado(s):	Sinaloa - Nayarit
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 (<i>Portunus xantusii</i>) y de anidación de aves.
Aspectos económicos:	Poca pesca, tipo cooperativas y artesanal de crustáceos (Portunidae). Sin turismo.
Problemática:	<ul style="list-style-type: none"> - Modificación del entorno: perturbación a distancia por <u>alteración de cuencas</u> (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 <u>acuícolas desordenadas</u>. - Contaminación: <u>descarga de contaminantes</u> (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.

Fuente: <http://www.conabio.gob.mx>

Vinculación con el proyecto

El presente proyecto no implica la modificación o desvío del cauce del cuerpo de agua del que será extraído el recurso hídrico (Canal/Arroyo Estero Ticha), para la operación del proyecto, mismo que solo será extraído 1 vez para el llenado de los estanques durante dos semanas y debido a la alta evaporación de la zona se consideran la realización de recambios de agua mensuales del 12% del total del agua de los estanques de crecimiento por ciclo, utilizando así una menor cantidad de agua para únicamente para nivelar la cantidad de agua que se evapore durante la operación.

III.2.6 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS).

El proyecto se localiza dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) "Marismas Nacionales"

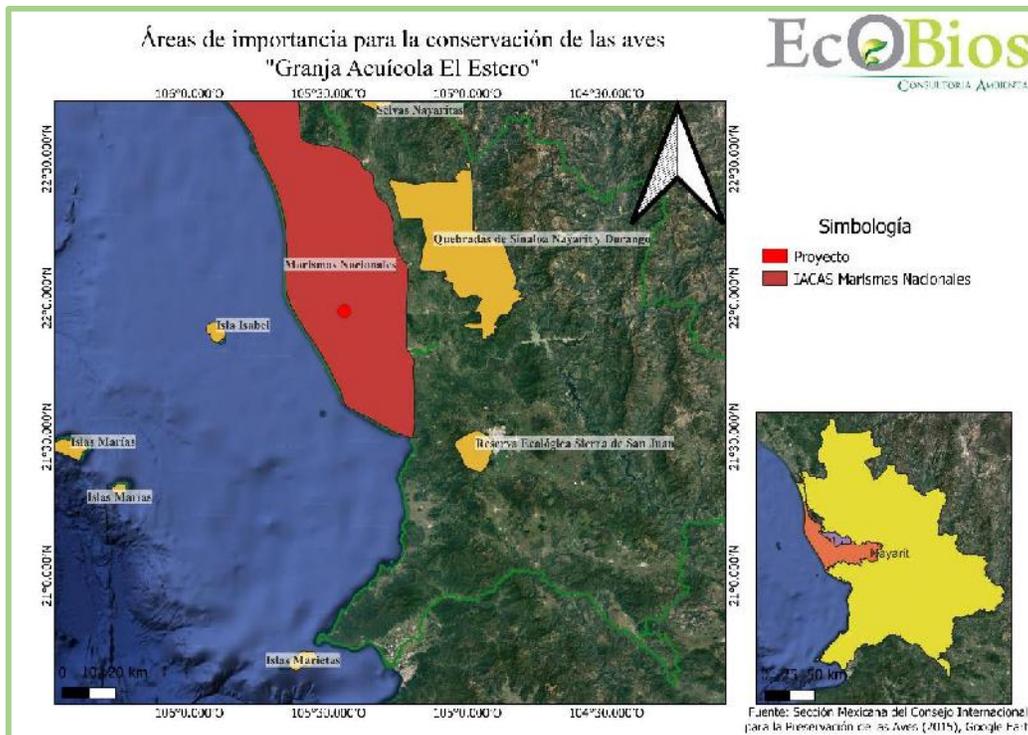


Figura III.7 Ubicación del proyecto respecto de AICA (Marismas Nacionales)

Esta zona es considerada AICA debido a su importancia como zona de descanso y alimentación de cerca de 70,000 a 104,000 aves acuáticas (principalmente anátidos y ardéidos), tanto residentes como principalmente migratorias (*Coro-Arizmendi, M. del y L. Márquez-Valdelamar, 2000*). 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 Aaponeta 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.

Los principales tipos de vegetación son: Manglar, Matorrales de mangle, vegetación halófila rastrera (*Salicornia* y *Batis*), selva baja perennifolia, palma de aceite y selva baja caducifolia.

Con las actividades de operación y mantenimiento del presente proyecto las aves no resultarán afectadas y podrán continuar con sus actividades. A través del recorrido en campo esto se pudo corroborar, ya que se observa interacción del área con las aves. Otro punto importante, es que, como medida de compensación por el uso del suelo, se realizará la plantación a lo largo de todo el bordo y en una zona aledaña al mismo de Mangle Blanco

(*Laguncularia racemosa*) y Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) especies endémicas de la región, que fungirán como franjas naturales para la creación de nuevos hábitats, lugares de anidación, alimentación, entre otras, y ayudará a amortiguar los efectos devastadores de los huracanes, así como capturar bióxido de carbono y fijar nitrógeno en el suelo.



Imagen III.2 Presencia de flora en el área de estudio

III.3 Normas Oficiales Mexicanas

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. Última modificación DOF, 11 de marzo de 2022.	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 el estanque de crecimiento, estas serán tratadas en la laguna de oxidación propuesta; además una vez al mes se realizará el análisis del agua, donde se realizará el muestreo en la compuerta de salida de la laguna de

Norma Oficial Mexicana	Especificaciones	Vinculación con el proyecto
		<p>oxidación, para comprobar la calidad del agua 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.</p> <p>Por la presencia de la laguna de oxidación se considera que el agua tratada no rebasará los límites establecidos en la presente norma.</p>
NOM-004-SEMARNAT-2002	<p>Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.</p>	<p>Al momento que la laguna de sedimentación - oxidación sea utilizado, se realizará el análisis correspondiente para verificar que sus condiciones no sobrepasen los límites máximos permisibles que la NOM establece.</p> <p>Respecto de los lodos de la laguna de sedimentación - 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.</p>
NOM-022-SEMARNAT-2003	<p>Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.</p>	<p>De acuerdo al Uso de Suelo Serie VII del INEGI el área del presente proyecto está conformada por Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar; cercano al proyecto motivo por el cual le es aplicable la presente norma.</p>
NOM-041-SEMARNAT-2015	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</p>	<p>Se realizará la verificación periódica de los vehículos propios para la operación de la Granja, para que no excedan los LMP, establecidos en esta NOM.</p>
NOM-059-SEMARNAT-2010	<p>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.</p>	<p>En las cercanías del proyecto y sus colindancias fueron encontradas especies protegidas por esta NOM al ser una zona con un uso de suelo de Vegetación secundaria arbustiva de manglar, así que en algunos sitios fueron avistados manchones de mangle (2-4 especímenes repartidos). Sin embargo, como medida precautoria y remedial se llevará a cabo la plantación de Mangle rojo y Mangle blanco en las cercanías del proyecto, en las</p>

Norma Oficial Mexicana	Especificaciones	Vinculación con el proyecto
		márgenes de la Laguna Grande de Mexcaltitán, teniendo una superficie de reforestación de 18.5 ha). Durante el recorrido en campo no se observó fauna enlistada en la presente norma, pero de igual manera, no se construirán barreras físicas que impidan la interacción de la fauna con la granja, así como también estará prohibida la caza.
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.	Se realizará la verificación periódica de los vehículos propios para la operación del proyecto, para que no excedan los LMP, establecidos en esta NOM.

En relación a la NOM-022-SEMARNAT-2003, se llevará a cabo un análisis puntual del cumplimiento de las mismas respecto del proyecto, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III.6 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.	De acuerdo al Uso de Suelo Serie VII del INEGI el área del presente proyecto está conformada por Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar; cercano al proyecto motivo por el cual le es aplicable la presente norma.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El presente proyecto se encuentra dentro de un humedal, ya que como se mencionó anteriormente, existen especímenes de mangle, pero colindantes al proyecto.
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 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	No se realizarán descargas al cuerpo de agua colindante. Se habilitará uno de los estanques para fungir como una Laguna de Oxidación.

<p>tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.</p>	
<p>4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.</p>	<p>El agua necesaria para la operación procede del Estero Ticha, se realizarán recargas mensuales del 12% para mitigar la evaporación, sin embargo, se habilitará uno de los estanques para fungir como Laguna de Oxidación, por lo que el agua utilizada para los estanques regresará progresivamente al flujo del estero, y mitigando los desbalances hidrológicos. El volumen medio anual de la cuenca es de 1,092,010.691 m³, el volumen comprometido para el llenado de los estanques es de 687,257.3 m³, así mismo se dejará un Volumen Ecológico de 218,402.138 m³, teniendo una disponibilidad media anual de 186,351.25 m³, por lo tanto, la disponibilidad de la cuenca no se verá comprometida.</p>
<p>4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuicola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aleadaña 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"</p>	<p>Los individuos de mangle se encuentran colindante al proyecto, a menos de 100 metros, pero fuera de los límites del proyecto, se hará uso de lo establecido en el numeral 4.43 de la misma.</p>
<p>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.</p>	<p>El presente numeral no aplica al proyecto ya que el polígono donde se llevará a cabo no se encuentra dentro del humedal.</p>
<p>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.</p>	<p>Para la construcción del proyecto, se respetarán en todo momento los individuos de mangle cercanos al área del proyecto, para evitar algún tipo de afectación a éstos durante las actividades a realizar.</p>
<p>4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.</p>	<p>En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se generarán residuos sólidos urbanos (basura); por lo que se usarán botes con tapadera rotulados (orgánico e inorgánico) para la separación de los mismos que estarán distribuidos de manera estratégica dentro de las áreas del proyecto, los RSU serán recolectados y separados según sus características. El sitio cuenta con servicio de recolección de basura por parte del</p>

	municipio. La disposición final es el relleno sanitario singayta.
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 manglar. Siendo ésta una plantación de Mangle Rojo y Botoncillo en un área de 530 m ² , cercano al polígono del proyecto, donde existe menor densidad de plantas o claros de vegetación. Ver medida de compensación en capítulo VI.

III.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Principalmente para el proyecto en materia de normatividad ambiental, le es aplicable la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, específicamente en su artículo 28, fracciones X, XI y XII, las cuales señalan:

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, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

Vinculación con el proyecto:

Directamente al proyecto le aplica la fracción anterior al encontrarse situado a un costado del Estero Ticha y dentro de las inmediaciones de Marismas Nacionales. Sin embargo, se señala debido a que tiene incidencia indirecta sobre un cuerpo de agua colindante al llevar a cabo el aprovechamiento del recurso hídrico del Arroyo Estero Ticha perteneciente a dicho ecosistema, así como la descarga de sus aguas tratadas.

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

Vinculación con el proyecto:

El proyecto se encuentra dentro del área natural protegida en su totalidad en su área de amortiguamiento, está conformado por 3 usos de suelo distintos, los cuales son; Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y Vegetación Secundaria arbustiva de Manglar según la serie VII del INEGI.

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 con el proyecto:

Se trata de una actividad Acuícola que pudiera, en caso de no atender las medidas preventivas y de mitigación, causar algún tipo de daño al ecosistema, sin embargo, este se encuentra diseñado de manera que su operación resulte sustentable.

III.4.1 Reglamentos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. (Publicado en el D.O.F. de fecha 30 de mayo de 2002), establece en el artículo 5 incisos, R) fracciones I y II, S) y U) fracciones I y III, quienes pretendan llevar a cabo actividades granjas acuícolas en áreas naturales protegidas, abarcando zonas federales o cuerpos de agua nacionales requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental. Dicho lo anterior se realiza el presente estudio para dar cumplimiento a lo establecido.

Artículo 5° de su Reglamento en Materia de Evaluación del impacto ambiental:

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

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

Vinculación con el proyecto:

Respecto de esta fracción se considera su aplicación debido a que el proyecto se encuentra en una zona lagunar y se utilizarán aguas superficiales de un cuerpo de agua llamado Arroyo/canal Ticha. Sin embargo, dentro del cuerpo de agua que comprende el proyecto no se llevarán a cabo obra civil ni actividades comerciales como tal, la actividad comercial la comprende el proyecto, utilizando el cuerpo de agua como parte de los insumos para su desarrollo.

S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:

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;

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 trata de una actividad acuícola en estanques con la siembra de una especie exótica como lo es la Tilapia.

III.5 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido (Publicado en el D.O.F. de fecha 6 de diciembre de 1982)

En artículo 29 se indica que, 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:

Peso bruto 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.

En caso de ser necesario, los valores anteriores serán medidos a 15 m de distancia de la fuente por el método dinámica de conformidad con la norma correspondiente.

Artículo 3, fracción IX

..." Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales; ...

Vinculación con el proyecto:

El proyecto ya generó alteración en el ecosistema, ya que la remoción de vegetación se realizó de manera puntual en el área perturbada por diferentes actividades, no es posible definir las especies vegetales que fueron afectadas, tampoco a los recursos naturales, ya que el sitio no contiene materia de comunidades forestales que podrá resultar afectada; por el contrario, el proyecto incrementará las condiciones de desarrollo de los pobladores, tanto de manera económica como de salud.

Aunado a lo anterior, durante la operación, únicamente se estará generando ruido cuando el sistema de bombeo se encuentre en funcionamiento, por ello, el sistema de escape de los motores que impulsan las bombas, será modificado con los silenciadores necesarios para producir el mínimo sonido posible.

Además, no se permitirá el uso de altavoces o sistemas de sonido, que puedan alterar la tranquilidad de las especies.

Cabe resaltar que en el sitio no habrá construcción de barreras físicas que puedan obstaculizar la interacción de la fauna con los espejos de agua de la Granja.

Sin embargo, la resiliencia del ecosistema permite que esos impactos sean reversibles.

III.6 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su reglamento

Lineamiento	Vinculación
<p><i>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.</i></p>	<p>Durante las actividades de preparación del sitio, operación y mantenimiento, 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.</p>
<p><i>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; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</i></p>	<p>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.</p>
<p><i>Artículo 27 Bis. No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.</i></p>	<p>Al respecto, el proyecto trabajará con la especie introducida Tilapia (<i>Oreochromis aureus</i>), serán extremadamente cuidadas las compuertas, colocando "Malla Sombra" para retener la posible salida del espécimen.</p>
<p><i>Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p>	<p>No habrá afectación a ningún individuo, por lo que, para las actividades del proyecto estarán condicionadas a lo que se estipule en el Capítulo VI del presente documento.</p> <p>Durante la operación y mantenimiento del proyecto se permitirá la libre interacción de la fauna con el espejo de agua del proyecto, considerando que no habrá utilización de agroquímicos o fertilizantes que puedan ser ingeridos por los individuos, no existe peligro de envenenamiento.</p> <p>Para la operación de la Granja de Tilapia (<i>Oreochromis aureus</i>). Se considera la implementación de filtros de "Malla Sombra" como filtro en cada uno de las compuertas por donde pasa el agua, como lo son; la boca de succión de la tubería, en el extremo de salida del sistema de bombeo y en cada compuerta.</p> <p>Para el presente se encontraron las siguientes especies consideradas con algún estatus en la NOM dentro del Sistema Ambiental:</p>

Lineamiento	Vinculación																																																														
<p>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.</p>	<table border="1" data-bbox="787 241 1396 451"> <thead> <tr> <th colspan="2">Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT -2010</th> </tr> <tr> <th>Especie</th> <th>Estatus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Avicennia germinans</i></td> <td>Amenazada</td> </tr> <tr> <td><i>Conocarpus erectus</i></td> <td>Amenazada</td> </tr> <tr> <td><i>Laguncularia racemosa</i></td> <td>Amenazada</td> </tr> <tr> <td><i>Rhizophora mangle</i></td> <td>Amenazada</td> </tr> </tbody> </table> <p>Especies de Mangle</p> <table border="1" data-bbox="787 525 1396 661"> <thead> <tr> <th colspan="2">Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT -2010</th> </tr> <tr> <th>Especie</th> <th>Estatus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Rhizophora mangle</i></td> <td>Amenazada</td> </tr> <tr> <td><i>Laguncularia racemosa</i></td> <td>Amenazada</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="787 703 1396 1354"> <thead> <tr> <th>Nombre científico</th> <th>Nombre común</th> <th>Estatus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Imantodes gemmistratus</i></td> <td>Culebra cordelilla</td> <td>Pr</td> </tr> <tr> <td><i>Ctenosaura pectinata</i></td> <td>Garrobo</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td><i>Aspidoscelis lineattissimus</i></td> <td>Cuije cola azul</td> <td>Pr</td> </tr> <tr> <td><i>Mycteria americana</i></td> <td>Cigüeña americana</td> <td>Pr</td> </tr> <tr> <td><i>Egretta rufescens</i></td> <td>garza rojiza</td> <td>Pr</td> </tr> <tr> <td><i>Eupsittula canicularis</i></td> <td>Perico Frente Naranja</td> <td>Pr</td> </tr> <tr> <td><i>Crocodylus acutus</i></td> <td>Cocodrilo</td> <td>Pr</td> </tr> <tr> <td><i>Caiman crocodillos</i></td> <td>Caimán</td> <td>Pr</td> </tr> <tr> <td><i>Aratinga Canicularis</i></td> <td>Perico atolero</td> <td>Pr</td> </tr> <tr> <td><i>Tilmatura dupontii</i></td> <td>Chupaflor</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td><i>Picoides Stricklandi</i></td> <td>Carpintero</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td><i>Leopardus pardalis</i></td> <td>Ocelote</td> <td>Pr</td> </tr> <tr> <td><i>Panthera onca</i></td> <td>Jaguar</td> <td>Pr</td> </tr> </tbody> </table> <p>Sin embargo en el SA sobre el cual se desarrollará el proyecto solo se encontraron dos especie amenazada que son Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) y Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>).</p>	Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT -2010		Especie	Estatus	<i>Avicennia germinans</i>	Amenazada	<i>Conocarpus erectus</i>	Amenazada	<i>Laguncularia racemosa</i>	Amenazada	<i>Rhizophora mangle</i>	Amenazada	Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT -2010		Especie	Estatus	<i>Rhizophora mangle</i>	Amenazada	<i>Laguncularia racemosa</i>	Amenazada	Nombre científico	Nombre común	Estatus	<i>Imantodes gemmistratus</i>	Culebra cordelilla	Pr	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Garrobo	A	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Cuije cola azul	Pr	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr	<i>Egretta rufescens</i>	garza rojiza	Pr	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	Pr	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo	Pr	<i>Caiman crocodillos</i>	Caimán	Pr	<i>Aratinga Canicularis</i>	Perico atolero	Pr	<i>Tilmatura dupontii</i>	Chupaflor	A	<i>Picoides Stricklandi</i>	Carpintero	A	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	Pr	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Pr
Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT -2010																																																															
Especie	Estatus																																																														
<i>Avicennia germinans</i>	Amenazada																																																														
<i>Conocarpus erectus</i>	Amenazada																																																														
<i>Laguncularia racemosa</i>	Amenazada																																																														
<i>Rhizophora mangle</i>	Amenazada																																																														
Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT -2010																																																															
Especie	Estatus																																																														
<i>Rhizophora mangle</i>	Amenazada																																																														
<i>Laguncularia racemosa</i>	Amenazada																																																														
Nombre científico	Nombre común	Estatus																																																													
<i>Imantodes gemmistratus</i>	Culebra cordelilla	Pr																																																													
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Garrobo	A																																																													
<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Cuije cola azul	Pr																																																													
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr																																																													
<i>Egretta rufescens</i>	garza rojiza	Pr																																																													
<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	Pr																																																													
<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo	Pr																																																													
<i>Caiman crocodillos</i>	Caimán	Pr																																																													
<i>Aratinga Canicularis</i>	Perico atolero	Pr																																																													
<i>Tilmatura dupontii</i>	Chupaflor	A																																																													
<i>Picoides Stricklandi</i>	Carpintero	A																																																													
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	Pr																																																													
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Pr																																																													
<p>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</p>	<p>Las actividades de limpieza y deshierbé, no afectarán ningún individuo propio, aunado a que, de acuerdo con el INEGI, serie VII, el uso de suelo, en el área es considerado como Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar; asimismo, no se realizarán obras de desvío, relleno o encauzamiento del flujo hidrológico del cuerpo de agua cercano, por lo que habrá afectación a la integralidad del ecosistema y su zona de influencia.</p>																																																														

Lineamiento	Vinculación
<i>que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.</i>	Cabe resaltar, que el uso de éste no repercutirá en las condiciones de flujo o niveles de aguas abajo, ya el agua utilizada será devuelta a la misma microcuenca donde fue obtenida. Asimismo, no se generarán impactos negativos sobre el ecosistema y su biodiversidad, ya que las actividades serán realizadas dentro del área de estudio y el 100% de las aguas residuales serán tratadas mediante el método de sedimentación, en la laguna de oxidación.
<i>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</i>	Al respecto, el promovente considera de prioridad el cuidado de las especies que interactúan en la zona, por lo que mantendrá una estricta vigilancia para evitar el maltrato, caza o recolección de cualquier individuo avistado en el área. Asimismo, aplicará las medidas de prevención estipuladas en el Capítulo VI del presente documento.
<i>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.</i>	El promovente tiene conocimiento del presente.

III.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento

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 adecuado y propiciando el desarrollo sustentable a través de la prevención, de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Durante el desarrollo del proyecto, en las diferentes etapas se generan diversos residuos y para dar cumplimiento a la presente ley se dará manejo conforme a la normatividad ambiental al respecto.

Vinculación del presente proyecto con la LGPGIR

LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
<p>Artículo 5. Para los efectos de esta Ley se entiende por:</p> <p>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.</p>	<p>De acuerdo a las cantidades de Residuos que generará el proyecto, este se encuentra dentro de esta clasificación.</p>
<p>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.</p>	<p>El presente proyecto contempla que todo Residuo que se genere en las actividades de operación y mantenimiento del mismo, será clasificado de acuerdo a lo manifestado.</p>
<p>Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.</p>	<p>El proyecto no contempla la generación de residuos peligrosos, CRETIB o de manejo especial, ya que no habrá utilización de fertilizantes u otros componentes químicos durante la operación del proyecto.</p> <p>Salvo de así requerirse en relación a los lodos que se pudieran generar en la operación de la laguna de sedimentación, mismos que será correctamente puestos a disposición previo a un análisis de laboratorio.</p> <p>El mantenimiento vehicular y del equipo de bombeo será realizado en lugares autorizados por la Autoridad correspondiente para evitar la generación de residuos de aceite o lubricantes.</p>

III.8 Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
<p>Artículo 14 Bis Los principios que sustentan la política hidrica nacional son:</p> <p>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;</p> <p>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;</p>	<p>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.</p> <p>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 retornará al mismo sistema ya tratada el agua.</p> <p>XVI. El promovente tiene conocimiento al respecto.</p>

Artículo	Vinculación
<p>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;</p> <p>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;</p> <p>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;</p>	
<p>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...</p>	<p>El promovente tiene conocimiento del presente.</p>
<p>Artículo 29. Los concesionarios tendrán las siguientes obligaciones, en adición a las demás asentadas en el presente Título:</p> <p>I - XVII...</p>	<p>El promovente tiene conocimiento del presente.</p>
<p>Artículo 29 BIS. Además de lo previsto en el Artículo anterior, los asignatarios tendrán las siguientes obligaciones:</p> <p>I-III...</p>	<p>El promovente no realizará descargas directas al cuerpo de agua en cuestión.</p>
<p>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:</p> <p>I-V...</p>	<p>El promovente tiene conocimiento del presente.</p>
<p>Artículo 29 BIS 3. La concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales sólo podrá extinguirse por:</p> <p>I-IX...</p>	<p>El promovente tiene conocimiento del presente.</p>
<p>Artículo 29 BIS 4. La concesión, asignación o permiso de descarga podrán revocarse en los siguientes casos:</p>	<p>El promovente tiene conocimiento del presente.</p>

Artículo	Vinculación
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.	El promovente tiene conocimiento del presente; sin embargo, no se contempla la realización de descargas directas de lodos ni basura al cuerpo de agua cercano.

III.9 Reglamento de la LAN

Artículo	Vinculación
<i>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".</i>	El promovente tiene conocimiento del presente.
<i>74.- Se entenderá por zona reglamentada, aquella 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.</i> 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
<i>134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o</i>	El presente proyecto contempla la adecuación de un estanque para fungir como una laguna de oxidación (sin

Artículo	Vinculación
<i>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.</i>	construcción), el cual tratará el 100% de las aguas residuales que se generen, para después, ser drenada al canal/arroyo estero Ticha y posteriormente al mismo estero Ticha. La extracción será a través de un sistema de bombeo.
<i>148.- Los lodos producto del tratamiento de las aguas residuales, deberán estabilizarse en los términos de las disposiciones legales y reglamentarias de la 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.</i>	En el caso del agua residual tratada por la laguna de oxidación, se mantendrá un estricto control referente a los LMP 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, mismo que aquel que no sea ingerido, se biodegradará.
<i>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.</i>	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 el método de sedimentación – oxidación.

III.10 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

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

Artículo 39. En la determinación de las medidas de reparación y compensación ambiental se considerará:

Fracción	Vinculación
<i>I. El criterio de equivalencia recurso-recurso o servicio-servicio;</i>	El criterio de equivalencia es tomado en cuenta estableciendo una superficie equivalente o equiparable a la de la superficie afectada; que si bien el polígono general abarca 185,383.80 m ² el predio se encuentra dentro de una ANP que lleva por nombre Marismas Nacionales, la superficie de obras actuadas por la PROFEPA es de aproximadamente de 17 Ha (solo fue una

	<p>aproximación estimada, aunado a que se llevará a cabo una ampliación por adecuación de bordos), el predio general donde se realizara la plantación tiene un área de 185,653 m² con la posibilidad de otorgar más área de reforestación de ser necesario, con una plantación de 11,603 individuos, 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 como lo es el Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) y Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i>).</p>																								
<p>II. Las acciones que proporcionen recursos naturales o Servicios Ambientales del mismo tipo, calidad y cantidad que los dañados;</p>	<p>Para las actividades de operación y mantenimiento, 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 (<i>Laguncularia racemosa</i>) y Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), cuestión que se considera compensará el daño ocasionado.</p>																								
<p>III. Las mejores tecnologías disponibles;</p>	<p>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.</p>																								
<p>IV. Su viabilidad y permanencia en el tiempo;</p>	<p>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, ésta será dentro del mismo ecosistema del proyecto en la zona conocida como las Yeguas en el Ejido de Unión de Corrientes, aunado a que se les dará un adecuado monitoreo y protección.</p>																								
<p>V. El costo que implica aplicar la medida;</p>	<p>Los costos aproximados serán de:</p> <table border="1" data-bbox="690 1186 1356 1591"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Empleos Generados</th> <th>Días</th> <th>Costo (\$) (sueldo diario)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limpieza de la zona</td> <td>8</td> <td>30</td> <td>\$200.00</td> </tr> <tr> <td>Recolección de Plántulas silvestres</td> <td>5</td> <td>35</td> <td>\$200.00</td> </tr> <tr> <td>Mantenimiento de la producción de mangle</td> <td>3</td> <td>60</td> <td>\$200.00</td> </tr> <tr> <td>Embolsar Plántulas silvestres (60-70 plántula/personas/días)</td> <td>8</td> <td>60</td> <td>\$200.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Total: 215,000.00</td> </tr> </tbody> </table>	Concepto	Empleos Generados	Días	Costo (\$) (sueldo diario)	Limpieza de la zona	8	30	\$200.00	Recolección de Plántulas silvestres	5	35	\$200.00	Mantenimiento de la producción de mangle	3	60	\$200.00	Embolsar Plántulas silvestres (60-70 plántula/personas/días)	8	60	\$200.00	Total: 215,000.00			
Concepto	Empleos Generados	Días	Costo (\$) (sueldo diario)																						
Limpieza de la zona	8	30	\$200.00																						
Recolección de Plántulas silvestres	5	35	\$200.00																						
Mantenimiento de la producción de mangle	3	60	\$200.00																						
Embolsar Plántulas silvestres (60-70 plántula/personas/días)	8	60	\$200.00																						
Total: 215,000.00																									
<p>VI. El efecto en la salud y la seguridad pública;</p>	<p>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 microorganismos y fauna silvestre, entre otros; por lo que se concluye que las acciones presentes en este Programa generarán un efecto más que positivo en la salud y seguridad pública.</p>																								

<p>VII. La probabilidad de éxito de cada medida;</p>	<p>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.</p>
<p>VIII. El grado en que cada medida servirá para prevenir daños futuros y evitar riesgos como consecuencia de su aplicación;</p>	<p>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.</p>
<p>IX. El grado en que cada medida beneficiará al ecosistema dañado;</p>	<p>El ecosistema donde se realizaron las obras, anteriormente no se encontraba fragmentado derivado de diferentes actividades antropogénicas, a excepción del cauce del escurrimiento que fue intervenido por la construcción de la vía de comunicación que tiene por nombre calle Independencia, que es anterior a la construcción y operación del presente proyecto. Aunado a lo anterior, dicha área es considerada como Agricultura de riego anual, Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa y Vegetación secundaria arbustiva de Mangle donde, además, se cuenta con la presencia de diversas granjas acuícolas en sus cercanías, es evidente que se afectó la diversidad de la zona; sin embargo, con la implementación del presente Estudio el beneficio que traerá al ecosistema será mayor, que si se hubiesen dejado el predio en las condiciones anteriores a la construcción. Ya que cada una de los individuos a plantar traerá beneficios ecológicos de gran importancia, como son: Conservación del suelo, control de la erosión, contrarrestar los efectos de los vientos fuertes, recuperación de terrenos degradados, entre otras.</p>
<p>X. El grado en que cada medida tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales de la localidad;</p>	<p>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.</p>
<p>XI. El periodo de tiempo requerido para la recuperación de los ciclos biológicos que fueron afectados por el daño causado al ecosistema;</p>	<p>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).</p>

	<p>Valores promedio (\pm 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.</p> <table border="1" data-bbox="618 310 1425 386"> <thead> <tr> <th>Zona</th> <th>Biomasa (Mg ha⁻¹)</th> <th>Carbono (Mg C ha⁻¹)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sur</td> <td>43.83 \pm 21.39</td> <td>19.73 \pm 9.50</td> </tr> <tr> <td>centro</td> <td>46.60 \pm 77.60</td> <td>20.90 \pm 34.80</td> </tr> <tr> <td>norte</td> <td>361.00 \pm 296.00</td> <td>159.90 \pm 132.60</td> </tr> </tbody> </table> <p>El promedio general de la reserva de carbono en el área en estudio fue de 36.22 \pm 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).</p> <p>La reserva de carbono orgánico en el suelo fue significativamente diferente entre zonas ($F_{2,9} = 9.26$; $p = 0.007$). La zona sur reportó menor secuestro, con 30.02 \pm 5.24 Mg C ha⁻¹ y la del centro la más alta (50.49 \pm 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.</p> <p>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) de 1.08 \pm 0.18 g cm⁻³ y el más bajo en el S7 (zona centro) con 0.33 \pm 0.04 g cm⁻³. Por el contrario, la concentración de Corg resultó mayor en el sitio S7 (zona centro) de 7.92 \pm 0.87 % y menor en el S10 (zona norte) con 1.26 \pm 0.72%.</p>	Zona	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg C ha ⁻¹)	sur	43.83 \pm 21.39	19.73 \pm 9.50	centro	46.60 \pm 77.60	20.90 \pm 34.80	norte	361.00 \pm 296.00	159.90 \pm 132.60
Zona	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg C ha ⁻¹)											
sur	43.83 \pm 21.39	19.73 \pm 9.50											
centro	46.60 \pm 77.60	20.90 \pm 34.80											
norte	361.00 \pm 296.00	159.90 \pm 132.60											
<p>XII. El grado en que cada una de las medidas logra reparar el lugar que ha sufrido el daño ambiental, y</p>	<p>La plantación, compensará los daños que fueron ocasionados por la construcción de las obras, donde además, no hubo remoción de vegetación forestal.</p>												
<p>XIII. La vinculación geográfica con el lugar dañado.</p>	<p>La plantación se localizará dentro del mismo ecosistema del proyecto en la localidad de Unión de Corrientes.</p>												

ÍNDICE

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA	2
IV.1 Inventario Ambiental	2
IV.2 Delimitación de la zona de estudio y sus áreas de influencia directa e indirecta	2
IV.2 .1 Delimitación del área de influencia	7
IV.3 Aspectos abióticos.....	11
IV.3.1 Clima	11
IV.3.2 Fenómenos climatológicos.....	13
IV.3.3 Geología.....	14
IV.3.4 Sismicidad	16
IV.3.5 Fisiografía.....	16
IV.3.7 Hidrología superficial	17
IV.3.8 Edafología.....	22
IV.3.9 Hidrología subterránea	23
IV.4 Aspectos bióticos.....	28
IV.4.1 Vegetación	28
IV.4.2 Fauna	30
IV.4.3 Paisaje	32
IV.5 Medio Socioeconómico	33
IV.5.1 Población	34
IV.5.2 Población económicamente activa	34
IV.5.5 Medios de comunicación	35
IV.5.6 Servicios públicos.....	35
IV.6 Diagnóstico ambiental	36

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

IV.1 Inventario Ambiental

Este apartado menciona la caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral los componentes del sistema ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto. Con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y, de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

IV.2 Delimitación de la zona de estudio y sus áreas de influencia directa e indirecta

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 la zona del proyecto y el área de influencia del mismo, pudiendo conformarse por uno o varios ecosistemas o partes de éstos.

Para identificar el Sistema Ambiental (SA), se consideró su delimitación con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales considerando que los límites fueron establecidos por la continuidad del o los ecosistemas con los que el proyecto tendrá alguna interacción, así como las dimensiones del mismo, distribución de obras y actividades a desarrollar, principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos; además de los factores sociales (poblados cercanos); rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros.

Dicho lo anterior, con la ayuda del software *Google Earth Pro*, en conjunto con datos de la CONABIO y el INEGI, se consideraron los siguientes aspectos para la determinación del SA.

- Dimensiones y ubicación del proyecto
- Microcuenca en la que reside el proyecto
- Elementos hídricos superficiales
- Usos de suelo
- Ecosistema

Como primer plano, se consideró la Microcuenca Palma Grande, ya que es uno de los parámetros que permiten definir espacios geográficos en base a vulnerabilidad ambiental, esto de acuerdo con el estudio de "*La Microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental*"¹, que señala:

El concepto de microcuenca debe ser considerado desde un principio como un ámbito de organización social, económica y operativa, además de la perspectiva territorial e hidrológica tradicionalmente considerada. Asimismo,

¹ Norberto Alatorre Monroy – Centro de Estudios de Geografía Humana

es en la microcuenca donde ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (bienes y servicios producidos en un área), sociales (patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores).

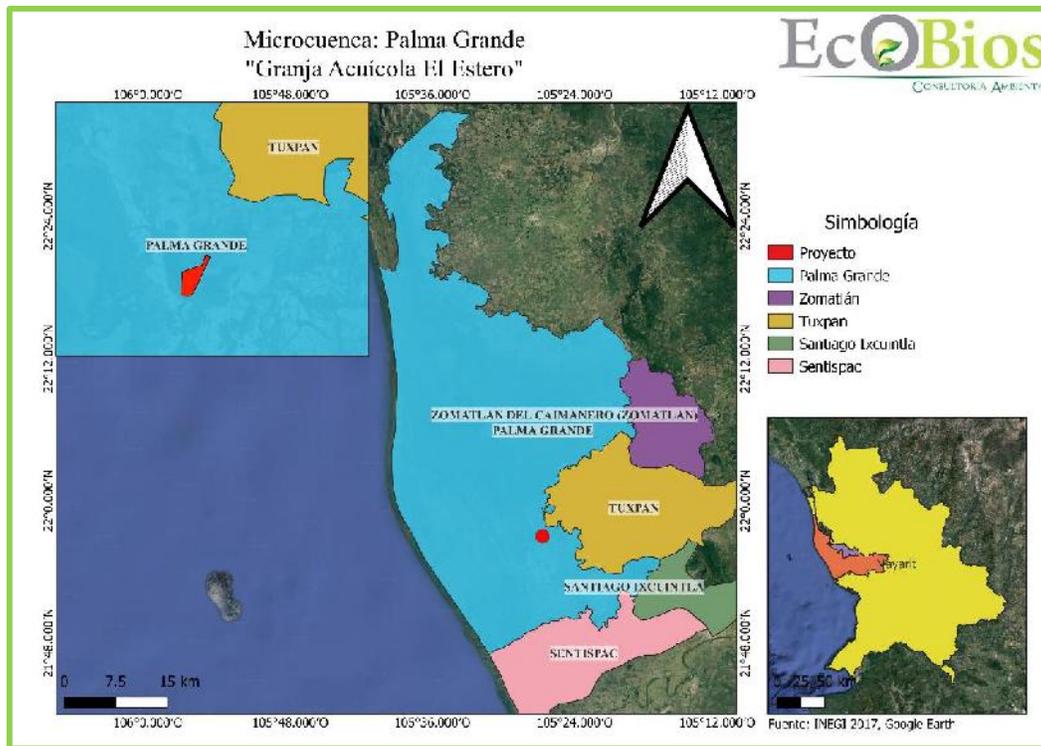


Figura IV. 1 Ubicación del proyecto con respecto a la Microcuenca

La figura anterior denota la importancia de delimitar una superficie menor como Sistema Ambiental para el polígono del proyecto, ya que las actividades a realizar son la rehabilitación, operación y mantenimiento de una granja de tilapia en estacas artificiales no en cuerpos de agua, y haciendo referencia a la superficie que representa la Microcuenca, no resulta factible analizar los impactos ambientales que podría generar el proyecto en esa escala.

En base a lo anterior y considerando que el proyecto es muy puntual por el tipo de actividades a desarrollar en él, por la superficie de ocupación de las obras respecto de la microcuenca, etc. y por los posibles impactos que éste causará sobre el ambiente; partiendo de la delimitación natural de la Laguna Grande de Mexcaltitán, así como los uso del suelo asignados a la zona de estudio (INEGI), se obtuvo la delimitación del Sistema Ambiental (SA) para el proyecto con una superficie aproximada de 879.55 Ha, tal y como se muestra en la siguiente figura:

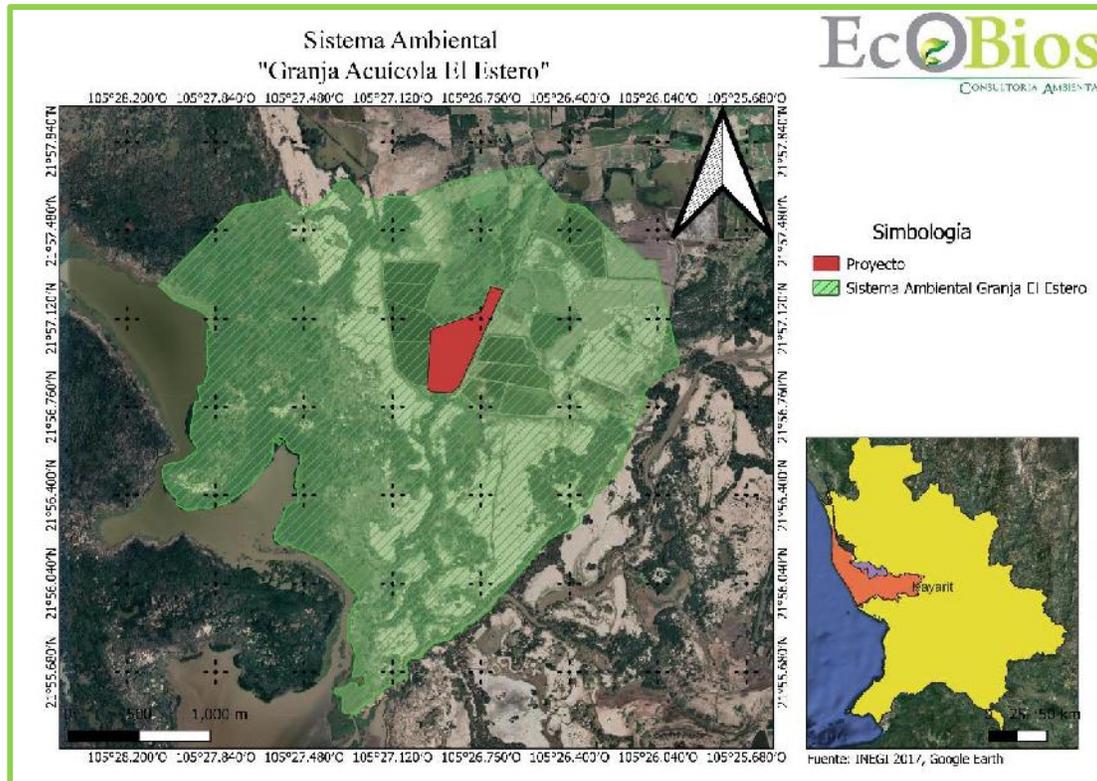


Figura IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto

La delimitación del sistema ambiental se consideró de forma que se represente el establecimiento de los diferentes ecosistemas que se suscitan por las diversas actividades ejecutadas en el entorno del sitio establecido para la granja. El área muestra las áreas inundables y agropecuarias más cercanas al proyecto, donde la topografía natural permitirá ser la fuente de donde el proyecto se abastecerá de recurso de agua en la etapa operativa, así como las áreas aledañas al proyecto que conforman las actividades agropecuarias y acuícolas que definen la capacidad de acogida del proyecto como la unidad de análisis de los componentes ambientales que tendrán relación con el presente proyecto y donde tendrá interacciones.

Se ha definido el Sistema Ambiental del proyecto, el cual comprende un sistema lagunar proveniente de la Laguna Grande de Mexcaltitán, en donde las características físicas se concentran en tipos de uso de suelo consistentes en: Agrícola de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia, Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar y Manglar, un sistema lagunar ocupado principalmente por unidades acuícolas de diferentes índoles.

- I. Acotando el espacio acuático mediante rasgos morfológicos del sistema, a través los cuales es factible delimitar subsistemas que para fines del presente estudio se considera la fracción acuática del SA integrado por todas estas lagunas, esteros y canales distribuidos en el sistema están comunicados entre sí y constituyen esta unidad que albergar la fauna y recursos de los pescadores.
- II. La unidad de vegetación corresponde a zona de vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de manglar y manglar, que esta asociación dentro de la

unidad de lagunas y esteros. Estas unidades forman un ecosistema irremplazable y único, que albergaba una increíble biodiversidad; se ubican en los costados de los esteros, en el perímetro de las lagunas, en algunos casos de forma individual distribuidos por todo el sistema estuarino o formando pequeños islotes.

- III. Otra unidad que se considera es el Estero Ticha que contempla Manglar: integrada por relictos de vegetación secundaria arbustiva de manglar y el propio uso de suelo de manglar, con pequeños manchones en los alrededores del proyecto.
- IV. Finalmente, otro aspecto relevante en el sistema son las granjas acuícolas que se ubican al oeste y este del proyecto, aspecto de gran importancia debido a las características propias que se desarrollan en la misma.

El sistema ambiental identificado para el proyecto se compone de 4 usos de suelo según la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII del INEGI, los cuales son: Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia, Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar y Manglar. (ver Figura IV.3)

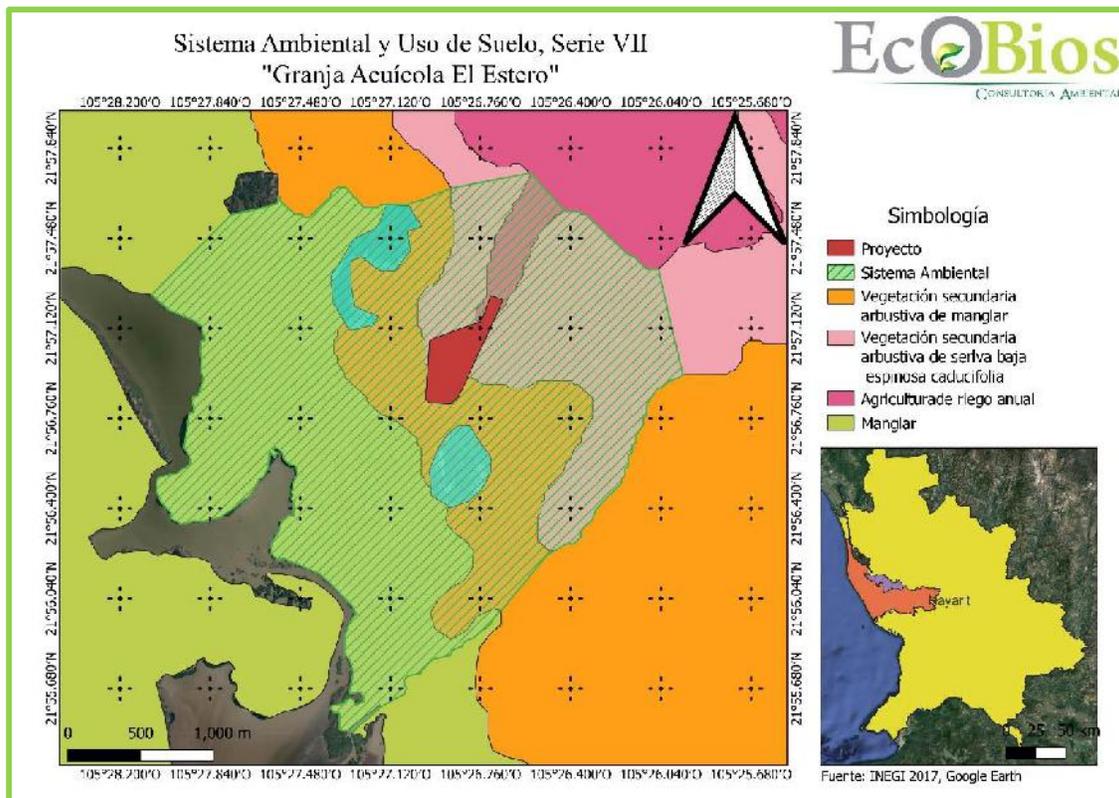


Figura IV. 3 Sistema Ambiental, Uso de suelo y vegetación. Fuente: INEGI

En el caso del Estero Ticha es un importante sitio ya que alberga una de las características relevantes debido a la vegetación que presenta siendo Vegetación secundaria arbustiva de manglar, así como propiamente Manglar y por ultimo otro aspecto identificado en la zona de gran importancia son las granjas acuícolas ubicadas a un costado del sistema.

El municipio en el que se llevó a cabo el proyecto es Tuxpan: se localiza en la región Norte del Estado de Nayarit en las siguientes coordenadas extremas: Latitud Norte del paralelo 21° 52' al 22° 01' y del meridiano 105° 27" al 105° 27" de Longitud Oeste. Limita al norte con el municipio de Rosamorada, al sur con Santiago Ixcuintla, al poniente con éste mismo y al oriente con Ruíz. En particular el sitio del proyecto se ubica en el lado Suroeste de la cabecera municipal, y corresponde al Sistema Lagunar Grande de Mexcaltitán donde se encuentra el Estero Ticha en la localidad de Unión de Corrientes. (ver Figura IV.4):

El proyecto se ubica en la Región Natural de Marismas Nacionales, en la Subregión Hidrológica Río San Pedro, Cuenca Mareal Mexcaltitán-Camichin, Suncuenca Mareal Cordones Mexcaltitán, Sistema Mareal Cordones Sumergidos de Unión de Corrientes y abarca un área de 1,852.762 ha, se ubica en la parte Noroeste del estado de Nayarit.

Las Lagunas y cañadas Mexcaltitán se ubican al NE, S, SO, O y NO de: 1) Cordones Unión de Corrientes, 2) Deltas Lacustres Chalatlilla, 3) Planicie Deltaica del Río San Pedro, 4) Planicie Freática El Tanque, y 5) Estero Camichín, respectivamente, drenando hacia este último estero. Drena los distributarios, lagunas y llanuras palustres intermareales del Frente Deltaico El Fraile, hacia el Estero de Camichín, recibe flujos fluviales estacionales, mareales, y freáticos.

Los Cordones Sumergidos Unión de Corrientes se encuentran Localizados al S de los Deltas Lacustres Chalatlilla, al O de las Lagunas y Cañadas Mexcaltitán, y al NE de Cordones sumergidos Mexcaltitán. Alternan crestas y cañadas bajas inundables de antiguas barreras de playa. Drena cañadas intermareales de antiguas barreras de playa con fuerte influencia de las crecidas del Río San Pedro, comunica las mareas de Boca de Camichín y de Boca de Cuautla.

Los Cordones Sumergidos Mexcaltitán se encuentran localizados al S de los Deltas Lacustres Chalatlilla, al NNE de Cordones Sumergidos San Andrés, y al O de Cordones sumergidos Unión de Corrientes. Alternan crestas y cañadas bajas inundables de antiguas barreras de playa. Drena cañadas intermareales de antiguas barreras de playa muy inundables estacionalmente, comunica parcialmente las mareas de Boca de Camichín y Boca de Cuautla.

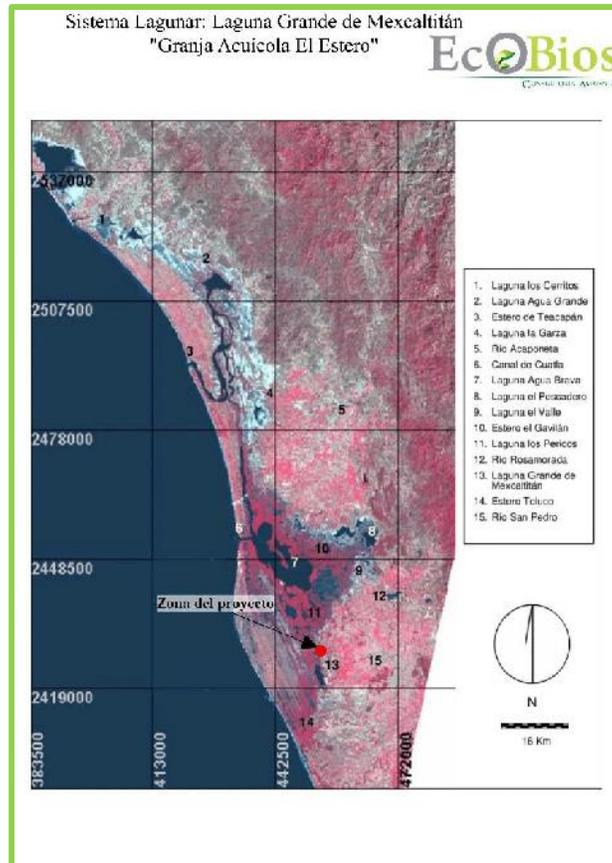


Figura IV.4 Localización de la zona del proyecto, respeto del territorio Municipal

En cuanto a los atributos ambientales naturales de la zona cuenta con una porción terrestre ubicada al Norte la localidad de Unión de Corrientes, siendo un área de uso habitacional y vialidades con vegetación ornamental y frutal, a pesar de encontrarse bien delimitada, hay una relación directa con todas las unidades. Asimismo, el ecosistema ha sido alterado debido a las actividades agrícolas y ganaderas, perdiendo la relación directa en su integridad funcional como un ecosistema.

IV.2 .1 Delimitación del área de influencia

El área de influencia se delimitó considerando los impactos negativos que el proyecto pudiera ocasionar sobre el medio ambiente, esto conlleva a evaluar la interacción del medio ambiente con el proyecto y viceversa, considerando que el proyecto tiene una superficie total de 185,383.80 m², y que se trata de una granja acuícola, donde los principales impactos que se podrán ocasionar sobre la zona serán la generación de aguas residuales provenientes del estanque de crecimiento; sin embargo, éstas estarán canalizadas a la laguna de oxidación para su tratamiento, además no se contempla ni se realizó remoción de vegetación forestal, no se generarán emisiones a la atmósfera por fuentes fijas, los Residuos Sólidos Urbanos que se generen serán manejados en contenedores con tapadera, separados en dos criterios: orgánicos e inorgánicos, mismos que serán recolectados por el promovente, aunado a que la presencia del proyecto no interfiere en algún flujo hidrológico de la zona; además se aplicarán las medidas de mitigación contempladas en el presente estudio (Capítulo VI).

De igual manera para la delimitación del Área de Influencia se realizó mediante el software *Qgis* un análisis Raster en el cual se tomaron los lagos, arroyos y corrientes de agua para determinar el área de afectación sobre la cual podrían influir las aguas residuales provenientes de la laguna de oxidación en los ecosistemas cercanos y su conexión con brazos de agua más grandes que desembocan en la Laguna Grande de Mexcaltitán.

Dicho lo anterior, el impacto que podrá ocasionar sobre la zona será principalmente puntual, ya que, las actividades de operación se realizarán únicamente en la superficie de éste como se explica a detalle en la Tabla IV.1.

Tabla IV.1 Descripción de los impactos principales por componente ambiental que pudiera presentarse en el área del proyecto

Impactos	Superficie de Influencia donde se podrán resentir
SUELO	
Afectación por generación de residuos sólidos urbanos (RSU).	<p><u>Polígono del proyecto:</u> 185,383.80 m².</p> <p><u>Inadecuada disposición de los RSU:</u> Infiltración de lixiviados, quema de estos.</p> <p><u>Hacia el Estero Ticha:</u> Desplazamiento por mala disposición de estos con el viento sobre el estero por los trabajadores:</p> <p><u>Hacia la parte frontal del polígono:</u> Donde se dispondrán los residuos para su recolección en caso de derrame vertimiento de basura que pudiera dispersarse se consideran 20 m.</p>
Erosión ocasionada por la remoción de vegetación para la realización del espejo de agua Desertificación	No habrá remoción de la vegetación ya que actualmente dentro del polígono del Área de Estudio, no se encuentra ningún tipo de vegetación arbórea, por lo cual, es posible la implementación del proyecto.
AGUA (Mantos freáticos y agua superficial)	
Explotación desmedida de recurso agua para efectos de actividades de operación del proyecto.	El recurso hídrico que será aprovechado del Estero Ticha (Arroyo Ticha), colindante al polígono del proyecto, se realizará de manera racional en la medida de lo posible mediante una bomba marca Perkins de 120 HP una vez por año, lo que garantiza que no habrá sobre explotación de dicho recurso por parte del proyecto.
Generación y descarga de Aguas Residuales: Posible contaminación de los mantos freáticos, suelo y subsuelo, así como el agua superficial del estero colindante.	El proceso de descarga de aguas residuales proveniente del estanque de cultivo será descargada a la laguna de oxidación en un volumen que de acuerdo a los cálculos realizados dicho efluente ya tratado tendrá una distancia de esparcimiento de toda la superficie del estero y sus derivaciones.
AIRE (Atmósfera)	
Generación de GEI provenientes del escape de los vehículos automotores que usan diésel o gasolina como combustible.	El uso de la maquinaria requerida para la operación de la laguna de oxidación, así como los vehículos utilizados para la operación de la granja, generarán gases de efecto invernadero; sin embargo, se les dará el mantenimiento adecuado con el propósito de evitar que se rebasen los parámetros establecidos en las NOM's. Es importante resaltar que estas actividades no se realizarán en las inmediaciones del proyecto, sino en lugares especializados y autorizados por la autoridad competente.

Contaminación por emisión de ruido.	No se requerirá el uso de maquinaria para la construcción y el sistema de bombeo que llenará los estanques de agua ya que no se realizará construcción alguna, un estanque del proyecto será utilizado como laguna de oxidación (26,440.4 m ² y con una capacidad de 66,100 m ³), por lo tanto, no se producirá ruido. Es importante mencionar que la granja ya se encuentra construida y por lo tanto no será necesario la construcción de alguna estructura o espacio que involucre el revolvimiento de tierras, más allá del necesario para actividades de mantenimiento dentro de los estanques.
FLORA Y FAUNA	
Ahuyentamiento y afectación.	El polígono del proyecto no es zona de anidación, o resguardo de especies de fauna ni en él se encuentra alguna comunidad de vegetación forestal que pudieran ser afectados de manera significativa por las actividades del proyecto ya que las condiciones naturales del suelo y su biodiversidad han sido modificadas por las diferentes actividades antropogénicas como la agricultura y acuicultura, aunado a que las pocas especies de fauna que pudieran transitar por el predio utilizan la zonas con mayor vegetación dentro del ecosistema del estero colindante, sitios que utilizan para anidación o resguardo. Por lo que el proyecto no ejerce influencia directa sobre estos componentes ambientales.
Superficie promedio de Influencia directa del proyecto en sus diferentes etapas y actividades	Se consideran 248.08 ha como área de influencia total, se considera la cercanía con el Estero Ticha, el mismo que tendrá mayor implicación por su colindancia y su desagüe directo.

Aunado a lo anterior, se observa que el Área de Influencia abarca cuatro usos de suelo Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar y Manglar (Uso de Suelo, Serie VII, INEGI) (ver Figura IV.5), ésta se encuentra cercana a localidades con actividades principalmente agrícolas y acuícolas, que han impactado notoriamente sobre el medio ambiente; por lo que se considera como una zona perturbada.

Las actividades de operación serán únicamente diurnas, y se prevendrá y cuidará la limpieza de la zona; así como el cuidado de las especies que ahí se puedan encontrar. Es importante que se considere el impacto socioeconómico que será positivo, ya que se generan empleos y ganancias económicas por medio de la producción y venta de Tilapia (*Oreochromis aureus*) al mayoreo. Dicho lo anterior, se tomó como área de influencia un área de 248.08 ha, respecto del polígono, como se puede observar en la Figura IV.5.

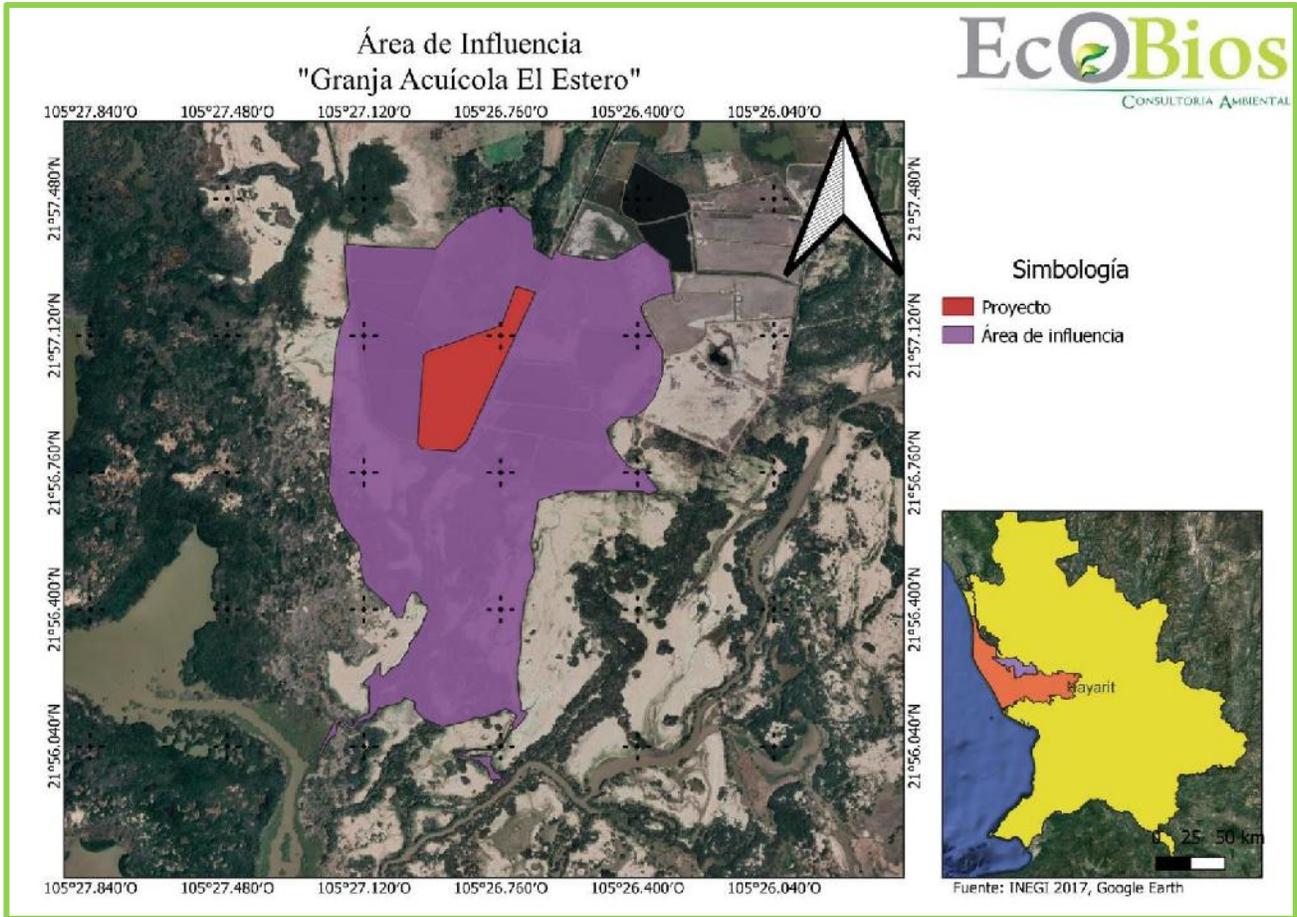


Figura IV.5 Área de Influencia

A continuación, se exponen fotografías del área de influencia del proyecto.





Imagen IV.1 Fotografías del área de influencia

IV.3 Aspectos abióticos

IV.3.1 Clima

El área del proyecto presenta un clima del tipo semicálido subhúmedo, con lluvias en verano, de humedad media Aw1 según el sistema de clasificación climática de Wladimir Köppen modificado y adaptado a las condiciones de la República Mexicana. Carta Estatal de Climas del INEGI, 2006. De acuerdo a los datos recabados el 4.30% del territorio presenta un clima cálido húmedo con lluvias en verano, el 67.19% presentan clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad A (w2) y el 28.51% del territorio municipal cuenta con clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media A (w1); tal como se representa en la Figura IV.5. Así mismo se presentan las normales climatológicas de la estación más cercana al proyecto que corresponde a la estación 18041 Tuxpan, cuya ubicación se muestra en la tabla.

Ubicación de la estación meteorológica, Tuxpan.

<i>Estación:</i>	00018041
<i>Ubicación:</i>	Tuxpan
<i>Latitud</i>	21° 56' 37"N
<i>Longitud:</i>	105°17'58"W

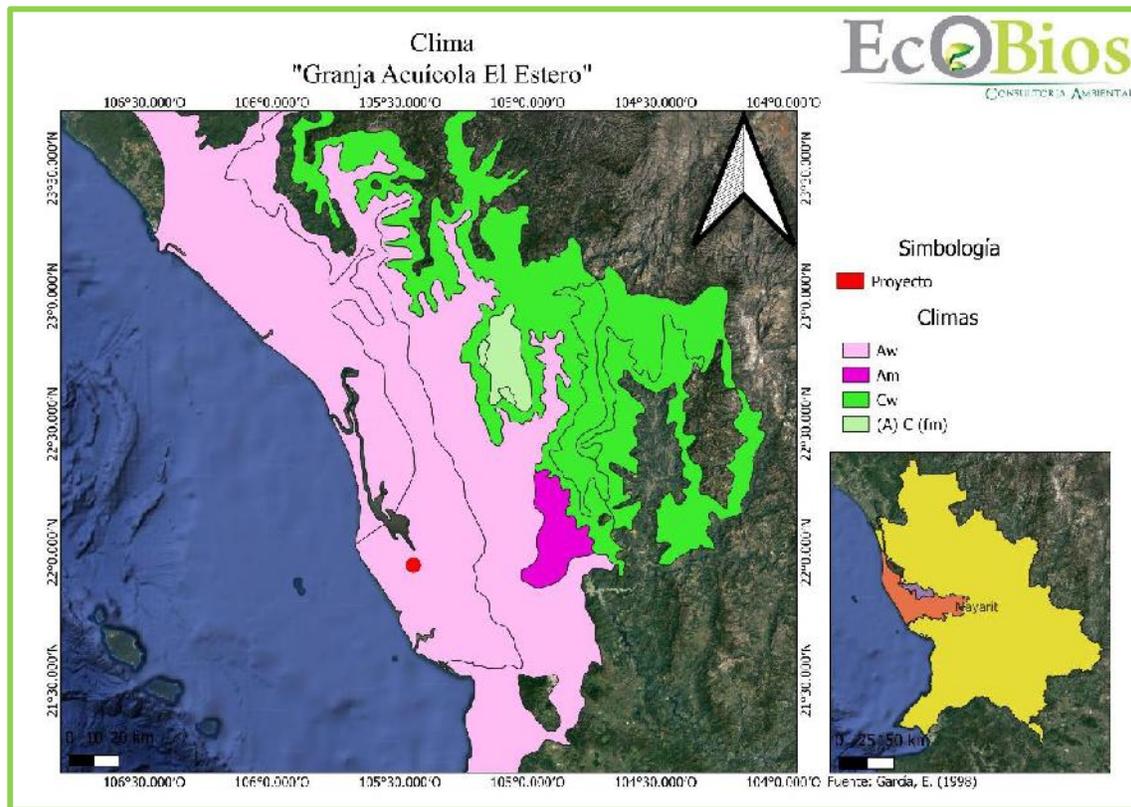


Figura IV.6 Carta climatológica respecto a la zona de estudio. Fuente: INEGI

Precipitación media anual

Dentro del Sistema Ambiental se tienen dos rangos de Precipitación Media Anual misma que presenta en la parte Norte un rango menor de temperaturas (24 a 26°C), referente a la Precipitación también se tiene el menor rango en esta zona, siendo de entre 1,000 a 1,200 mm y en la parte del Sur, donde la temperatura se encuentra entre los 26 a 28°C, la precipitación ronda entre los 1,200 a 1,500 mm.

Climograma

Considerando los resultados expuestos en la Tabla IV.2 y Diagrama IV.1, realizando el cálculo de la evapotranspiración por medio del segundo método de Thornthwaite, se observa que la evapotranspiración en la zona no sobrepasa los 21 cm, por lo que la humedad en el suelo se conserva y resultan siendo tierras fértiles para el cultivo o plantaciones, esto se puede corroborar con la información que nos muestra el Atlas Nacional de Riesgos, donde el riesgo de sequía en el Sistema Ambiental es Muy bajo.

Tabla IV.2 Temperatura, precipitación y evapotranspiración media mensual Estación meteorológica Tuxpan (18041)

Estación Meteorológica Tuxpan (18041)												
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T med (°C)	22.2	22.3	23.2	25.1	27.3	29.0	29.2	28.8	28.7	28.6	26.4	23.4
P med (mm)	13.0	7.1	83.	4.9	1.4	112.6	285.7	336.5	269.3	83.3	12.8	25.6

EV corregida	7.21	7.28	9.44	11.51	15.31	20.10	20.38	20.10	18.24	17.88	11.92	8.35
--------------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------

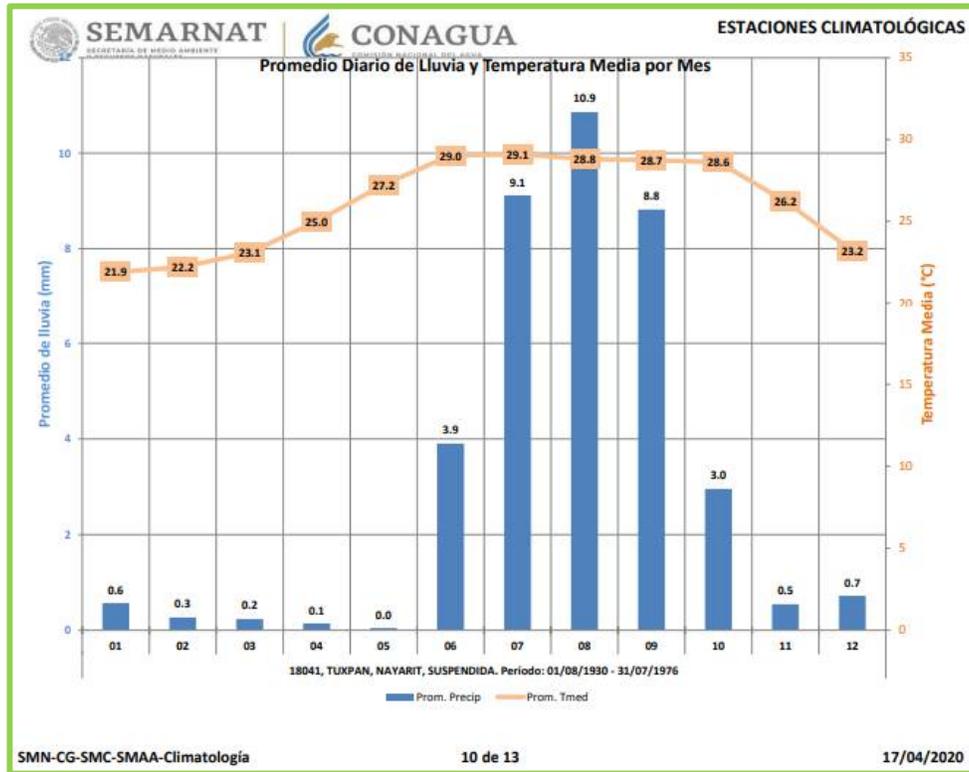


Diagrama IV.1 Climograma Estación Climatográfica Tuxpan

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 la categoría Mediana de Incidencia de Ciclones.

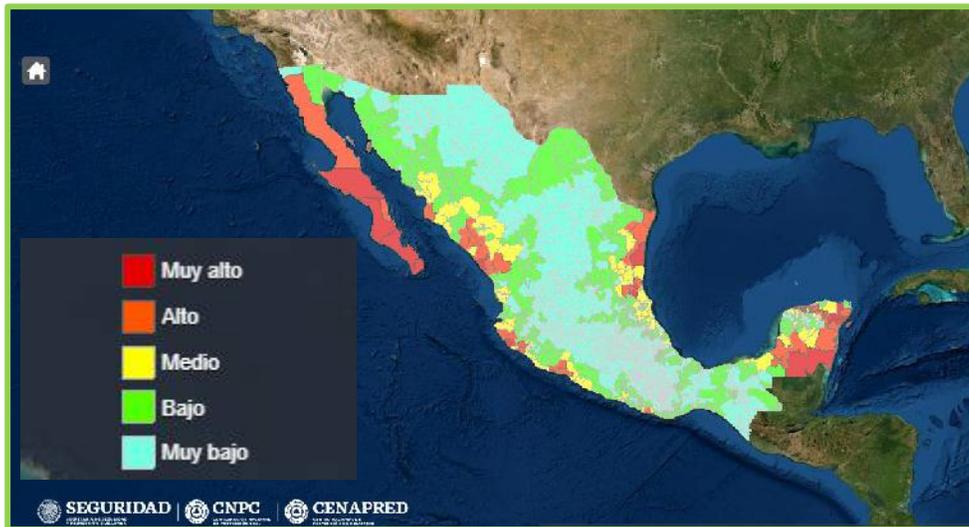


Imagen IV.7 Mapa de Peligros Por Incidencia De Ciclones. Fuente: INEGI

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. Los meses de mayor peligro por azote de CT para la zona son septiembre y octubre y sobre todo este último. 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 180km/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 periodo de 1980 a 2002, sólo superado por " Gilbert" de Septiembre de 1988, el cual alcanzó vientos máximos sostenidos de 270 km/h durante su impacto en Quintana Roo. 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.

IV.3.3 Geología

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.

El Paleozoico es el evento más antiguo en el estado de Nayarit y se encuentra representado por rocas metasedimentarias, probablemente calizas, lutitas y grauvacas, inter-estratificadas, depositadas en el Geosinclinal Mexicano, las cuales fueron posteriormente plegadas y recristalizadas por metamorfismo regional, transformándolas en mármoles, esquistos y gneises.

Etapas posteriores a esta sedimentación y deformación del Paleozoico son desconocidas y es hasta el Cretácico Superior en que se depositan sedimentos calcáreos en mares neríticos, formándose calizas arrecifales que se encuentran aflorando en los límites entre Nayarit y Jalisco.

Casi finalizando el periodo Cretácico, y como respuesta a la fase compresiva originada por el hundimiento de la Placa de Farallón por debajo de la Placa Norteamericana, inician las emanaciones volcánicas en el noroeste de México, estas manifestaciones lávicas son de tipo andesítica, generándose también intrusiones batolíticas de

composición intermedia. Estos eventos forman la base del edificio ígneo extrusivo ácido de la Sierra Madre occidental.

Estas manifestaciones de tipo andesítico continúan durante el Cenozoico temprano (Oligoceno) en el centro y sur del estado de Nayarit y hay un período de erosión que da lugar a la formación de conglomerados y brechas andesíticas.

La Sierra Madre Occidental se destaca por contener las mayores emanaciones de riolitas en todo el mundo, originadas durante el Oligoceno y el Mioceno Inferior.

Este paquete ignimbrítico resulta, probablemente, del fenómeno de fusión de la corteza terrestre, que ha generado magmas andesíticos, ocasionada por la subducción de la Placa de Farallón y de la Cordillera Oceánica del Pacífico Oriental. Aunque en esta última no se conozca bien el mecanismo de desaparición en una zona de subducción, es factible pensar en un flujo importante de calor que existe en la cordillera, que facilita mucho los fenómenos de fusión sílica.

El arco magmático existente en esta zona experimentó una regresión hacia la costa durante el periodo Oligoceno Mioceno, ya que el ángulo de subducción está sufriendo un incremento que se refleja en un desplazamiento de la zona de actividad ígnea hacia las áreas cada vez más cercanas a la costa, efecto causado por el movimiento de la Cordillera Oceánica hacia posiciones cada vez más cercanas a la trinchera o fosa.

Características litológicas del área

El municipio pertenece a la era Cenozoica, de origen terciario y cuaternario, en cuanto a las rocas se presentan las ígneas extrusivas: riol.

Los siguientes puntos marcan un panorama general en lo que respecta con la geología en el área de estudio:

1. El material como se presentan en el resumen geotécnico presenta plasticidad nula, por lo que la estabilidad de los taludes, si se construyen con relaciones menores a 2:1, estos pueden fallar.
2. Se propone se usen valores de 15 grados de inclinación en taludes, en caso de tener la necesidad de usar taludes menos tendidos y más inclinados, será necesario usar material de banco, con plasticidad de al menos un 70%.
3. Los bordos que se formen con la construcción de los estanques se pueden considerar fusibles, esto es; que no representan un obstáculo al presentarse una inundación, por su casi nula capacidad de compactación.

Tabla IV.3 Descripción de los aspectos geológicos del Sistema Ambiental

Clave	ERA	Descripción
Q(Pa)	Cenozoico	Presentan sedimentos detríticos intercalados con otros de carácter químico. Se encuentran en el fondo de lagos y pantanos. Son abundantes en materia orgánica en descomposición.
Q(AI)	Cenozoico	Son suelos de origen fluvial, poco evolucionados aunque profundos. Aparecen en las vegas de los principales ríos. Se incluyen dentro de los

Clave	ERA	Descripción
		fluvisolescalcáricos y eútricos, así como antosoles áricos y cumúlicos, si la superficie presenta elevación por aporte antrópico, o bien si han sido sometidos a cultivo profundo. Los suelos aluviales son suelos con perfil poco desarrollado formados de materiales transportados por corrientes de agua. Sobre su superficie se ha acumulado algo de materia orgánica. Son suelos que tienen mala filtración y oscuros. Son suelos recientes.
Q(ii)	Cenozoico	Formado por material que se acumula en las zonas costeras por la acción de las olas y las corrientes marinas.

IV.3.4 Sismicidad

La zona que corresponde al sitio de estudio está catalogada como zona C, es decir es una zona tipo intermedia, según los datos encontrados para la zona y los más cercanos, se tiene que de 1927 a 1960 se localizaron epicentros de sismos en la parte de la marina frente a Puerto Vallarta en menos de 10 ocasiones.

Durante el mes de noviembre del año 2002 se registró un sismo, que, según varias fuentes de noticieros nacionales, fue de categoría 5.6 en la escala de Richter, el cual ocasionó daños sobre todo en zonas con depósitos de suelo blandos y profundos, a pesar de que su epicentro se ubicó en el Estado de Colima, al Sur de Puerto Vallarta. A pesar del grado de sismicidad, son prácticamente nulos los registros históricos de sismos significativos que hayan afectado al municipio de Tuxpan y sus alrededores con excepción de los sismos de 1995 y 2002.

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 área de estudio se ubica en la Provincia Fisiográfica: Llanura Costera del Pacífico, Sub Provincia Delta del Río Grande de Santiago.

Provincia Llanura Costera Del Pacífico

Limita al norte con la provincia Llanura Sonorense, al oeste con el Océano Pacífico, al oriente con las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, y al sur con la provincia Eje Neovolcánico. Comprende parte de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Esta Llanura costera es angosta y alargada, tiene una orientación noroeste-sureste y sigue de forma burda la dirección de la línea de costa; está cubierta en su mayor parte por depósitos aluviales acarreados por los ríos que bajan al mar desde la Sierra Madre Occidental; es también producto de la acción de las mareas que han retrabajado los sedimentos deltaicos y han dado lugar a la formación de barras, las cuales originaron lagunas, esteros y marismas. Los principales deltas se han desarrollado en las desembocaduras de los ríos: Yaqui, Mayo, Fuerte, Sinaloa, Culiacán, San Lorenzo, Mocorito y Río Grande de Santiago, entre otros.

Subprovincia Delta del Río Grande de Santiago

Colinda al sur con la subprovincia Sierras Neovolcánicas Nayaritas, de la provincia Eje Neovolcánico; en el norte se continúa hacia el estado de Sinaloa; hacia el este, limita con la subprovincia Pie de la Sierra, de la provincia Sierra Madre Occidental; y hacia el oeste, con el Océano Pacífico.

La subprovincia abarca 15.29% de la superficie estatal y comprende parte de los municipios: Acaponeta, Tuxpan, Tecuala, Rosamorada, Santiago Ixcuintla y San Blas, y una mínima porción del municipio de Ruíz.

El rasgo fisiográfico más característico de la subprovincia es el delta del Río Grande de Santiago, el cual tuvo su época de mayor crecimiento durante la glaciación pleistocénica, tiempo en que el nivel del mar se encontraba por lo menos 100 m más abajo que el actual. En los últimos milenios, un aporte de materiales arenosos, por vía fluvial y por arrastre de arenas marinas a través del oleaje, ha dado origen a una constante recuperación de territorio, manifestada en las barras arenosas paralelas. Estas barras constituidas por suelos litorales, integran la saliente del delta; los suelos aluviales predominan aguas arriba de las corrientes que drenan esta llanura. En esos materiales geológicos se han desarrollado rasgos hidrográficos de origen mixto o de transición como es el caso de las lagunas: Grande de Mexcaltitán y Agua Brava; numerosos esteros, entre ellos: El Pozo, Grande, El Mezcal, El Gavilán, El Indio, Cuautla y Teacapan (que es el límite con el estado de Sinaloa); y marismas como La Chayota y La Tigra.

Esta Subprovincia presenta los siguientes sistemas de topofomas: llanura deltaica, como las formadas en las cercanías de las desembocaduras de los ríos Acaponeta, San Pedro Mezquital y Río Grande de Santiago, que son llanuras planas o de ligera inclinación y están constituidas de suelos aluviales acarreados por dichos ríos;

En la Figura IV.6 se observan las Provincias fisiográficas existentes en el estado de Nayarit y el área de estudio respectivamente

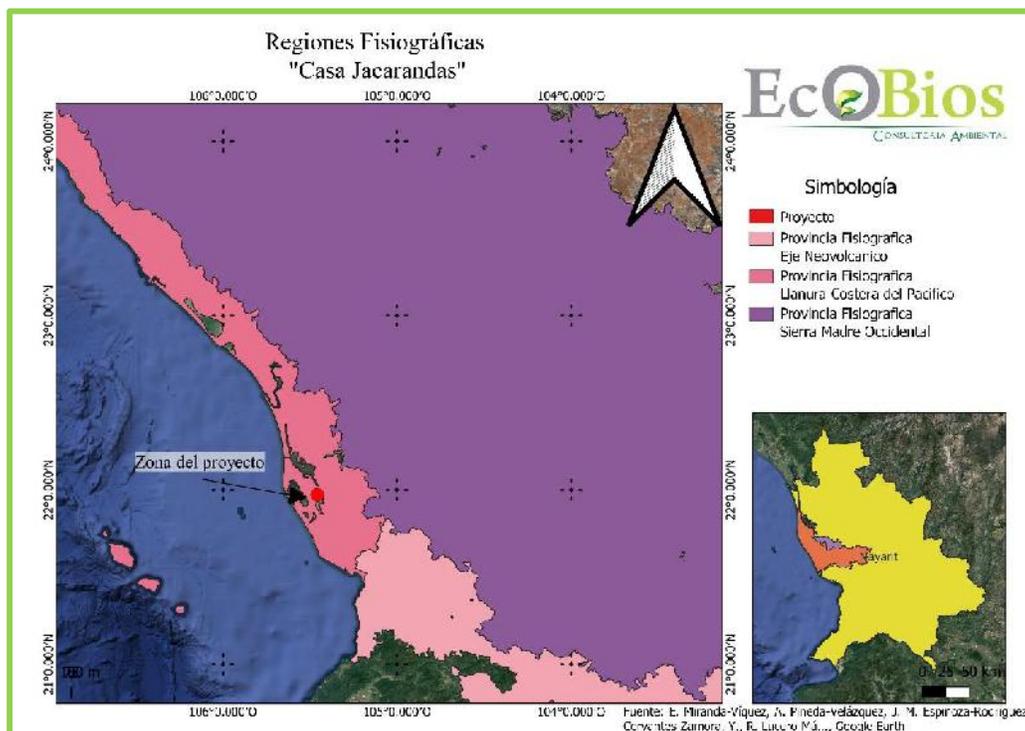


Figura IV.8 Carta fisiográfica respecto al área de estudio. Fuente: INEGI

IV.3.7 Hidrología superficial

De acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI, el área de estudio se encuentra localizada, en su totalidad, dentro de la cuenca hidrológica Río Acaponeta.

Región Hidrológica NUMERO 11 PRESIDIO-SAN PEDRO

La Subregión Hidrológica Río San Pedro pertenece a la vertiente del Pacífico, comprendiendo parte de los estados de Durango, Nayarit y una porción muy pequeña de Zacatecas. Cuenta con una superficie de 28,562.86 kilómetros cuadrados, y se encuentra entre los meridianos 21 ° 45 ´ y 24 ° 35 ´ de Latitud Norte y 104 ° 00 ´ y 105 ° 10 ´ de Longitud Oeste; limita al norte por la región hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval, al sur y al este por la cuenca hidrológica Río Santiago y por la región hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval y al oeste por la cuenca hidrológica Río Acaponeta 1 y por el Océano Pacífico.

La Subregión Hidrológica Río San Pedro, cuenta con 28,562.86 kilómetros cuadrados y pertenece a la Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro. Al Río San Pedro se le conoce también como Mezquital o Tuxpan, abarca parte de los estados de Durango, Zacatecas y Nayarit, siendo en este último donde descarga en el Océano Pacífico. En la figura 2, se muestra su ubicación en el territorio nacional.

Cuenca Hidrológica

La Subregión Hidrológica Río San Pedro, está integrada por las siguientes 11 cuencas hidrológicas: Laguna de Santiaguillo; La Taponá; Río La Saucedá; Río El Tunal; Río Santiago Bayacora; Río Durango; Río Poanas; Río Súchil; Río Graseros; Río San Pedro-Mezquital y Río San Pedro-Desembocadura, mismas que se describen a continuación:

Cuenca Hidrológica Río San Pedro-Mezquital

La Cuenca Hidrológica Río San Pedro-Mezquital, comprende desde la confluencia de los ríos Durango y Poanas, Graseros y Súchil, la estación hidrométrica Vicente Guerrero y la Presa Francisco Villa, hasta la estación hidrométrica San Pedro. Drena una superficie de 11,521.30 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al norte por las cuencas hidrológicas La Taponá, Río Durango, Río Santiago Bayacora y Río El Tunal, al sur por la cuenca hidrológica Río Santiago, al este por las cuencas hidrológicas Río Poanas, Río Graseros y Río Súchil y al oeste por la cuenca hidrológica Río Acaponeta 1.

Una vez recibidas las aportaciones del Río Nombre de Dios, la corriente continúa con su recorrido hacia el mar, conservando dirección sur; antes de entrar a la zona montañosa en un sitio localizado a 12 kilómetros aguas abajo. A partir de este sitio empieza a cruzar la Sierra Madre Occidental, labrando un profundo valle en material sedimentario, pasando por el poblado El Mezquital, donde toma este nombre, que conserva dentro del estado de Durango.

Del poblado El Mezquital hasta el poblado de Xoconoxtle, conserva la dirección sur, después de haber recorrido 65 kilómetros desde el sitio de la estación Acevedo hasta Xoconoxtle; en este tramo, el cañón se va profundizando cada vez más reduciendo su anchura hasta llegar al extremo a unos 20 kilómetros aguas abajo de Xoconoxtle. No obstante el importante caudal que lleva es posible cruzar la corriente por medio de una viga atravesada apoyada en los cantiles. Precisamente es donde ocurrió el proceso de erosión tan activo, que permitió desaguar la zona del altiplano antes descrita. Observando el ángulo que forman los arroyos tributarios con el cauce principal, se puede inferir que por este sitio pasaba el parteaguas que separaba los escurrimientos que drenaban, uno hacia el suroeste y otros al noreste.

Diecisiete kilómetros aguas abajo del antiguo parteaguas, el Río Mezquital recibe por su margen derecha al Arroyo Dolores y 30 kilómetros más adelante, también por su margen derecha al Arroyo Colorado y 3 kilómetros más aguas abajo entra al Estado de Nayarit. Posteriormente por su margen derecha se le une el Río San Pedro a partir del cual toma ese nombre y más adelante cruza la población de San Pedro Ixcatan, Estado de Nayarit y la población de Tuxpan, del mismo Estado, conservando el nombre de Río San Pedro hasta su desembocadura en la Laguna Grande de Mexcaltitán y finalmente en el Océano Pacífico. Oficialmente la corriente principal de esta cuenca se denomina Río San Pedro-Mezquital.

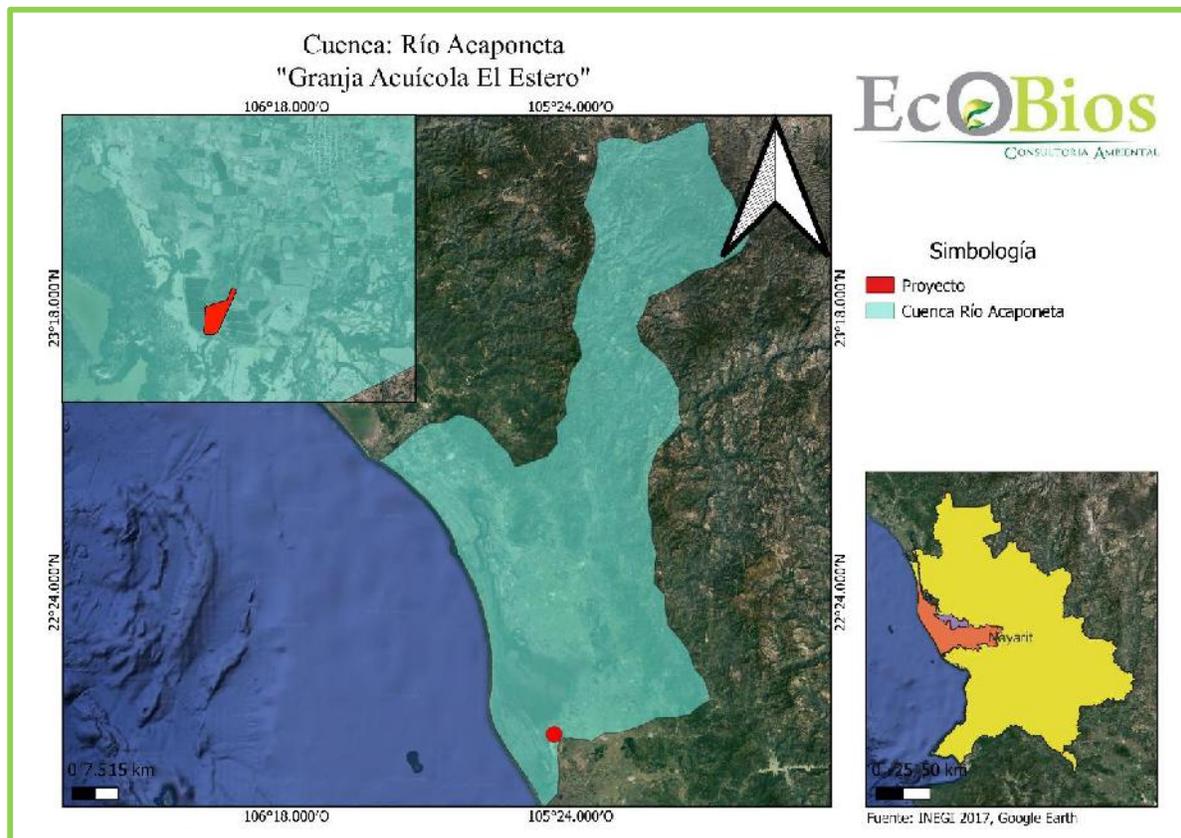


Figura IV.9 Cuenca Hidrológica. Fuente: INEGI

Colindante al proyecto, existe la Laguna Grande de Mexcaltitán el cual desemboca con el Océano Pacífico en la unión del sistema lagunar de las Marismas Nacionales, precisamente al Suroeste de la cabecera municipal de Santiago Ixcuintla, por lo que sus aguas son salobres y sus niveles de agua son controlados mediante las mareas del mar. Por ello, esta laguna relativamente cercana al predio, contiene agua todo el año permanentemente. (Ver Fig. IV.10)

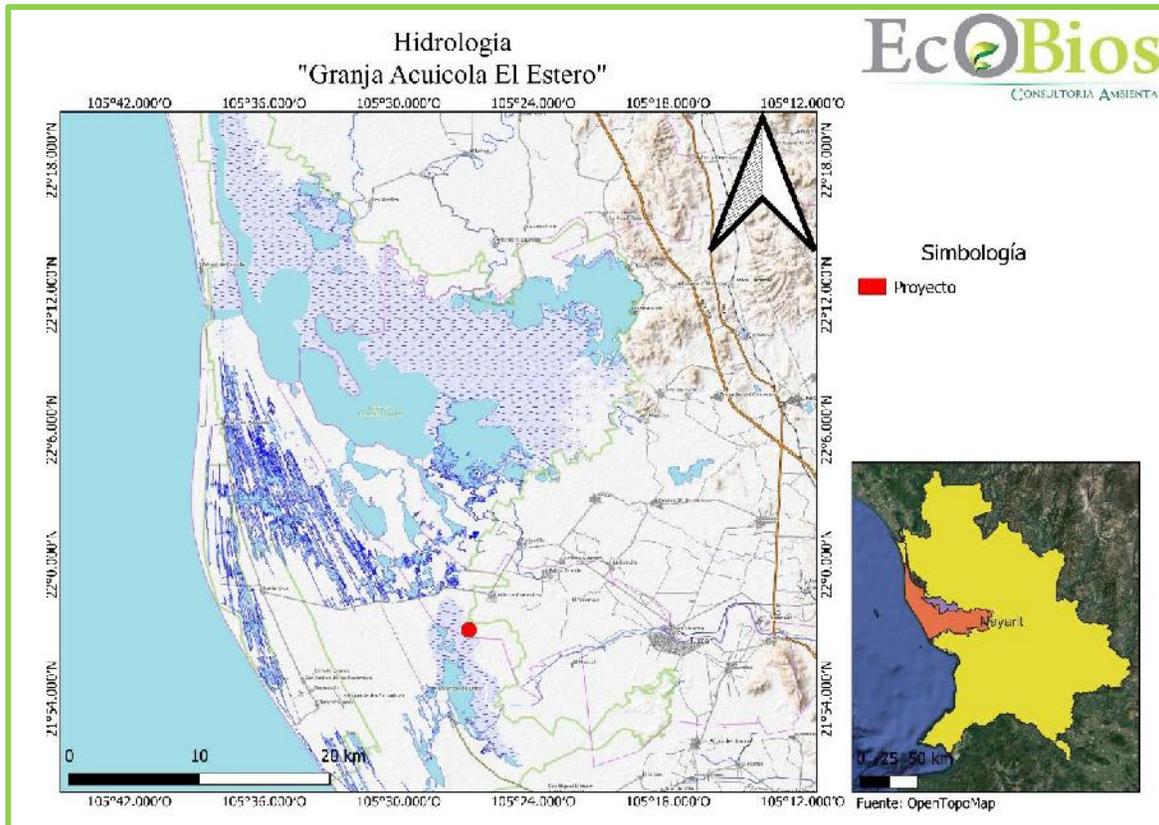


Figura IV.10 Hidrología en el área de Estudio hasta la desembocadura al océano

Los siguientes puntos marcan un panorama general en lo que respecta con la hidrología superficial en el área de estudio, según el Análisis Hidrológico que se llevó a cabo para el proyecto, (anexo en este documento):

1. El sitio es sujeto por efectos de inundaciones locales por efecto de la marea del océano pacífico, ya que las inundaciones pluviales del río San Pedro, se han mitigando por la construcción de las Presas Las principales presas que se ubican en la Subregión Hidrológica Río San Pedro son: Santiago Bayacora (Río Santiago Bayacora); Guadalupe Victoria (Río El Tunal); Francisco Villa (Río Poanas); Caboraca (Río La Saucedá); Peña del Águila (Río La Saucedá) y Santa Elena (Río Graseros).
2. La periodicidad de la recurrencia de las inundaciones fuertes es de 50 años, no obstante que entre la última inundación y la ocurrida en el año del 2018, al sitio del proyecto prácticamente no le afectó.
3. Por el tipo de estructura y la ubicación, no genera un peligro o daños a terceros en caso de falla, ya que no existe población alguna, aguas abajo de dicha estructura.
4. No se distingue un cauce formal en la zona donde se desarrolla el proyecto, solo rasgos de escurrimientos, que se abastecen de los esteros cercanos que se alimentan de la pleamar. Dado que el sitio se encuentra en la parte final del acuífero San Pedro -Tuxpan, dicha estructura difícilmente interactuará con este.

Identificador del acuífero: 1802
Nombre del acuífero: San Pedro -Tuxpan

5. El volumen de agua subterránea disponible es de 33'885,660 m³ (fuente Comisión Nacional del Agua). Cabe destacar que no se dispondrá en ninguna etapa del proyecto de agua subterránea.
6. La Subregión Hidrológica Río San Pedro, cuenta con 28,562.86 kilómetros cuadrados y pertenece a la Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro. Al Río San Pedro se le conoce también como Mezquital o Tuxpan, abarca parte de los estados de Durango, Zacatecas y Nayarit, siendo en este último donde descarga en el Océano Pacífico.

De acuerdo con el SIATL para el Sistema Hidrológico que compete a la " Granja Acuícola El Estero" , se tienen los siguientes datos hídricos para la subcuenca en cuestión (ver Tabla IV.4)

Tabla IV.4 Condiciones hidrológicas Rio san Pedro

Característica	Valor	LMP (NOM-001-SEMARNAT)
Tipo de corriente	Perenne	
Tipo de subcuenca	Exorreica	
Lugar donde drena	Mar	
Total de descargas	3	
Elevación máxima en la subcuenca	2,460 msnm	
Elevación mínima en la subcuenca	0 msnm	
Pendiente media de la subcuenca	29.05%	
Elevación máxima de la corriente principal	2,062 msnm	
Elevación mínima de la corriente principal	20 msnm	
Longitud de la corriente principal	258,904 m	
Pendiente de la corriente principal	0.796%	
Densidad de drenaje ²	2.7445 k/km ²	
Coefficiente de compacidad ³	2.5823	
Calidad de agua ⁴ :		
DBO ₅	42 mg/l	30-60 mg/l
SST	30 ppm	40-60 ppm
DQO	36 mg/l	30-60 mg/l

² Longitud total de los cauces de agua en Km

³ Relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de área igual a la de la cuenca

<http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/algunos-parametros-de-forma-y-drenaje-de-la-cuenca-hidrografica-y-su-relacion-con-el-tiempo-de-concentracion/>

⁴ Fuente: CONABIO

Nitratos ⁵	Media
Nitritos ⁵	Media
Fosfatos ⁵	Media
Disponibilidad de agua ⁶	268.051 Hm ³
Escurrencimiento medio anual	100-500 mm

IV.3.8 Edafología

El Sistema Ambiental está conformado por un conglomerado de suelos de los cuales se componen principalmente de Solonchak Gleyico y Cambisol. (ver Figura IV.10 y Tabla IV.5)

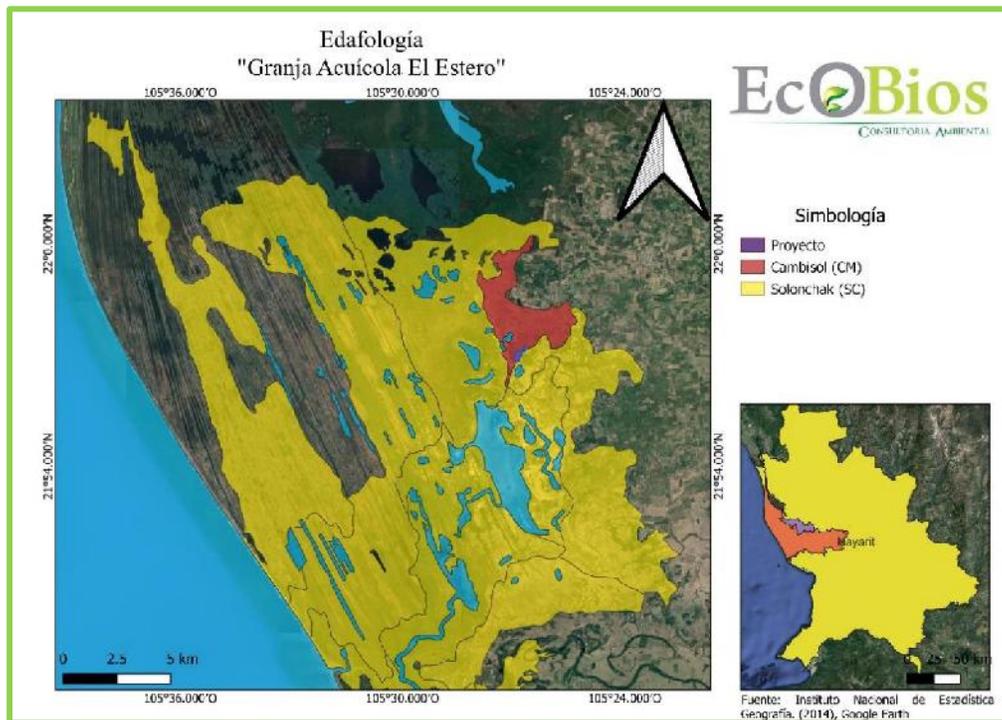


Figura IV.10 Edafología del Sistema Ambiental

Tabla IV.5 Descripción de los tipos de suelo que se conforma el Sistema Ambiental

Tipo de suelo	Descripción
Cambisol	Localizado al centro, sur y sureste del municipio con 12,243has (39.03%). Es un suelo negro rico en humus, potasio, fósforo y microelementos, es uno de los más fértiles para la agricultura, puesto que no requiere fertilizantes. Son suelos con subsuelo estructurado, donde las características de las rocas que los originan han desaparecido casi por completo, o suelos con capa superficial obscura mayor de 25 cm de espesor, con buen contenido de materia orgánica, pero pobre en nutrientes o bases. Eútrico (e). <u>Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dísticos.</u>

⁵ Ficha Técnica para la Evaluación de los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México, http://www.conabio.gob.mx/gap/images/6/64/33_Corredor_Caimanero_Marismas_Nacionales.pdf

⁶ Balance entre la oferta (producción) y la demanda (consumo)

Tipo de suelo	Descripción
Solonchak (Czt)	<p>Es un suelo que se localiza al sur, centro, oeste y noroeste cubriendo una superficie de 11,363has (36.22%). Son suelos constituidos generalmente por cualquier material no consolidado. Se encuentran en regiones áridas o semiáridas, principalmente en zonas permanentemente o estacionalmente inundadas. En áreas costeras pueden aparecer bajo cualquier clima.</p> <p>Gléyico (g). Suelo pantanoso. Suelos con una capa saturada de agua al menos alguna época del año. Esta capa es de color gris, verde o azulado y se mancha de rojo cuando se expone al aire. Se localizan generalmente en depresiones o llanuras y son poco susceptibles a la erosión.</p>

Conclusión

Dicho lo anterior, considerando las características geológicas, fisiográficas y edafológicas, la operación de las obras no afectará de manera ambiental o económica la utilización de esta superficie, ya que, de manera general, el proyecto se ubica sobre suelos ligeramente ácidos a alcalinos, pero que fueron formados por el acarreamiento de sedimentos de los cuerpos de agua, por lo que son poco desarrollados y medianamente profundos. Además, la zona está marcada por actividades antropogénicas, entre ellas la acuicultura y la agricultura.

Cabe resaltar que las condiciones de vegetación donde se encuentra el proyecto, ya se encuentran fragmentadas, considerando lo estipulado por el INEGI, en el que se plasma, que el área está principalmente conformada por Vegetación Pastizal Cultivado, misma que se puede observar la presión que han tenido los pobladores sobre la vegetación.

IV.3.9 Hidrología subterránea

Durante el censo realizado en el "Estudio de Actualización de las Condiciones Hidrogeológicas del Acuífero San Pedro-Tuxpan, Nayarit" (2005), se registró la existencia de 450 obras hidráulicas subterráneas, de las cuales se censaron 365, consideradas como representativas de toda el área que cubre el acuífero. El censo incluyó norias someras excavadas a mano (circulares y cuadradas), galerías filtrantes, pozos someros con ademe de P.V.C., jagüeyes o excavaciones que alumbran el nivel freático y pozos profundos. El volumen de extracción estimado es del orden de los 3.9 hm³ anuales, de los cuales el 55.2 % (2.7 hm³) se destinan al uso agrícola, y el 44.5 % restante (1.2 hm³) para el abastecimiento de agua potable a los centros de población. El volumen destinado a otros usos es muy bajo (0.01 hm³).

Como parte de los trabajos de campo del estudio realizado en el año 2005, se tomaron muestras de agua subterránea para su análisis físicoquímicos correspondiente. Las determinaciones incluyeron iones mayoritarios, temperatura, conductividad eléctrica, pH, Eh, Nitratos, dureza total y sólidos totales disueltos, fierro y manganeso.

Aspectos de calidad del agua

Con respecto a la calidad química del agua, tomando en cuenta los resultados de los análisis físicoquímicos, se puede determinar que el agua subterránea de muy buena calidad ya que la concentración de Sólidos Totales Disueltos (STD) varía de 200 a 600 ppm, que la hacen apta para el consumo humano. Sin embargo, no se descarta

la posible contaminación antropogénica debido a la existencia de niveles freáticos someros en las zonas aledañas a los núcleos de población.

Con respecto a la calidad biológica del agua, se detectó la presencia de Coliformes Totales y Fecales, en casi todos los aprovechamientos que abastecen a las poblaciones, sólo los correspondientes a H. Batallón de San Blas, Tuxpan, Sentispac, Gavilán Grande, y Santiago Ixcuintla están exentos de la presencia de estos contaminantes.

En cuanto al contenido de hierro, sólo las fuentes que abastecen a H. Batallón de San Blas, Juan Escutia, Paredones y Santiago Ixcuintla no sobrepasan el límite máximo permisible de 0.30 ppm que establecen las normas oficiales. La concentración máxima de manganeso que establecen las normas oficiales (0.15 ppm) se sobrepasa ligeramente en los aprovechamientos que abastecen a las poblaciones de Tuxpan, Gavilán Grande y Santiago.

El tipo o familia de agua predominante en la zona es la bicarbonatada cálcica, la cual debe su origen a la presencia de rocas de tipo granítico y volcánicas ácidas, por las que se circula el agua subterránea, desde las zonas de recarga. De acuerdo a la clasificación de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), para el agua destinada al uso agrícola, se observó que la gran mayoría de las aguas muestreadas corresponden a C₂-S₁, es decir aguas de salinidad media con bajo contenido de sodio intercambiable, que pueden ser utilizadas en todo tipo de suelos para cultivos tolerantes a la salinidad si se realizan lavados moderados del suelo. Solo en la zona de Sentispac el agua es mala calidad, de tipo C₃-S₃, que representa agua con altas concentraciones de sales y alto contenido de sodio intercambiable.

Recarga Inducida (Ri)

En esta variable se incluyen los volúmenes de infiltración de agua que se producen exclusivamente por concepto de los excedentes del riego ya que en la región no existen asentamientos humanos importantes cuya infraestructura hidráulica pueda generar fugas en los sistemas de abastecimiento de agua potable y/o de alcantarillado. Aún en sistemas de riego muy eficientes, un cierto volumen del agua aplicada en el riego no es usado como uso consuntivo, se infiltra y eventualmente alcanza la superficie freática. Esta contribución al acuífero se le conoce como retorno de riego y según Jacob Bear (1970) su valor varía entre el 20 y 40 % del volumen usado en la irrigación. Para este caso particular se consideró un valor del 15 %: El volumen de agua que se destina al uso agrícola asciende a los 48 hm³ anuales, principalmente de aguas superficiales, que multiplicado por el 15% arroja un volumen de 7.2 hm³ anuales de recarga inducida por retornos de riego. Adicionalmente, si se considera un valor de 2.2, hm³ destinados al uso público-urbano, el valor de las infiltraciones por fugas en las redes de abastecimiento es del orden de los 0.2 hm³ anuales. De esta manera el valor total de la recarga inducida es de 7.4 hm³ anuales.

Salidas

La descarga del acuífero ocurre principalmente por bombeo (B), las salidas subterráneas hacia el mar (Sh) y la evapotranspiración (ETR). Se considera que no existen manantiales ni descarga de flujo base a lo largo del río.

Bombeo (B)

Con base en la información recopilada en los recorridos de censo de obras y piezométricos realizados por administración, se ha estimado un volumen extraído por bombeo del orden de los 3.9 hm³ anuales. La mayoría de

los aprovechamientos identificados son norias, y pequeños pozos para uso agrícola, aunque también existen jagüeyes, galerías filtrantes y algunos pozos utilizados para dotación de agua potable, operados por la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de los Municipios de Rosamorada, Santiago Ixcuintla y Ruíz.

Salidas subterráneas (Sh)

Las salidas subterráneas que ocurren como descarga hacia el mar fueron calculadas de la misma manera como se evaluaron las entradas subterráneas, a partir también de la configuración de elevación del NE para el año 2006. El valor promedio estimado es de 6.5 hm^3 anuales.

Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de 167.5 hm^3 /año, todos ellos son de recarga natural.

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. $\text{DNC} = 131.5 \text{ hm}^3$ anuales.

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS) La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero. Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de $32,588,010 \text{ m}^3$ anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

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

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

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 167.5 - 131.5 - 32.588010 \\ \text{DMA} &= 3.411990 \text{ hm}^3 / \text{año} \end{aligned}$$

El resultado indica que existe actualmente un volumen de 3,411,990 m³ anuales disponibles para otorgar nuevas concesiones en el acuífero San Pedro-Tuxpan, estado de Nayarit.

Unidades de Permeabilidad

Los criterios utilizados en la determinación de la permeabilidad de los materiales geológicos (roca o suelo) consisten en el análisis cualitativo de las propiedades físicas y químicas que presentan, relacionadas con la capacidad de permitir el paso del agua e infiltración hacia el subsuelo. La clasificación metodológica comprende 10 unidades de permeabilidad, 5 de materiales consolidados y 5 de materiales no consolidados; dichas permeabilidades se dividen en alta, media-alta, media, baja-media y baja.

Según el Mapa Digital V6.3.0 del INEGI, el Área de Estudio se encuentra en la zona de Material no consolidado con rendimiento medio 10-40 lps, como se observa en la Figura IV.11

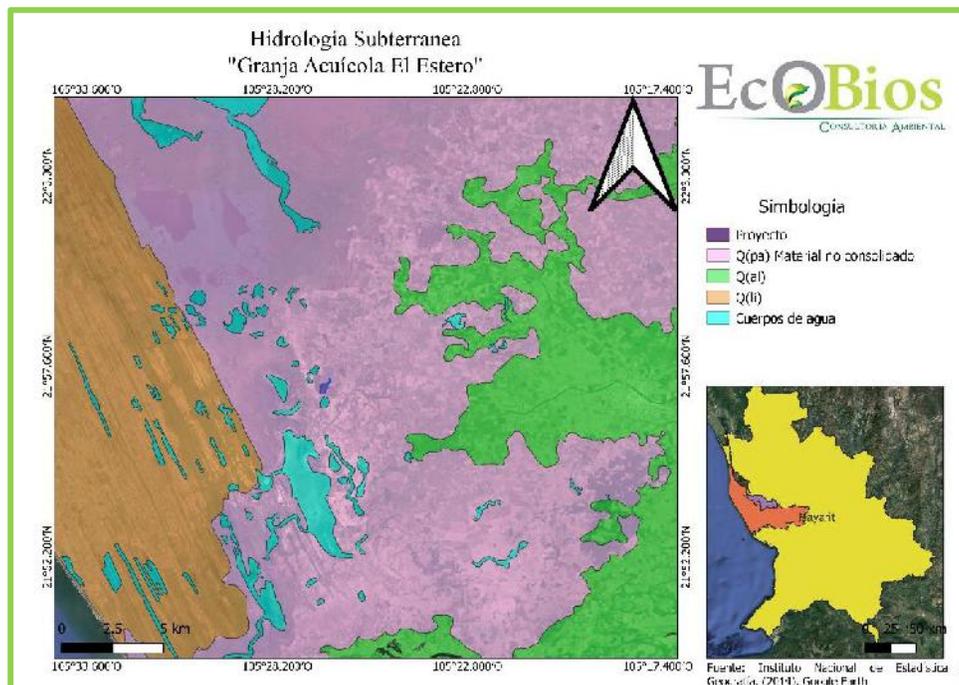


Figura IV.11 Hidrología subterránea Fuente: INEGI

Los siguientes puntos marcan un panorama general en lo que respecta con la hidrología subterránea en el área de estudio, según el estudio hidrológico que se aplicó, anexo en este documento.

Balance de aguas subterráneas: La zona en estudio se encuentra ubicada en el acuífero San Pedro - Tuxpan (1802, presenta una disponibilidad media anual hasta el año 2020, igual a DMA= 3, 411,990 m³. En el año de 2020 fecha de la publicación de la disponibilidad media anual de este acuífero el Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS)= 32, 588, 010m³.

La política de extracción de aguas subterráneas para la cuenca de estudio, será de 343,628.65 m³. Por lo que se obtiene un volumen medio anual de 687,257.3 m³.

Actualizando el Balance medio anual de aguas subterráneas en el acuífero San Pedro - Tuxpan, considerando la extracción del volumen comprometido se obtiene un volumen de 31, 900,752.7 m³, lo que sitúa al acuífero con disponibilidad. Por tanto, se considera que esta extracción no afectará a la cantidad disponible de agua en el acuífero San Pedro - Tuxpan.

Análisis Hidrológico (aguas superficiales y aguas subterráneas) y caracterización del suelo:

Previo a la realización y diseño del proyecto que nos ocupa, se llevó a cabo un análisis Hidrológico de la zona de estudio, a fin de determinar si la zona es apta para llevarse a cabo un proyecto de esta índole y determinar si con la operación del mismo se afecta el elemento hídrico disponible o presente en la zona, mismo que concluyó en lo siguiente:

1. El volumen que se utilizará en el proyecto es de 687,257 m³/anuales de agua por lo que es por mucho inferior a la disponibilidad media anual de la cuenca; no representando una afectación en aguas superficiales de la cuenca.
2. Cabe señalar que los gastos adoptados propios de la cuenca del escurrimiento alimentador de la granja a un periodo de aguas máximas ordinarias (tr= 5 años) es de 4.87 según la metodología adoptada lo que representa que en una lluvia torrencial será suficiente para obtener la disponibilidad requerida para el proyecto.
3. Con respecto a las aguas subterráneas la zona de estudio se localiza en el acuífero San Pedro - Tuxpan, el cual según la Comisión Nacional del Agua actualmente se encuentra en disponibilidad, pero al no contar el proyecto con extracción de aguas subterráneas no hay afectación alguna para el acuífero.
4. El volumen medio anual de la cuenca es de 1,092,010.691 m³, el volumen comprometido para el llenado de los estanques es de 687,257.3 m³, así mismo se dejará un Volumen Ecológico de 218,402.138 m³, teniendo una disponibilidad media anual de 186,351.25 m³, por lo tanto, la disponibilidad de la cuenca no se verá comprometida.
5. El agua que ingresa al estanque para su llenado se retornará al mismo cuerpo de agua, es decir no se realizarán acciones de desecación del estanque por evaporación como se lleva a cabo en otras granjas de la zona. Ya que se optó por tratar el agua que se utilizó para el cultivo y devolverla al mismo sistema para evitar afectación en los flujos normales hidrológicos. (Anexo Análisis Hidrológico)

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.

IV.4.1.1 Vegetación en el área de influencia y predio del proyecto

La carta temática de Uso del Suelo y Vegetación elaborada y publicada por el INEGI tiene como objetivos lo siguiente:

- Indicar la distribución de los tipos de vegetación natural e inducida en México;
 - Identificar características relevantes de la vegetación arbórea del país (altura y cobertura);
 - Indicar el nivel y el tipo de afectación de las comunidades vegetales y su dinámica de uso;
 - Conocer la localización de las áreas agrícolas de acuerdo a su disponibilidad de agua, así como los tipos de cultivos que se siembran en esas áreas por su permanencia en el terreno;
 - Señalar los sitios con actividad forestal;
 - Proporcionar información ecológica-geográfica para la enseñanza e investigación sobre los recursos naturales.
- Servir de marco general para el establecimiento de políticas a nivel nacional y/o regional.

La información constituye un trabajo cartográfico de precisión, realizado con metodologías y normas compatibles con las más avanzadas en el mundo, y se constituye como un apoyo básico para la planeación regional y el ordenamiento del territorio, así como para la evaluación del cambio y pronóstico de las condiciones físicas del medio.

El sitio del proyecto corresponde a un predio cuyo suelo fue impactado hace una década aproximadamente, principalmente por las actividades agrícolas y acuícolas, llevadas a cabo con el transcurso de los años, ya que estas actividades son la forma más usual de subsistir en la zona.

Dentro del Sistema Ambiental, se reconocen 3 tipos de usos de suelo, como lo es Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar y Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia, de acuerdo a la Serie VII 2021 del uso de suelo y vegetación del INEGI. En la Tabla IV.6 se presenta el listado de la vegetación registrada en el Sistema Ambiental.

Tabla IV.6 Vegetación registrada en el Sistema Ambiental y su categoría según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	Categoría
<i>Dieffenbachieae spp.</i>	Amoena reyna	
<i>Mimosa pigra</i>	Zarza negra	
<i>Acacia cymbispina</i>	Cubata	
<i>Caesalpinia sp</i>	Guajillo	

<i>Casearia dolichophylla</i>	Garrapatilla	
<i>Suaeda brevifolia</i>	Suaeda	
<i>Spartina sp</i>	Malin	
<i>Sesubium portulacastrum</i>	Verdolaga de playa	
<i>Acacia hindisii</i>	Jarretadera	
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	
<i>Cyperus sp</i>	Coyolillo	
<i>Salix spp.</i>	Sauce	
<i>Tabebuia rosea</i>	Amapa rosa	
<i>Sphagneticola trilobata</i>	Botoncillo	
<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	Amenazada
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Amenazada
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	Amenazada
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	Amenazada
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Obelisco	
<i>Sida acuta</i>	Malva	
<i>Martynia annua</i>	Uña de gato	
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Yaca	
<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate cadillo, huazipol	
<i>Cymbopogon spp.</i>	Zacate limón	
<i>Sporobolus spp.</i>	Zacate Malin o Mallin	
<i>Melinis repens</i>	Pasto rosado	
<i>Bursera simaruba</i>	Papelillo	
<i>Calathea sp.</i>	Popay	
<i>Heliconia spp.</i>	Platanillo	
<i>Talia geniculata</i>	Quento	
<i>Brosimum alicastrum</i>	Capomo	
<i>Sapium lateriflorum</i>	Mataiza	
<i>Mangifera</i>	Mango	
Especies dentro del área de estudio		
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Guamuchillo	
<i>Vachellia farnesiana</i>	Huizache	
<i>Ziziphus amole</i>	Frutillo-Cholulo	
<i>Batis maritima</i>	Vidrillo	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima	
<i>Leucaena lanceolata</i>	Guaje	
<i>Tabebuia rosea</i>	Amapa rosa	
<i>Sporobolus spp.</i>	Zacate Malin o Mallin	
<i>Casearia corymbosa</i>	Mataperro	
<i>Prosopis juliflora</i>	Mareño	
<i>Randia aculeta</i>	Crucesillo	
<i>Ageratum corymbosum</i>	Flor lila	
<i>Sporobolus spartinae</i>	Zacate costero	

<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Amenazada
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	Amenazada
<i>Capparis flecuosa</i>	Frutillo	
<i>Vachellia pennatula</i>	Huinol	
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Conchil	
<i>Acacia comigera</i>	Cornezuelo	
<i>Spartina spartinae</i>	Pasto aguja	

En los terrenos colindantes se observó la presencia de vegetación herbácea arbustiva, ubicando las diferentes especies en el área como lo son la especie de vidrillo (*Batis marítima*), huizache (*Vachellia famesiana*) y pasto aguja (*Spartina spartinae*), de las más abundantes y predominantes. Especies que se caracterizan por crecer en ambientes salinos inundables cercanos al mar, además de formar parte de la vegetación halófila relacionada con el manglar.

Con relación al mangle arbustivo, se registraron 2 especies *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*, 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.

IV.4.2 Fauna

El área de estudio se localiza en el municipio de Tuxpan en 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.

Se reporta que, durante la visita de campo de prospección realizada al sitio del proyecto, los objetos fueron obtener un registro de presencia y ausencia de vertebrados terrestres, en particular las aves, así como efectuar una evaluación visual sobre el estado de la calidad del hábitat y hacer estimaciones sobre la probable presencia de dichas especies.

A continuación, se presentan los resultados faunísticos obtenidos del estudio realizado en el Sistema Ambiental, el cual tuvo como finalidad conocer las especies que se encuentran en el lugar y analizar su función en el ecosistema. La lista que a continuación se presenta contiene especies de reptiles aves y mamíferos que fueron registrados. Solo se menciona las especies detectadas por observación directa o por evidencias indirectas como huellas, excretas, mudas restos de aves depredadas entre otras, así como registros bibliográficos respecto del sitio. Asimismo, en su caso se señala las especies catalogadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMANAT-2010.

Tabla IV.7 Listado de fauna registrada en el Sistema Ambiental

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS*
REPTILES Y ANFIBIOS		
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Roñito	
<i>Leptodeira nigrofasciata</i>	Culebra	
<i>Sceloporus horridus</i>	Roño	
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana	
<i>Pseudemys scripta armata</i>	Jicotea	
<i>Anaxyrus kelloggi</i>	Sapito mexicano	
<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo jaspeado	
<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante	
<i>Craugastor augusti</i>	Rana ladradora	
<i>Craugastor occidentalis</i>	Rana	
<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	
<i>Podarcis hispanicus</i>	Lagartija común	

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS*
AVES		
<i>Corvus corax</i>	Cuervo grande	
<i>Calositta colliei</i>	Urraca copetona	
* <i>Aratinga Canicularis</i>	Perico atolero	Protegido
<i>Xiphorhynchus Plavigaster</i>	Trepatroncos araño	
<i>Aechmophorus accidentalis</i>	Cabildo	
<i>Egretta thula</i>	Garcita	
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Pato buzo	
<i>Vireo Solitarius</i>	Vireo solitario	
<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pichichi	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote	
<i>Columba fasciata</i>	Paloma de collar	
* <i>Tilmatura dupontii</i>	Chupaflor	Amenazado
<i>Calothorax lucifer</i>	Chupaflor de golilla	
<i>Trogon mexicano</i>	Trogón	
<i>Trogon elegonus</i>	Coa elegante	
<i>Momotus mexicanus</i>	Pájaro reloj	
* <i>Picoides Stricklandi</i>	Carpintero	Amenazado
<i>Cyanocorax yncas</i>	Checla	
<i>Mitrephanes Phaeocereus</i>	Papamoscas burlista	
<i>Tyrannus crassirostris</i>	Luis	
<i>Progne dominicensis</i>	Martín bicolor	
<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca manchada	
<i>Troglodytes aedon</i>	Salta pared	
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	

<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Protegida
<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	Amenazado
<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	Amenazado
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	
<i>Egretta thula</i>	Garza nivea	
<i>Chadrius sp.</i>	Chorlo	
<i>Combina inca</i>	Tórtola cola larga	
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	
<i>Falco peregrinus</i>	**Halcón peregrino	Protegido
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	
<i>Progne subis</i>	Golondrina azul negra	
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	
<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique mexicano	

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS*
MAMIFEROS		
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera	
<i>Najua narica</i>	Coati	
<i>Oryctolagus coniculus</i>	Conejo común	

* Especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el predio y en el área de influencia se desarrolla la fauna tradicional de los suelos costeros como lagartija común (*Desmondus rotundus*) e incluye insectos como hormigas (*Hymenoptera*), algunas Libélulas (*Odonata*), escarabajos (*Coleóptera*), mariposas y palomillas (*Lepidoptera*). Como el área de estudio no cuenta con barreras físicas, existe la posibilidad de que algún individuo mencionado en las tablas anteriores pueda transitar dentro de ésta o dentro del área de influencia; por otra parte, mediante una visita de campo, donde se observó cada parte del predio, no se registró la presencia de madrigueras, nidos, etcétera.

Tanto el sistema de granjas acuícolas cercanas al proyecto, como el mismo, no constituyen una barrera para los desplazamientos principalmente de fauna terrestre, por lo que estas granjas, no se consideran uno de los factores causantes de la fragmentación de hábitats.

Por lo que es uno de los factores que influyen en la distribución y presencia de fauna en el área de estudio.

IV.4.3 Paisaje

El proyecto, esta sobre un terreno con zonas semiáridas o con superficies extensas sin vegetación, ya impactado por actividades antropogénicas, y por característica propia de la zona y correspondiendo a su uso de suelo y de vegetación (vegetación secundaria de selva baja espinosa), ya no existe vegetación forestal en el área; por ello y para generar el mínimo impacto ambiental posible, se llevó acabo un reconocimiento físico del polígono. Donde se encontraron estanques acuícolas colindantes con el proyecto, así como una pequeña parte del polígono colindante con el Estero Ticha y un canal de agua que bordea todo el contorno Este del proyecto, que desemboca en el Estero Ticha. Como ya se ha venido mencionando, al oeste del Área de Estudio, se encuentra un cuerpo de

agua proveniente de las aguas salobres llamado Estero Ticha. La fertilidad de las tierras en la zona, el clima, la factibilidad para el aprovechamiento de agua y muchos aspectos geográficos más que se encuentran en dicha zona, son clave para el desarrollo ideal de la Tilapia (*Oreochromis aureus*), por lo que los gastos de operación y el impacto ambiental, sería elevado y considerable, si este proyecto se propusiera en una zona diferente.

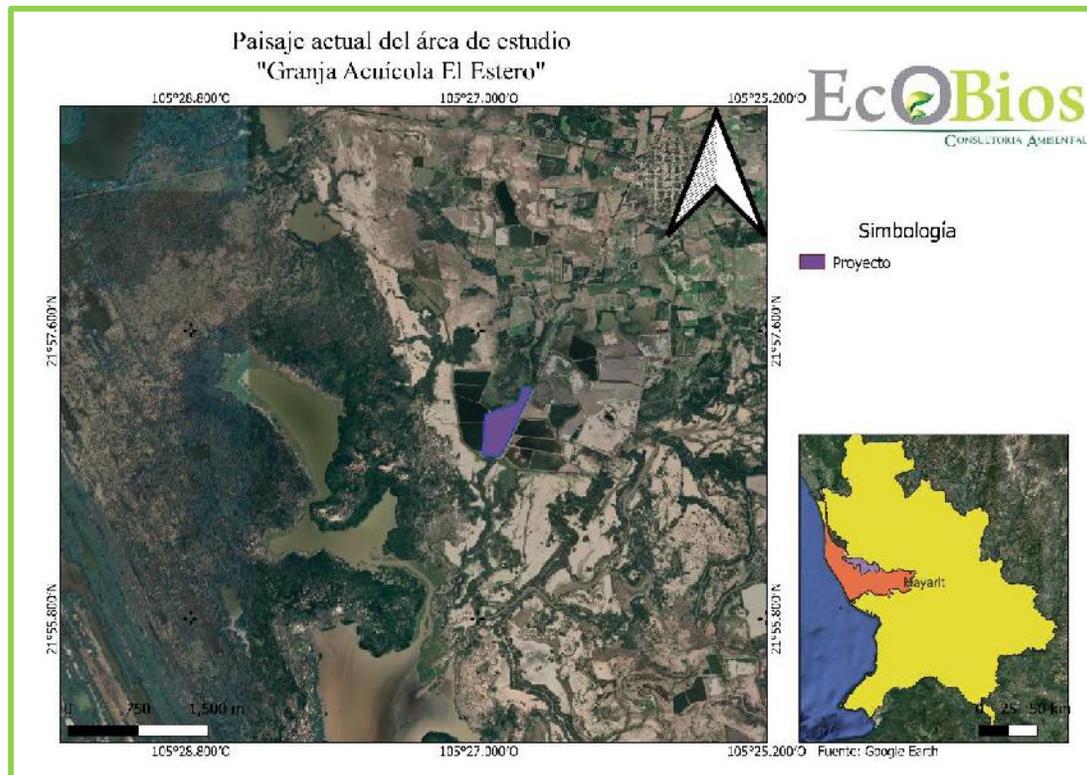


Figura IV.11 Paisaje en el área de estudio

IV.5 Medio Socioeconómico

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.

IV.5.1 Población

INDICADOR	TUXPAN (MUNICIPIO)	NAYARIT (ESTADO)
Población total, 2010	30,030	1,084,979
Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010	8,716	288,680
Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010	3.4	3.7
Hogares con jefatura femenina, 2010	2,319	70,687
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010	8	8.6
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010	54	2,957
Personal médico (personas), 2010	69	2,392
Unidades médicas, 2010	13	481
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010	2.1	2.3
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010	3.5	3.9

Ilustración IV.1 Datos demográficos Tuxpan

IV.5.2 Población económicamente activa

Integrada por los municipios de Acaponeta, Rosamorada, Ruíz y Tuxpan, con una población de 124, 959 habitantes, aportan el 10.1% a la población total estatal. De igual manera aportan el 10% al total estatal de Personas Económicamente Activas (PEA). El 52.8% de su población total se encuentra en situación de pobreza. Tiene una extensión territorial de 406,008.05 has ocupando el segundo lugar en superficie total estatal. Presentan una baja densidad poblacional, así como un índice bajo en grado técnico escolar de la población de 12 años y más.

Destaca el desarrollo por actividades agrícolas, pecuarias y acuícolas, tienen una de las mejores coberturas en estas materias y comparten similitudes que son aptas para el desarrollo y potencial de estas acciones.

Demografía

La población del municipio de Tuxpan se distribuye de acuerdo a datos del Censo de población y Vivienda del INEGI 2020, de la siguiente manera:

Tabla IV.8.- Población por grupo de edades

Variable	Porcentaje
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2015	23.3
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2020	22.2
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2020	22.2
Porcentaje de población de 60 y más años, 2015	14.4
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2020	17.1
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	17.8

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INEGI 2015 y 2020

Tabla IV.9 Unidades económicas del municipio

Tuxpan	TOTAL
(11) Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	37
(21) Minería	0
(22) Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas	4
(23) Construcción	1
(31 - 33) Industrias manufactureras	246
(43) Comercio al por mayor	53
(46) Comercio al por menor	871
(48 - 49) Transportes, correos y almacenamiento	10
(51) Información en medios masivos	6
(52) Servicios financieros y de seguros	23
(53) Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	24
(54) Servicios profesionales, científicos y técnicos	13
(55) Corporativos	0
(56) Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	13
(61) Servicios educativos	55
(62) Servicios de salud y de asistencia social	71
(71) Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	18
(72) Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	475
(81) Otros servicios excepto actividades gubernamentales	378
(93) Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	
(99) No especificado	0
TOTAL	2,318

IV.5.5 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.5.6 Servicios públicos

Población sin acceso a agua: 5.4%, (2020)

Población sin electricidad: 0.4%, (2020)

Población sin baño: 2.7%, (2020)

IV.5.6.6 Centros de Salud

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).

IV.5.6.7 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 Azatlán.

IV.6 Diagnóstico ambiental

Las actividades antropogénicas dentro del área del proyecto, así como de su zona de influencia, tanto históricas como actuales son las de aprovechamiento agrícola y acuícola, los cuales han generado una serie de procesos y fenómenos que determinan la calidad ambiental del área, entre los que podemos considerar como más importantes son la deforestación, erosión y la contaminación.

El área del proyecto se localiza en el ejido de Unión de Corrientes, a 2.37 km al Noroeste de esta localidad con el mismo nombre y a 5.13 km al Suroeste se encuentra la localidad de la Isla de Mexcaltitán, estas localidades repartidas entre el municipio de Tuxpan y Santiago Ixcuintla respectivamente. No cuenta con ningún servicio, por lo cual el promovente se encargará de ellos, como se expuso en el capítulo II.

Se considera que el paisaje, suelo, aire, agua, flora y fauna se encuentran perturbados por actividades antropogénicas de la misma índole, desarrolladas tanto dentro como en las afueras del predio y su área de influencia. Se debe considerar que el área de estudio se eligió capciosamente por ser un polígono en el que existen especies de flora y/o fauna importantes forestales que estén en las listas de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, debido a que no existirá construcción o ampliación de la granja, no tendrá una afectación mayor a la ya realizada, por lo que la operación del proyecto pueda poner en riesgo a las especies de la zona, ya que por la naturaleza del proyecto es un espacio abierto que permite el tránsito de las especies terrestres y las aves que las mismas se pueden alimentar en el área del proyecto.

Con la operación del proyecto no habrá sobreexplotación de recursos que presenten aislamiento o fragmentación por los cambios de uso de suelo.

Integración e interpretación del inventario ambiental

Previo a la interpretación del inventario ambiental, para el presente proyecto, se presenta a continuación una caracterización cuantitativa de los criterios de valoración del Sistema Ambiental, en conjunto con el Área de Influencia. La caracterización se basará en la metodología del Protocolo de Evaluación Visual de Arroyos (*Stream Visual Assessment Protocol*⁷ por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (*USDA* por sus siglas en inglés); sin embargo, para ampliar esta evaluación a todo el Sistema se adecuarán los criterios al

⁷ https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044776.pdf

presente proyecto, generándose así la siguiente matriz, donde se describen cada uno de los criterios contemplados y su valor.

Tabla IV.10 Matriz de descripción de los criterios contemplados y su valor

Criterio	Valor				
	5	4	3	2	1
Integridad de la flora	Ecosistema forestal sin disturbios, 90% o más de diversidad y densidad de especies de flora. Presencia de caminos peatonales.	Ecosistema con acceso a habitantes para diferentes actividades. Presencia de caminos y vías ferroviarias. Vegetación entre el 70-90% de su diversidad y densidad.	Ecosistema natural y zonas utilizadas para agricultura con presencia de localidades urbanas. Uso de pesticidas. Ganadería no extensiva. Vegetación entre el 50-70% de su diversidad y densidad.	Uso residencial/industrial con sistema de drenaje con zonas del ecosistema natural. Plantaciones de vegetación exótica y no endémica. Agricultura. Ganadería extensiva. Vegetación menor al 50% de su diversidad y densidad.	Sin presencia de vegetación natural, extensión de pastizales, agricultura y ganadería extensiva. Uso residencial/industrial.
Integridad de la fauna	Al menos 5 tipos de hábitats disponibles. De cada especie registrada en campo más de 3 individuos.	De 3 a 4 tipos de hábitat disponibles. De cada especie registrada en campo más de 2 individuos.	De 1 a 2 tipos de hábitat disponible. De cada especie registrada en campo un individuo.	Un hábitat disponible. Menos de 10 individuos registrados.	No hay fauna.
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Más de 15 especies	De 10 a 15 especies	De 5 a 10 especies	De 2 a 5 especies	No hay especies
Especies comerciales	Más de 5 especies	4 especies	3 especies	2 especies	Menos de 1 especie
Contaminación	No hay presencia de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), no se rebasan los límites máximos permisibles (LMP), no hay emisiones de gases efecto invernadero (GEI)	Hay presencia de 2 a 3 RSU, el agua sobrepasa los LMP, presencia de vestigios de quema de RSU o como actividad económica (como ladrilleras)	Hay presencia de gran cantidad de RSU, el agua rebasa los LMP y es tóxica, presencia de actividades industriales con emisiones a la atmósfera, presencia de trabajos de movimientos de tierra, minería, etc.		
Erosión	No hay erosión	Entre el 90 y el 50% de cobertura vegetal	Menos del 50% de cobertura vegetal.		

Actividades antropo-génicas	No hay presencia	Agricultura y ganadería sustentable, aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, desarrollo de comunidades sustentables.	Agricultura y ganadería para uso de sobrevivencia, aprovechamiento de los recursos naturales sin restricciones, comunidades sin visión de consecuencia del uso de los recursos.	Actividades de agricultura y ganadería extensiva, extracción de madera, industria, desarrollos poblacionales sin planeación urbana.	
Normativo	El Sistema Ambiental se encuentra en un área de aprovechamiento sustentable. Las actividades van de acuerdo con los Planes y Programas.	El Sistema Ambiental se encuentra en un área de conservación, restrictiva y/o ANP.	El Sistema Ambiental no tiene restricción de aprovechamiento.		
Actividades económicas	Más del 50% de la población total se encuentra activa	Entre el 50 y el 40% de la población se encuentra activa	Entre el 40 y 30% de la población se encuentra activa.	Entre el 30 y 20% de la población se encuentra activa.	Menos del 20% de la población se encuentra activa.

Considerando las características del Sistema Ambiental descritas a lo largo del presente capítulo, se obtuvieron los siguientes valores para el proyecto.

Tabla IV.11 Evaluación de criterios del inventario ambiental

Criterio	Valores
Integridad de la flora	3
Integridad de la fauna	4
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2
Especies comerciales	1
Contaminación	5
Erosión	4
Actividades antropogénicas	4
Normativo	4
Actividades económicas	2
Total	29

En base al resultado anterior, se considera que el Sistema Ambiental se encuentra en condiciones *POBRES*.

Conclusión

Referente a los aspectos bióticos de flora y fauna en el Sistema Ambiental estos se encuentran impactados e intervenidos de manera negativa, debido a las diferentes actividades agrícolas, acuícolas, ganaderas, habitacionales y la presencia de vías de comunicación. El estado en el que se encuentra el área, se ha venido deteriorando por el incremento de dichas actividades en consecuencia de la expansión territorial y el aumento de dichas actividades, siendo así, en la actualidad, el uso de suelo Agricultura de riego anual constituye un 12%, Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia con un 50.3%, Vegetación secundaria arbustiva de manglar con un 37.57% y Cuerpo de agua con un 0.013% del Sistema Ambiental generado.

Actualmente, es importante que las regulaciones sean establecidas y cumplidas, de acuerdo a un enfoque sustentable, en el que las acciones que sean permitidas se realicen con una visión de sus impactos y necesidades que pudieran ocasionar y tener en un futuro.

Tomando en cuenta los datos anteriores, se concluye que se llevó a cabo la construcción sin necesidad de un cambio de uso de suelo y/o el derribo de vegetación forestal, sin embargo, se llevara a cabo una reforestación en las cercanías del proyecto, a un costado de La Laguna Grande de Mexcaltitan y condicionada a no abarcar mayor superficie a la señalada.

Considerando que el tiempo de la adecuación de los estanques de crecimiento y sedimentación, y tomando en cuenta que ya se cuenta con la compuerta de drenado al tanque de oxidación y el mantenimiento del sistema de bombeo, solo serán canceladas las compuertas existentes en los demás estanques, contemplando solo el periodo de cancelación de las compuertas anteriormente mencionadas; no se considera como "severa" la contaminación por partículas de polvo que se pudieran generar en la atmósfera. Así mismo, durante la operación, solo se generarán gases de efecto invernadero por medio de los dos motores que impulsan el sistema de bombeo, las aguas residuales serán tratadas y no habrá contaminación por el uso de fertilizantes, ya que será un cultivo semiorgánico. Además, no se realizarán barreras físicas que puedan impedir la interacción de la Fauna con el espejo de agua del proyecto, entre otras acciones positivas más.

ÍNDICE

V.1 Metodología para 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 diferentes etapas del proyecto (Columnas en la matriz de Interacciones).....	6
V.2 Aplicación de la metodología	7
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.	10
V.2.4 Discusión de la Matriz: Impactos ambientales identificados en la Matriz de Leopold:	15

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos que pudieran generar las obras y actividades de operación y mantenimiento del proyecto sobre los componentes y procesos ambientales y socioeconómicos de su entorno descritos en el Capítulo IV.

V.1 Metodología para 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, con el fin de 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 disponibles, además del 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. En base al Método Conesa simplificado¹, 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 <i>benéfico</i> (+) o <i>perjudicial</i> (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	Benéfico	+
			Perjudicial	-
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).	Puntual	1
			Parcial	2
			Extensa	4

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

Criterios		Significado	Calificación	
		Quando 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	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 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)	Recuperable inmediato	1
			Recuperable a medio plazo	2
			Mitigable o compensable	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 un acción no produce efectos acumulativos	Simple	1

Criterios		Significado	Calificación	
		(acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).	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:

$$= (3 + 2 + + + + + + + +)$$

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 Rangos 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 (adecuación, preparación, construcción, operación y mantenimiento).

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

Preparación del sitio	
Previo a siembra	Clausura de compuertas, adecuación de bordos, barda interior para laguna de oxidación.
Operación y mantenimiento:	
Siembra y cosecha de Tilapia	Uso de vehículos que acuden a la granja
	Presencia de personal
	Llenado de los estanques de crecimiento
	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos
	Generación y descarga de aguas residuales
	Uso y mantenimiento del sistema de bombeo
Mantenimiento de la plantación	
Abandono de sitio:	
Para que el sitio recupere sus atributos naturales perdidos y pueda integrarse al ecosistema al que pertenecía, tendrían que restablecerse las condiciones naturales del área del proyecto y de las áreas circundantes para dejarlo susceptible de una recuperación ecológica, <u>cuestión que por las obras a realizar resulta factible.</u>	

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

Se presenta 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)

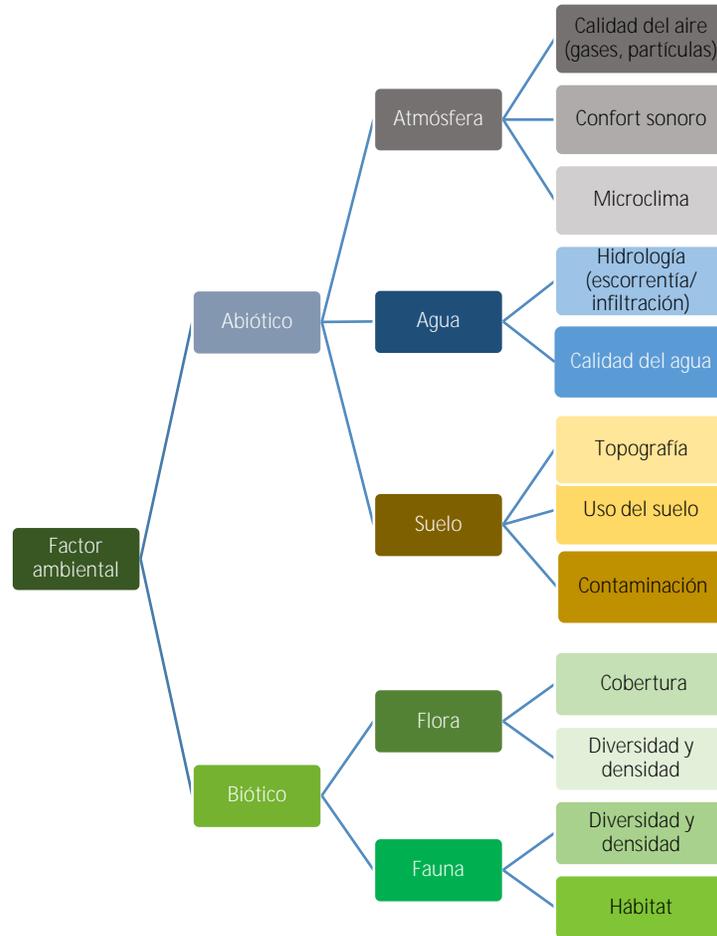
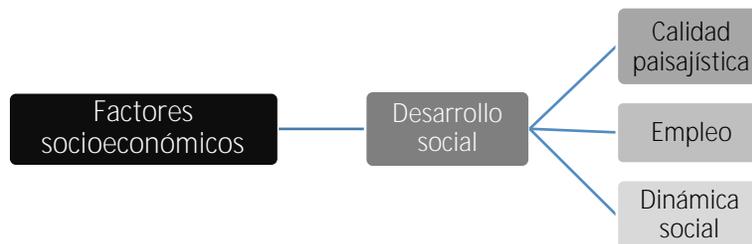


Diagrama V.2 Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras (Factor socioeconómico)



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 las imágenes satelitales de *Google Earth*, sobre las cuales se georreferenció el polígono del área del proyecto, 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), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) 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.

V.2.3 Obtención de los valores de los índices utilizados.

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 disposición de residuos sólidos urbanos; Limpieza y clausura de compuertas	Derivado de las actividades a desarrollar se generarán RSU que irán al Relleno Sanitario los cuales generarán GEI.	1	1	2	4	2	4	2	4	1	1	25	Moderado	
		Uso de vehículos y maquinaria	Los vehículos y maquinaria derivado de la combustión emiten GEI. El rodamiento de los vehículos genera partículas de polvo.	1	2	4	1	1	1	2	4	4	4	2	26	Moderado
		Uso y mantenimiento del sistema de bombeo	El funcionamiento del sistema de bombeo generará emisiones de Gases de Efecto Invernadero.	1	2	4	1	1	1	2	1	4	4	2	23	Irrelevante
		Mantenimiento de la plantación	Con la plantación mejorará la calidad del aire.	2	2	5	4	4	2	1	1	4	4	4	35	Moderado (+)
	Confort sonoro	Presencia de personal	La presencia de personal generará ruidos en el área derivado de las diferentes actividades a realizar.	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	19	Irrelevante	
		Uso de vehículos y maquinaria; uso y mantenimiento del sistema de bombeo	Los vehículos y la maquinaria emiten ruidos, en ocasiones con decibeles muy altos, que suelen ser molestos y rebasan los límites permitidos	1	2	1	1	1	1	2	4	4	4	1	22	Irrelevante
	Microclima	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos y de ME; Presencia de personal	La disposición final de estos cambia las condiciones climáticas del área.	2	2	4	1	1	1	1	1	4	1	24	Irrelevante	
		Mantenimiento de la plantación	La presencia de los individuos forestales en las cercanías del proyecto mejorará las condiciones del clima de la zona.	4	1	4	4	4	2	1	1	1	1	32	Moderado (+)	

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
Agua	Hidrología (escorrentía/ infiltración)	Llenado de estanques de crecimiento	Se hará uso del recurso hídrico del cuerpo de agua colindante al proyecto, el consumo excesivo de éste podría mermar las condiciones de agua del área.	2	4	1	2	2	1	4	4	4	4	36	Moderado
		Mantenimiento de la plantación	La plantación incrementará la infiltración de aguas pluviales a los mantos freáticos.	1	1	2	4	4	2	1	1	4	4	27	Moderado (+)
		Uso y mantenimiento del sistema de bombeo	Posible contaminación del agua del canal/arroyo estero Ticha por derrame de alguna sustancia en caso de avería en la bomba de alimentación durante el llenado de estanques de crecimiento.	1	2	2	1	1	1	2	1	4	1	20	Irrelevante
	Hidrología (escorrentía/ infiltración)	Generación y disposición de RSU; Presencia de personal	Los residuos pueden llegar a influir en la infiltración y escorrentía del agua de lluvia	2	2	2	2	4	1	2	1	1	1	24	Irrelevante
		Llenado de estanques de crecimiento	Se hará uso del recurso hídrico del cuerpo de agua colindante al proyecto, el consumo excesivo de éste podría mermar las condiciones de agua del área.	2	4	1	2	2	1	4	4	4	4	36	Moderado
		Uso y mantenimiento del sistema de bombeo	Posible contaminación del agua del canal/arroyo estero ticha por derrame de alguna sustancia en caso de avería en la bomba de alimentación durante el llenado de estanques de crecimiento.	1	2	2	1	1	1	2	1	4	1	20	Irrelevante
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos ; presencia de personal	Con las diferentes actividades a realizar se generarán RSU que de no ser bien dispuestos los lixiviados se pueden infiltrar en el subsuelo	1	1	1	4	4	1	1	1	1	4	22	Irrelevante
		Generación y descarga de aguas residuales	Posible contaminación de mantos freáticos por el mal tratamiento de aguas residuales y descargas al subsuelo	2	1	1	1	2	1	2	4	4	4	27	Irrelevante
		Mantenimiento de la plantación	Mejorará la calidad del agua de esa zona.	2	2	2	4	1	1	4	4	4	2	32	Moderado (+)

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor	
Calidad del agua	Calidad del agua	Llenado de los estanques de crecimiento	El mal uso del recurso hídrico mermará las condiciones de calidad del agua de la región.	4	2	2	2	1	1	4	2	4	2	34	Moderado	
		Uso y mantenimiento del sistema de bombeo; Uso de vehículos y maquinaria	Las posibles fugas de lubricantes y/o combustibles pueden contaminar el agua pluvial.	1	1	4	4	1	2	2	4	1	1	24	Irrelevante	
		Llenado de los estanques de crecimiento	El consumo excesivo del recurso hídrico mermará las condiciones de acceso de agua del área	1	2	1	4	2	1	4	4	1	1	25	Moderado	
	Uso del Recurso Hídrico	Generación y descarga de aguas residuales	Posible contaminación del recurso hídrico por el mal tratamiento de aguas residuales y descargas al subsuelo	2	2	1	2	4	2	2	2	1	1	25	Moderado	
		Mantenimiento de la plantación	La plantación incrementará la infiltración de aguas pluviales a los mantos freáticos.	2	2	1	4	4	1	2	4	4	4	34	Moderado (+)	
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos.	Contaminación del suelo por mala disposición y exceso en la generación de residuos	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	20	Irrelevante	
	Suelo	Uso de suelo	Mantenimiento de la plantación	Mejorará las condiciones del suelo del área y temperatura en el terreno	2	2	2	2	1	1	2	4	4	4	30	Moderado (+)
			Uso de vehículos y maquinaria; Uso y mantenimiento del sistema de bombeo	Contaminación del suelo por posibles fugas de lubricantes y/o combustibles.	1	1	1	1	2	1	2	1	4	1	18	Irrelevante
			Mantenimiento de la plantación	La plantación incrementará la infiltración de aguas pluviales a los mantos freáticos.	2	2	1	4	4	1	2	4	4	4	34	Moderado (+)
Generación y disposición de residuos sólidos urbanos.			Los residuos mal dispuestos cambian las propiedades fisicoquímicas del suelo.	2	2	2	2	1	1	4	2	4	2	28	Moderado	
Propiedades fisicoquímicas		Presencia de personal	El personal podrá disponer mal los residuos que generen.	1	1	1	4	2	1	2	1	4	1	21	Irrelevante	
		Llenado de estanques de crecimiento	Modificación en las propiedades fisicoquímicas del suelo por la disminución de agua en los mantos freáticos	1	2	1	4	2	4	2	4	4	2	30	Moderado	

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
			mediante la siembra y cosecha del Tilapia.												
		Generación y descarga de aguas residuales	Las aguas residuales mal dispuestas podrían infiltrarse en el subsuelo provocando cambios en las propiedades fisicoquímicas en los mantos freáticos.	1	2	2	2	2	4	2	4	4	2	29	Moderado
		Mantenimiento de la plantación	La plantación evitará la pérdida de nutrientes en el suelo mejorando las propiedades fisicoquímicas del mismo.	1	1	4	4	4	4	2	1	4	4	32	Moderado (+)
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos; Presencia de personal; Uso de vehículos y maquinaria	La mala disposición de residuos por parte del personal, así como el rodamiento de vehículos y maquinaria puede mermar las condiciones de cobertura vegetal e impedir el crecimiento de vegetación lo que propicia la erosión.	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	17	Irrelevante
	Proceso erosivo	Limpieza y clausura de compuertas	Disminuirá la cobertura vegetal lo que propicia la erosión, por medio del viento y agua.	1	1	1	2	1	1	1	1	4	2	18	Irrelevante
		Mantenimiento de la plantación	La plantación evita la erosión del suelo.	1	2	2	4	4	4	2	4	4	2	33	Moderado (+)
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos. Limpieza y clausura de compuertas	Contaminación del suelo donde puede desarrollarse un individuo por la mala disposición de los RSU disminuyendo el crecimiento de vegetación.	1	1	1	4	1	4	1	4	4	4	28	Moderado
Flora	Cobertura, diversidad y densidad	Presencia de personal; Uso de vehículos y maquinaria; Uso y mantenimiento del sistema de bombeo	El tránsito del personal, vehículos y maquinaria por áreas no permitidas, las posibles fugas de lubricantes y/o combustibles, así como la extracción de especies, podría provocar la disminución de las mismas, afectar las condiciones de cobertura de las áreas de conservación y dificultar el crecimiento de vegetación.	1	1	1	4	1	1	2	4	4	1	23	Irrelevante

Componente y factor ambiental		Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
		Mantenimiento de la plantación	Con la plantación se incrementará la diversidad y densidad de flora en la región	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	35	Moderado (+)
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos; Limpieza y clausura de compuertas	Los residuos mal dispuestos podrían contaminar el alimento o ser ingeridos por los animales, asimismo disminuir el área para cohabitar.	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	Irrelevante
Fauna	Diversidad, densidad y hábitat	Presencia de personal; Uso de vehículos y maquinaria;	La presencia del personal y vehículos y maquinaria ahuyentarán la fauna del área, así como puede llegar a ser capturada o cazada por algún miembro del personal.	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21	Irrelevante
		Uso y mantenimiento del sistema de bombeo	Se podría ocasionar algún envenenamiento de la fauna con las posibles fugas de lubricantes y/o combustibles.	1	1	4	4	1	2	2	4	1	1	22	Irrelevante
		Mantenimiento de la plantación	Incrementará la disponibilidad de áreas de anidación, así como de refugio.	2	2	1	4	4	2	1	1	4	4	31	Moderado (+)
		Presencia de personas y uso de vehículos y maquinaria	La presencia del personal, así como los vehículos y la maquinaria decrece las condiciones naturales del área y en ocasiones condiciona la tranquilidad del lugar.	1	1	1	4	1	1	2	4	4	2	24	Irrelevante
Desarrollo social	Calidad paisajística	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos.	Los residuos mal dispuestos disminuyen la calidad del paisaje del lugar.	2	2	2	4	2	2	2	4	1	1	28	Moderado

Componente y factor ambiental	Acción del proyecto	Descripción del efecto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	Valor
	Generación y descarga de aguas residuales	Inadecuada disposición de aguas residuales merma las condiciones naturales del área.	1	1	1	1	1	1	2	1	4	2	18	Irrelevante
	Mantenimiento de la plantación	Mejorarán las condiciones de paisaje del área.	2	1	4	4	2	1	2	4	4	2	31	Moderado (+)
	Contratación de personal	En general para todas las actividades del proyecto se estará contratando personal de la zona	2	2	1	4	4	1	2	4	4	4	34	Moderado (+)
Empleo														

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.

Aspectos más importantes del proyecto y de su entorno:

1. Derivado de la existencia de las granjas acuícolas, parcelas agrícolas y caminos de saca-cosechas, a través de los años dichas actividades han fragmentado el ecosistema del Sistema Ambiental y su estado de conservación original.
2. El uso de suelo del predio de acuerdo con la serie VII de Uso de Suelo del INEGI es Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar.
3. El proyecto no contempla ni contempló la remoción de vegetación forestal.
4. La generación de aguas residuales provenientes de los estanques de crecimiento, será canalizada a la laguna de oxidación propuesta, para su tratamiento mediante el método de sedimentación.

5. 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 acuicultura.
6. La fauna que se puede avistar en el área de influencia consiste en pequeños mamíferos y reptiles terrestres que se desplazan entre los predios aledaños y el área del proyecto, así como diversas especies de aves costeras. Destaca por su categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 la Iguana verde (*Iguana iguana*), especie que es tolerante a la presencia humana y se puede observar en ambientes urbanizados.
7. Los residuos sólidos urbanos que se generen serán recolectados por el promovente para su disposición final.

Como preámbulo y realizando un análisis de lo que se ha venido señalando en los capítulos anteriores, el área de estudio ha presentado afectaciones sobre el ecosistema natural, ya que décadas anteriores el sitio ya era una zona donde se desarrollan actividades agrícolas y acuícolas.

Dicho lo anterior, los impactos ocasionados por la operación y el mantenimiento, resultaron de relevancia *irrelevante y moderada*, ya que no es una zona conservada y el proyecto compromete en mínima medida al medio ambiente.

Atmósfera

La gestión de los residuos sólidos urbanos resulta ser un problema de importancia a nivel nacional, al cual las autoridades gubernamentales aún no le dan la importancia que le corresponde, por lo anterior, la disposición final de estos resulta de impacto *Moderado*, ya que, en el relleno sanitario se generan Gases de Efecto Invernadero, así como lixiviados, afectaciones que al proyecto no le corresponde lidiar. Aun así, por parte del proyecto se realizará la correcta separación de estos, además de su reutilización.

Agua

El proyecto contempla la operación de una laguna de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales que se generen en los estanques de crecimiento, por lo que no habrá afectación por descargas de aguas residuales.

Balance de aguas subterráneas: La zona en estudio se encuentra ubicada en el acuífero San Pedro - Tuxpan (1802, presenta una disponibilidad media anual hasta el año 2020, igual a DMA= 3, 411,990 m³. En el año de 2020 fecha de la publicación de la disponibilidad media anual de este acuífero el Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS)= 32, 588, 010m³.

La política de extracción de aguas subterráneas para la cuenca de estudio, será de 343,628.65 m³. Por lo que se obtiene un volumen medio anual de 687,257.3 m³.

Actualizando el Balance medio anual de aguas subterráneas en el acuífero San Pedro - Tuxpan, considerando la extracción del volumen comprometido se obtiene un volumen de 31, 900,752.7 m³, lo que sitúa al acuífero con disponibilidad. Por tanto, se considera que esta extracción no afectará a la cantidad disponible de agua en el acuífero San Pedro - Tuxpan.

Análisis Hidrológico (aguas superficiales y aguas subterráneas) y caracterización del suelo:

Previo a la realización y diseño del proyecto que nos ocupa, se llevó a cabo un análisis Hidrológico de la zona de estudio, a fin de determinar si la zona es apta para llevarse a cabo un proyecto de esta índole y determinar si con la operación del mismo se afecta el elemento hídrico disponible o presente en la zona, mismo que concluyó en lo siguiente:

1. El volumen que se utilizará en el proyecto es de 687,257 m³/anuales de agua por lo que es por mucho inferior a la disponibilidad media anual de la cuenca; no representando una afectación en aguas superficiales de la cuenca.
2. Cabe señalar que los gastos adoptados propios de la cuenca del escurrimiento alimentador de la granja a un periodo de aguas máximas ordinarias (tr= 5 años) es de 4.87 según la metodología adoptada lo que representa que en una lluvia torrencial será suficiente para obtener la disponibilidad requerida para el proyecto.
3. Con respecto a las aguas subterráneas la zona de estudio se localiza en el acuífero San Pedro - Tuxpan, el cual según la Comisión Nacional del Agua actualmente se encuentra en disponibilidad, pero al no contar el proyecto con extracción de aguas subterráneas no hay afectación alguna para el acuífero.
4. El volumen medio anual de la cuenca es de 1,092,010.691 m³, el volumen comprometido para el llenado de los estanques es de 687,257.3 m³, así mismo se dejará un Volumen Ecológico de 218,402.138 m³, teniendo una disponibilidad media anual de 186,351.25 m³, por lo tanto, la disponibilidad de la cuenca no se verá comprometida.
5. El agua que ingresa al estanque para su llenado se retornará al mismo cuerpo de agua, es decir no se realizarán acciones de desecación del estanque por evaporación como se lleva a cabo en otras granjas de la zona. Ya que se optó por tratar el agua que se utilizó para el cultivo y devolverla al mismo sistema para evitar afectación en los flujos normales hidrológicos. (Anexo Análisis Hidrológico)

Suelo

El uso de suelo en la zona de acuerdo con el INEGI es considerado como Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia por lo que las condiciones naturales y debido al creciente desarrollo de la zona se ha comenzado a mermar las condiciones de la zona, lo que confirma que la operación y mantenimiento de este proyecto no generará nuevos impactos en el área, mismos que han existido con anterioridad y en tiempos recientes. Uno de los principales impactos que afectarán a este componente será la generación de residuos, que como se explicó anteriormente, es un elemento que resulta difícil de controlar únicamente por parte del proyecto; sin embargo, se tienen consideradas una serie de medidas de mitigación, prevención y compensación que ayudarán a disminuir la afectación, como son la separación de residuos, entre otras actividades.

Aunado a lo anterior, se tendrá precaución en el manejo de lubricantes y combustibles, para evitar que exista algún derrame por parte de estos en el suelo, en caso de que así suceda se procederá a la remediación inmediata.

Flora

Para este componente resulta imprescindible mencionar que la zona donde se encuentra el proyecto es considerada como de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia, misma que presenta condiciones naturales de vegetación que han sido mermadas a lo largo de los años y en mayor medida por actividades de desarrollo de la zona en el último periodo de tiempo, por diferentes actividades antropogénicas, derivando una fragmentación del ecosistema.

Cabe señalar que desde la existencia de las actividades acuícolas que se está generando hoy en día en la zona, impactaron de manera tal que actualmente no se tiene presencia importante de vegetación en las inmediaciones del proyecto. Además, se tendrá prohibida la circulación en áreas no propias del proyecto, esto con el objetivo de no mermar otras zonas con cobertura vegetal, así mismo, no se permitirá la extracción de especies.

Fauna

Desde tiempo atrás el área del proyecto ha sido una zona de actividades agrícolas y acuícolas, en las que la diversidad y densidad de la fauna no se ha visto comprometida. Por lo que, la operación y mantenimiento del proyecto, por las actividades que implica, no se afectará a la fauna.

Actualmente en el polígono del proyecto no hay evidencia de que éste sea utilizado como lugar de hábitat de la fauna, ya que se encuentra en una zona previamente impactada, donde desde hace tiempo la fauna fue ahuyentada derivado de las diferentes actividades antropogénicas; sin embargo, se tendrá especial cuidado con la disposición de los Residuos que sean generados, para evitar que estos sean consumidos por la fauna que pudiera encontrarse en el área del proyecto. Además, se vigilará para evitar que exista algún tipo de extracción o caza de individuos.

Desarrollo social

La construcción de cualquier tipo de proyecto, necesario para el desarrollo económico, generará impactos al ambiente, mismos que sin la vigilancia adecuada podrían ser grandes afectaciones o bien ser compatibles con las condiciones del área.

Como se ha venido planteando el proyecto implementará una serie de medidas que disminuirán las afectaciones al ecosistema. El uso de vehículos y maquinaria será de manera temporal, solo para actividades de mantenimiento de los estanques. Los residuos serán dispuestos en contenedores debidamente señalados y tapados para evitar su dispersión.

Conclusión

Derivado del análisis antes expuesto, considerando los resultados de los capítulos anteriores, la operación y el mantenimiento del proyecto, no generará nuevos impactos ambientales de los que ya existen en la zona, ya que el ecosistema se ha venido fragmentando por las diferentes actividades antropogénicas que ahí había, como es la construcción de granjas acuícolas, entre otras. Además, como se considera en el uso de suelo del INEGI, el área es catalogada como Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia y Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar, por lo que la infraestructura del proyecto fue

construida en una zona conservada de vegetación forestal. Sumado a todo lo mencionado, la tendencia que tiene el área es de crecimiento acuícola para el desarrollo social y económico del Municipio.

Se considera que el proyecto es de tipo sustentable y semiorgánico, ya que no ocasionará impactos ambientales relevantes a la zona, ni fragmentará las condiciones ecosistémicas que actualmente existen, así como la utilización de alimento orgánico y la cosecha de una especie nativa.

ÍNDICE

VI.1 Descripción del programa de medidas preventivas, correctivas o de mitigación enlistadas por etapa del proyecto y por componente ambiental:	2
VI.1.1 Medida de Compensación	12
VI.2 Programa de vigilancia ambiental	15
VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)	15
VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas	15
VI.5 Impactos residuales	15

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se puntualizan las medidas preventivas, de mitigación, correctivas o de compensación 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 las actividades a realizar para la operación 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 la etapa de construcción, operación y mantenimiento.

Derivado del análisis anterior establecen medidas que se deberán llevar a cabo durante la operación del proyecto para reducir su participación en los impactos residuales, es decir, en la suma de impactos ambientales que ejercen cada uno de los proyectos, actividades o acciones sobre el área del proyecto, 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.

Las obras y actividades del proyecto no afectarán directamente al ecosistema terrestre, ni al marino, ni causarán su desequilibrio, así como tampoco rebasarán los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, tal como se señala en los capítulos anteriores.

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.

Atmósfera				
Factor ambiental	Actividad generadora	Impacto ambiental	Medida de prevención, mitigación y/o compensación	Parámetro de control (valor)
Calidad del aire	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos.	Contaminación del aire derivado de las actividades a desarrollar se generarán RSU que irán al Relleno Sanitario los cuales generarán GEI	<p>* Cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU.</p> <p>*Se realizarán diariamente campañas de limpieza antes de terminar la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos.</p> <p>*Se contará con contenedores con tapadera debidamente rotulados para la separación de los RSU, distribuidos en diferentes puntos del polígono del proyecto.</p> <p>*Se ubicará un sitio específico para el acopio de los residuos sólidos urbanos que se localizará en la entrada de la bodega para ser recogidos por el promovente.</p> <p>*La generación de RSU no excederá de 0.5 kg/persona/día.</p> <p>*Los materiales que puedan ser reutilizados, serán colectados y almacenados temporalmente para su uso y/o adecuada disposición posterior.</p> <p>*Se tendrá prohibido verter RSU a la vía pública, predios baldíos, ductos de drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°)</p> <p>*Está prohibida la quema de residuos.</p> <p>*Se llevará a cabo la separación de los residuos por parte del personal.</p>	<p>*4 botes rotulados (orgánico e inorgánico) con tapadera.</p> <p>*Fotografías de la recolección de residuos por parte del promovente.</p> <p>*El total de los RSU será de <0.5 kg/persona/día.</p> <p>*1 Reglamento de manejo de residuos para el personal.</p>
	Uso de vehículos	Contaminación del aire por los vehículos y maquinaria que derivado de la combustión emiten GEI. El rodamiento de los vehículos genera partículas de polvo	<p>*Los vehículos y maquinaria se mantendrán bajo un estricto control de su mantenimiento en centros autorizados.</p> <p>*En caso de que la maquinaria sufra algún deterioro se le dará mantenimiento en un taller autorizado en la localidad más cercana.</p> <p>*Se instalarán señalamientos indicando una velocidad máxima de 20 km/h para evitar la generación excesiva de partículas de polvo.</p>	<p>*Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres Autorizados.</p>

	Uso y mantenimiento del sistema de bombeo	El funcionamiento del sistema de bombeo generará emisiones de Gases de Efecto Invernadero	*Se realizará de manera periódica el mantenimiento del equipo de bombeo. *El uso de éste será periódico. *Se utilizará el catalizador correcto en el sistema de escape, para bajar el índice de contaminación que producen los motores.	*Bitácora del mantenimiento del sistema de bombeo.
Micro-clima	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	La disposición final de estos cambia las condiciones climáticas del área	*Durante toda la operación del proyecto se promoverá el uso de productos biodegradables. *Se realizará la separación de los RSU con el fin de disminuir las cantidades que se generen, además, se propiciará la reutilización de los residuos.	*4 Contenedores con tapadera para separación de RSU distribuidos en diferentes puntos del proyecto. *1 Reglamento para el personal.
	Llenado de los estanques de crecimiento.	La presencia de los estanques causarán reflexión solar directamente a la tierra y los espejos de agua, incrementando la temperatura en el área	*Se realizará la plantación de Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) y Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i> , en las cercanías del proyecto, éstas fungirán como barreras naturales para evitar la erosión del suelo, propiciará la filtración del agua y servirá de refugio para la fauna.	*Fotografías de la plantación de los individuos forestales.

Agua				
Factor ambiental	Actividad generadora	Impacto ambiental	Medida de prevención, mitigación y/o compensación	Parámetro de control (valor)
Hidrología (escorrentía/ infiltración)	Uso de vehículos y maquinaria	El rodamiento de vehículos y maquinaria compacta la superficie impidiendo la infiltración	*Se transitará únicamente por los caminos establecidos de uso común.	*Superficie de presencia = 185,383.80 m ² .
	Llenado de los estanques de crecimiento	Se hará uso del recurso hídrico del cuerpo de agua colindante al proyecto, el consumo excesivo de éste podría mermar las	*El requerimiento del recurso hídrico para el llenado de los estanques con recambios de agua es del 687,257.3 m ³ , con respecto a la disponibilidad del volumen medio anual del escurrimiento de la cuenca hacia abajo que es de: 1,092,010.691 m ³ de m ³ anuales, lo que representa un 63% del total del volumen disponible.	*Bitácora de encendido de la bomba para el llenado de los estanques, así como de sus recambios, con el número de horas de

		condiciones de agua del área		operación de la misma.
	Uso y mantenimiento del sistema de bombeo	Posible contaminación del agua del canal/arroyo Ticha y el Estero Ticha por derrame de alguna sustancia en caso de avería en la bomba de alimentación durante el llenado de los estanques de crecimiento	*El sistema de bombeo se mantendrá bajo estricto control de mantenimiento una vez antes de cada ciclo y en caso de avería se reparará de manera inmediata fuera del cárcamo para evitar la contaminación del recurso hídrico.	*Bitácora de mantenimiento del sistema de bombeo.
	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos; presencia de personal	Los residuos mal dispuestos pueden llegar a influir en la infiltración y escorrentía del agua de lluvia	* Cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU. *Se realizarán diariamente campañas de limpieza antes de terminar la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos. *Se contará con contenedores con tapadera debidamente rotulados para la separación de los RSU, distribuidos en diferentes puntos del polígono del proyecto. *Se ubicará un sitio específico para el acopio de los residuos sólidos urbanos que se localizará en la entrada de la bodega para ser recogidos por el promovente. *La generación de RSU no excederá de 0.5 kg/persona/día. *Los materiales que puedan ser reutilizados, serán colectados y almacenados temporalmente para su uso y/o adecuada disposición posterior. *Se tendrá prohibido verter RSU a la vía pública, predios baldíos, ductos de drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°) *Está prohibida la quema de residuos. *Se llevará a cabo la separación de los residuos por parte del personal.	*4 botes rotulados (orgánico e inorgánico) con tapadera. *Fotografías de la recolección de residuos por parte del promovente. *El total de los RSU será de <0.5 kg/persona/día. *1 Reglamento de manejo de residuos para el personal.
Calidad del agua; Uso del recurso hídrico	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos y de ME; presencia de personal	Con las diferentes actividades a realizar se generarán RSU que de no ser bien dispuestos los lixiviados se pueden infiltrar en el subsuelo		
	Generación y descarga de aguas residuales	Posible contaminación de mantos freáticos por el mal tratamiento de aguas residuales y	* La totalidad de las aguas residuales serán tratadas mediante una laguna de oxidación. * Previo a drenar el agua de la laguna de oxidación hacia el canal/arroyo estero Ticha, se realizarán muestreos para verificar que el agua cumple con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-2021.	*Fotografías de la laguna de oxidación. *Resultados de análisis de laboratorio.

		descargas al subsuelo		
	Llenado de los estanques de crecimiento	El mal uso del recurso hídrico mermará las condiciones de calidad del agua de la región.	*Se realizará el llenado de los estanques una vez por año, por lo que no habrá sobreexplotación del recurso hídrico del Estero Ticha.	*Bitácora de encendido de la bomba para el llenado de los estanques, así como de sus recambios, con el número de horas de operación de la misma.
	Uso y mantenimiento del sistema de bombeo; Uso de vehículos y maquinaria	Las posibles fugas de lubricantes y/o combustibles pueden contaminar el agua pluvial.	*Se realizará un mantenimiento constante al sistema de bombeo para evitar la generación de alguna fuga o avería.	*Bitácora del mantenimiento adecuado del sistema de bombeo. *Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres Autorizados.

Suelo				
Factor ambiental	Actividad generadora	Impacto ambiental	Medida de prevención, mitigación y/o compensación	Parámetro de control (valor)
Uso del suelo	Uso de vehículos y maquinaria; Uso y mantenimiento del sistema de bombeo	Contaminación del suelo por posibles fugas de lubricantes y/o combustibles	*Se realizarán los mantenimientos en tiempo y forma para evitar el desgaste excesivo, de esta manera evitando derrames de combustibles o lubricantes. *Instalación de superficies repelentes (Lonas de plástico) o que impidan la infiltración en los periodos de mantenimiento y reparación de los vehículos y sistema de bombeo.	*Reglamento de disposición de líquidos contaminantes y de reparación de maquinaria. *Bitácoras de reparación de equipos.

	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos.	Contaminación del suelo por mala disposición y exceso en la generación de residuos	<p>* Cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU.</p> <p>*Se realizarán diariamente campañas de limpieza antes de terminar la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos.</p> <p>*Se contará con contenedores con tapadera debidamente rotulados para la separación de los RSU, distribuidos en diferentes puntos del polígono del proyecto.</p> <p>*Se ubicará un sitio específico para el acopio de los residuos sólidos urbanos que se localizará en la entrada de la bodega para ser recogidos por el promovente.</p> <p>*La generación de RSU no excederá de 0.5 kg/persona/día.</p> <p>*Los materiales que puedan ser reutilizados, serán colectados y almacenados temporalmente para su uso y/o adecuada disposición posterior.</p> <p>*Se tendrá prohibido verter RSU a la vía pública, predios baldíos, ductos de drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°)</p> <p>*Está prohibida la quema de residuos.</p> <p>*Se llevará a cabo la separación de los residuos por parte del personal.</p>	<p>*4 botes rotulados (orgánico e inorgánico) con tapadera.</p> <p>*Fotografías de la recolección de residuos por parte del promovente.</p> <p>*El total de los RSU será de <0.5 kg/persona/día.</p> <p>*1 Reglamento de manejo de residuos para el personal.</p>
Propiedades fisicoquímicas	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos y de ME	Los residuos mal dispuestos cambian las propiedades fisicoquímicas del suelo.	<p>*Se realizará una plática de inducción con el personal sobre el manejo adecuado de los RSU.</p> <p>*Se instalarán botes de basura distribuidos en diferentes puntos del polígono del proyecto para la disposición de los residuos que se puedan generar.</p> <p>*Al finalizar la jornada laboral, se realizará una brigada de limpieza en los alrededores de la granja.</p>	<p>*Fotografías de brigadas de limpieza.</p> <p>*Botes de basura para distribuidos en diferentes puntos del polígono del proyecto.</p>
	Presencia de personal	El personal podrá disponer mal los residuos que generen.		
	Llenado de los estanques de crecimiento	Modificación en las propiedades fisicoquímicas del suelo por la disminución de agua en los mantos freáticos mediante la siembra y cosecha de la tilapia.	<p>*Se instalarán señalamientos dentro del baño del uso moderado del recurso hídrico, para concientizar a los trabajadores.</p>	<p>* Instalación de 2 señalamiento por cada estanque.</p>

	Generación y descarga de aguas residuales	Las aguas residuales mal dispuestas podrían infiltrarse en el subsuelo provocando cambios en las propiedades fisicoquímicas en los mantos freáticos	<p>* La totalidad de las aguas residuales serán tratadas mediante una laguna de oxidación.</p> <p>* Previo a drenar el agua de la laguna de oxidación hacia el canal/arrollo Ticha, se realizarán muestreos para verificar que el agua cumple con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-2021.</p>	<p>*Fotografías de la laguna de oxidación.</p> <p>*Resultados de análisis de agua</p>
Proceso erosivo	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos; Presencia de personal; Uso de vehículos.	La mala disposición de residuos por parte del personal, así como el rodamiento de vehículos puede mermar las condiciones de cobertura vegetal e impedir el crecimiento de vegetación lo que propicia la erosión	<p>*Se instalarán botes de basura distribuidos en diferentes puntos del polígono del proyecto para la disposición de los residuos que se puedan generar.</p> <p>*Estará prohibido circular por superficies fuera del polígono del proyecto.</p>	<p>*4 botes rotulados (orgánico e inorgánico) con tapadera en diferentes puntos del polígono del proyecto.</p> <p>*Superficie de trabajo = 185,383.80 m².</p>

Flora				
Factor ambiental	Actividad generadora	Impacto ambiental	Medida de prevención, mitigación y/o compensación	Parámetro de control (valor)
Cobertura, diversidad y densidad	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos; Limpieza y clausura de compuertas.	Contaminación del suelo donde puede desarrollarse un individuo por la mala disposición de los RSU disminuyendo el crecimiento de vegetación.	<p>* Cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU.</p> <p>*Se realizarán diariamente campañas de limpieza antes de terminar la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos.</p> <p>*Se contará con contenedores con tapadera debidamente rotulados para la separación de los RSU, distribuidos en diferentes puntos del polígono del proyecto.</p> <p>*Se ubicará un sitio específico para el acopio de los residuos sólidos urbanos que se localizará en la entrada de la bodega para ser recogidos por el promovente.</p> <p>*La generación de RSU no excederá de 0.5 kg/persona/día.</p> <p>*Los materiales que puedan ser reutilizados, serán colectados y</p>	<p>*4 botes rotulados (orgánico e inorgánico) con tapadera.</p> <p>*Fotografías de la recolección de residuos por parte del promovente.</p> <p>*El total de los RSU será de <0.5 kg/persona/día.</p> <p>*1 Reglamento de manejo de residuos para el personal.</p>

			<p>almacenados temporalmente para su uso y/o adecuada disposición posterior.</p> <p>*Se tendrá prohibido verter RSU a la vía pública, predios baldíos, ductos de drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°)</p> <p>*Está prohibida la quema de residuos.</p> <p>*Se llevará a cabo la separación de los residuos por parte del personal.</p>	
	<p>Presencia de personal; Uso de vehículos; Uso y mantenimiento del sistema de bombeo; Almacenamiento de material</p>	<p>El tránsito del personal, vehículos por áreas no permitidas, las posibles fugas de lubricantes y/o combustibles, así como la extracción de especies, podría provocar la disminución de las mismas, afectar las condiciones de cobertura de las áreas de conservación y dificultar el crecimiento de vegetación</p>	<p>*Previo al inicio de actividades se realizará un taller donde se hará del conocimiento de los trabajadores que solo pueden circular sobre la superficie del proyecto.</p> <p>*No se permitirá la extracción de especies de áreas colindantes con el polígono.</p> <p>*Se tendrá prohibido circular en áreas fuera a las correspondientes con el proyecto.</p> <p>*Se aplicará la medida de compensación que consta de una plantación de especies endémicas de la región.</p>	<p>*Superficie de presencia = 185,383.80 m².</p> <p>*Plantación de individuos forestales.</p>
	<p>Llenado de los estanques de crecimiento;</p>	<p>La presencia de las compuertas, disminuirá la cobertura vegetal herbácea e imposibilitará su desarrollo</p>		

Fauna				
Factor ambiental	Actividad generadora	Impacto ambiental	Medida de prevención, mitigación y/o compensación	Parámetro de control (valor)

Diversidad, densidad y hábitat	<p>Generación y disposición de residuos sólidos urbanos; Limpieza y clausura de compuertas.</p>	<p>Los residuos mal dispuestos podrían contaminar el alimento o ser ingeridos por los animales, asimismo disminuir el área para cohabitar</p>	<p>* Cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU. *Se realizarán diariamente campañas de limpieza antes de terminar la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos. *Se contará con contenedores con tapadera debidamente rotulados para la separación de los RSU, distribuidos en diferentes puntos del polígono del proyecto. *Se ubicará un sitio específico para el acopio de los residuos sólidos urbanos que se localizará en la entrada de la bodega para ser recogidos por el promovente. *La generación de RSU no excederá de 0.5 kg/persona/día. *Los materiales que puedan ser reutilizados, serán colectados y almacenados temporalmente para su uso y/o adecuada disposición posterior. *Se tendrá prohibido verter RSU a la vía pública, predios baldíos, ductos de drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°) *Está prohibida la quema de residuos. *Se llevará a cabo la separación de los residuos por parte del personal.</p>	<p>*4 botes rotulados (orgánico e inorgánico) con tapadera. *Fotografías de la recolección de residuos por parte del promovente. *El total de los RSU será de <0.5 kg/persona/día. *1 Reglamento de manejo de residuos para el personal.</p>
	<p>Presencia de personal; Uso de vehículos</p>	<p>La presencia del personal y vehículos ahuyentarán la fauna del área, así como puede llegar a ser capturada o cazada por algún miembro del personal</p>	<p>*Se tendrá prohibida la caza/colecta de especies. *A través del taller/pláticas se concientizará al personal que solo podrá circular por el área del proyecto.</p>	<p>*Cero personales de trabajo después del horario establecido para las actividades de diarias de operación y mantenimiento. *Superficie de presencia = 185,383.80 m².</p>
	<p>Uso y mantenimiento o del sistema de bombeo; Almacenamiento</p>	<p>Se podría ocasionar algún envenenamiento de la fauna con las posibles fugas de</p>	<p>*El mantenimiento del sistema de bombeo se realizará en la bodega existente, de igual manera el almacenamiento de material será ahí mismo para que este se encuentre resguardado y sobre piso de concreto.</p>	<p>*Superficie de presencia = 185,383.80 m².</p>

	nto de material	lubricantes y/o combustibles		*Fotografías del almacenamiento de material sobre superficie de concreto.
--	-----------------	------------------------------	--	---

Desarrollo social				
Factor ambiental	Actividad generadora	Impacto ambiental	Medida de prevención, mitigación y/o compensación	Parámetro de control (valor)
Calidad paisajística	Generación y descarga de aguas residuales	Inadecuada disposición de aguas residuales merma las condiciones naturales del área	* La totalidad de las aguas residuales serán tratadas mediante la laguna de oxidación.	*Fotografías de la laguna de oxidación.
	Presencia de personas y uso de vehículos.	La presencia el personal, así como los vehículos decrece las condiciones naturales del área y en ocasiones condiciona la tranquilidad del lugar	*estará prohibido circular por áreas fuera de la superficie del polígono del proyecto.	*Superficie de presencia = 185,383.80 m ² .

	<p>Generación y disposición de residuos sólidos urbanos.</p>	<p>Los residuos mal dispuestos disminuyen la calidad del paisaje del lugar</p>	<p>* Cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU. *Se realizarán diariamente campañas de limpieza antes de terminar la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos. *Se contará con contenedores con tapadera debidamente rotulados para la separación de los RSU, distribuidos en diferentes puntos del polígono del proyecto. *Se ubicará un sitio específico para el acopio de los residuos sólidos urbanos que se localizará en la entrada de la bodega para ser recogidos por el promovente. *La generación de RSU no excederá de 0.5 kg/persona/día. *Los materiales que puedan ser reutilizados, serán colectados y almacenados temporalmente para su uso y/o adecuada disposición posterior. *Se tendrá prohibido verter RSU a la vía pública, predios baldíos, ductos de drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°) *Está prohibida la quema de residuos. *Se llevará a cabo la separación de los residuos por parte del personal.</p>	<p>*4 botes rotulados (orgánico e inorgánico) con tapadera. *Fotografías de la recolección de residuos por parte del promovente. *El total de los RSU será de <0.5 kg/persona/día. *1 Reglamento de manejo de residuos para el personal.</p>
--	--	--	---	--

Medidas de Compensación y/o Restauración de los daños ocasionados por las obras

VI.1.1 Medida de Compensación

Dado que el presente proyecto trata de una granja acuícola, que se encuentra en una zona impactada previamente con actividades de agricultura y acuicultura dentro del municipio de Tuxpan, el cual con el objeto de encontrarse en regla de acuerdo con la legislación ambiental y para continuar con sus actividades, mediante el presente estudio se realizó un análisis de los posibles impactos causados por la presencia de éste y de aquellos que se podrán generar durante las diferentes actividades a desarrollar.

Por tal motivo, derivado del procedimiento administrativo elaborado por la PROFEPA y por las actividades realizadas sin previa autorización, se estableció una medida de compensación que trata de una plantación forestal por los daños que pudieron ser ocasionados por las diferentes obras y/o actividades presentes.

Se llevará a cabo una plantación por medio de una restauración activa que consiste en la intervención humana directa, donde se reintroducirán especies erradicadas regionalmente 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.

Ésta será dentro del mismo sistema ambiental del proyecto, en el mismo ecosistema del Municipio de Tuxpan, en una superficie 185,653 m² (18,565 individuos), con especies endémicas y de alta importancia para la región como son: Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*) y Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*).



Imagen VI.1 Polígono de reforestación

El siguiente polígono corresponde a las márgenes de la Laguna Grande de Mexcaltitán en el predio conocido como "Las Yeguas" a 1 Km del polígono del proyecto. Se solicitó la superficie a el ejido, el cual accedió a otorgarlo debido a que el uso es del tipo Manglar y a que es considerado en el Registro Agrario Nacional (RAN) como Tierras de uso común de acuerdo con el SIGEIA.

Tabla VI.2. Coordenadas del polígono de reforestación

COORDENADAS UTM DEL ÁREA DE REFORESTACIÓN	
X	Y
452180.62	2427127.97
452252.05	2427065.58
452278.06	2427017.64
452311.97	2426960.78
452331.44	2426905.41
452301.66	2426800.67
452282.55	2426760.78
452291.5	2426724.58
452306.4	2426647.95
452309.08	226584.81

452269.38	2426513.29
452218.38	2426465.53
452175.99	2426382.49
452135.84	2426326.33
452071.67	2426258.2
451997.48	2426280.39
451937.42	2426267.33
451914.52	2426278.75
451849.17	2426325.94
451782.53	2426317.6
451775.06	2426415.13
451873.68	2426415.21
451932.82	2426457.98
451982.86	2426434.25
452045.93	2426471.75
452039.21	2426573.29
452062.69	2426615.46
452089.15	2426635.1
452060.69	2426715.53
452078.95	2426770.6
452084.78	2426820.06
452086.45	2426863.53
452090.5	2426898.16
452141.96	2426947.16
452196.68	2426974.01
452177.08	2427039.71
452144.88	2427093.71
SUPERFICIE TOTAL = 185,653 m ²	

Tabla VI.2. Nombre y número de individuos a plantar

Nombre común	Nombre científico	Número de individuos
Mangle Blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	9282
Mangle Rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	9283

Para más detalles de fichas técnicas, actividades a realizar, metodología, mantenimiento, monitoreo, indicadores, cronograma, entre otras, ver anexo EDA.

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 y fotografías.

VI.2 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 VI.1), y que se presentarán de manera anual ante la Secretaría.

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)

Anexo VI.1

VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

No aplica.

VI.5 Impactos residuales

Se considera un impacto ambiental residual a todo impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. Una vez realizado el análisis de los impactos generados por las actividades del presente proyecto, se pueden considerar como impactos residuales la obra civil dentro del polígono, ya que este impacto perdurará durante la vida útil del proyecto, los demás impactos por generar se pueden mitigar de manera efectiva y con la aplicación de las medidas de prevención propuestas, en lo que corresponde a la zona terrestre es conveniente mencionar que el predio en mención se encuentra bastante perturbado por las diferentes actividades antropogénicas, es por eso que las medidas de mitigación y compensación, serán dirigidas a las zonas perturbadas para mejorar su condición actual.

ÍNDICE

VII.1 Pronóstico del escenario del sistema ambiental sin proyecto y sus actividades operativas:	3
VII.2 Pronóstico del escenario ambiental esperado con la operación del proyecto sin medidas de mitigación:	3
VII.3 Pronóstico del escenario ambiental esperado con la operación del proyecto incluyendo las medidas de mitigación:	4
VII.4 Pronóstico ambiental	4
VII.5 Evaluación de alternativas	5
VII.6 Conclusiones	5

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

A nivel general en lo que corresponde al área de influencia del proyecto y el Sistema Ambiental donde se inserta, 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 algunas áreas, por su difícil acceso y relieve pronunciado, conservan sus características originales, no obstante, van cediendo campo. Aunado a 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 los componentes ambientales de las zonas aledañas de manera significativa.

Aunado a lo anterior puntualizamos las siguientes consideraciones a fin de definir los escenarios del proyecto:

1. Derivado de la existencia de las granjas acuícolas, parcelas agrícolas y caminos de saca-cosechas, a través de los años dichas actividades han fragmentado el ecosistema del Sistema Ambiental y su estado de conservación original.
2. El uso de suelo del predio de acuerdo con la serie VII de Uso de Suelo del INEGI está dentro de tres usos distintos, los cuales son "Agricultura de riego anual", "Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa" y "Vegetación secundaria arbustiva de manglar".
3. El proyecto no contempla ni contempló la remoción de vegetación forestal.
4. La generación de aguas residuales provenientes de los estanques de crecimiento, será canalizada a la laguna de oxidación, para su tratamiento mediante el método de sedimentación.
5. EL proyecto se encuentra dentro de la Área Natural Protegida "Marismas Nacionales", en la zona de amortiguamiento que permite la actividad de acuacultura.
6. La fauna que se puede avistar en el área de influencia consiste en pequeños mamíferos y reptiles terrestres que se desplazan entre los predios aledaños y el área del proyecto, así como diversas especies de aves costeras. Destaca por su categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 la Iguana verde (*Iguana iguana*), especie que es tolerante a la presencia humana y se puede observar en ambientes urbanizados.
7. Los residuos sólidos urbanos que se generen serán recolectados por el promovente para su disposición final.

Como preámbulo y realizando un análisis de lo que se ha venido señalando en los capítulos anteriores, el área de estudio ha presentado afectaciones sobre el ecosistema natural, ya que décadas anteriores el sitio ya era una zona donde se desarrollan actividades agrícolas y acuícolas.

Hoy en día, el enfoque que se le está dando al sitio del proyecto ha sido principalmente acuícola. Además, se debe considerar que, por las condiciones topográficas del sitio, las diferentes actividades a realizar no afectarán las condiciones del ecosistema ya perturbado, ya que el sitio cuenta con la infraestructura existente desde tiempo atrás y que no ha ocasionado algún tipo de afectación a la vegetación cercana.

VII.1 Pronóstico del escenario del sistema ambiental sin proyecto y sus actividades operativas:

Los capítulos 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 existiría cambio en el área, de manera positiva, porque no es una zona previamente impactada (en su área específica) pero si en sus alrededores, en la que a partir de la aprobación de una MIA regional unos años atrás 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 forestal conservada.

El proyecto comprende la operación y mantenimiento de las instalaciones de la granja; sin embargo, la afectación ambiental no se considera significativa tanto en el consumo o utilización de los recursos (como el agua) y la posible contaminación de los mismos, considerando los volúmenes requeridos para su funcionamiento.

VII.2 Pronóstico del escenario ambiental esperado con la operación del proyecto sin medidas de mitigación:

De la evaluación de los impactos ambientales referidos en el capítulo V de la presente MIA, se determinó que las principales afectaciones negativas se limitarán al área del proyecto y al área directamente circundante. En caso de que la operación y mantenimiento del proyecto no considerara el tratamiento de las aguas residuales, y que éstas fueran vertidas en el cuerpo de agua cercano (canal/arroyo estero Ticha y posteriormente Estero Ticha), ocasionaría grandes impactos a la fauna del ecosistema al que pertenece, así como la contaminación de las aguas; aunado a que no se vigilara el consumo del recurso hídrico, la afectación sería a nivel regional para los habitantes de Tuxpan, ya que no habría suficiente disponibilidad de éste, además de las que se enlistan a continuación:

Se construirían obras en la totalidad del predio, eliminando toda especie vegetal arbórea y arbustiva, que se encuentre en dicha superficie.

Se instalarían barreras físicas para evitar el tránsito de animales por el predio.

La maquinaria y vehículos necesarios transitaran libremente, pudiendo contaminar el suelo, agua superficial y mantos freáticos, sin acción mitigante y preventiva alguna.

Los vehículos y los motores del sistema de bombeo, contaminarían el aire libremente sin ningún tipo de mantenimiento o catalizador en el sistema de escape.

Los vehículos pudieran transitar a altas velocidades.

Los motores del sistema de bombeo, no contaría con silenciadores en el sistema de escape, produciendo contaminación sonora.

El personal fuera libre de cazar y capturar animales o derribar y podar especies vegetales fuera del predio, en especial, el personal sería libre de realizar trabajos nocturnos.

Los residuos sólidos no se depositarían en botes, mucho menos serían separados.

Los residuos sólidos se depositarían en tiraderos clandestinos.

Las aguas residuales de los estanques de crecimiento, serían descargadas al cuerpo de agua colindante sin un previo tratamiento.

Los residuos de la laguna de oxidación, fueran descargados al arroyo/canal Ticha y posteriormente al Estero Ticha sin un método de filtración y recolección.

Se utilizarían fertilizantes, herbicidas y un alimento para Tilapia que contamine el ecosistema.

Por lo tanto, habría una significativa afectación en todos los componentes ambientales, en especial en el cuerpo de agua que colinda con el predio, los cuales su preservación, es una prioridad para el promovente.

VII.3 Pronóstico del escenario ambiental esperado con la operación del proyecto incluyendo las medidas de mitigación:

La ejecución del proyecto con la aplicación de las medidas tanto de prevención, como de mitigación y/o compensación permitirá la operación sustentable del proyecto, ya que no habrá afectación a los mantos freáticos, al suelo o a la atmosfera por la inadecuada disposición de aguas residuales y residuos sólidos urbanos.

Se realizará separación de los residuos sólidos urbanos para ayudar en el reciclaje de estos. Aunado a lo anterior las aguas residuales generadas tendrán como destino la laguna de oxidación para el tratamiento de las mismas, así como el uso mesurado el recurso hídrico.

Asimismo, las afectaciones negativas se limitarán básicamente a la zona que abarca el área del proyecto, como se describe en el Capítulo IV, minimizando al máximo o incluso eliminando aquellas que pudieran generarse en la zona circundante.

VII.4 Pronóstico ambiental

Considerando la información de los capítulos anteriores y lo presentado en éste, se considera que la operación del proyecto traerá mayores beneficios tanto en lo económico, como ambientales, ya que brindará una dinámica al flujo económico en la región; asimismo, se llevará a cabo una plantación con individuos de Mangle rojo

(*Rhizophora mangle*) y Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), dentro del mismo ecosistema al que pertenece el proyecto, propiciando la infiltración de agua a los mantos freáticos del sitio y tanto como promoviendo a la conservación del ecosistema como la recuperación de la biodiversidad (véase el capítulo VI punto VI.1.1).

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.

La selección del sitio se realizó a partir de que el polígono del proyecto tiene un valor de importancia en cuanto a su ubicación considerando un enfoque acuícola. Ya que el municipio de Tuxpan forma parte importante del crecimiento económico por venta de Tilapia, por lo que con la operación del presente no se cambiarán las condiciones del entorno debido a la existencia de otras granjas acuícolas en el área.

VII.6 Conclusiones

Considerando la información proporcionada en cada uno de los Capítulos de este estudio y el análisis de ésta, se demuestra que la operación y el mantenimiento del presente proyecto, traerá mayores beneficios económicos, sociales y ambientales de los que el predio sin el proyecto podría beneficiar, ya que, por su naturaleza y localización, además de su enfoque sustentable, mejorará la perturbación existente de las condiciones naturales de la zona. La continuidad del sistema natural no será afectada, los ecosistemas continuarán desarrollando los procesos ecológicos tales como refugio, alimento para la fauna, protección al suelo, regulación del clima, mantenimiento y recarga del manto freático y corrientes hidrológicas, captura de carbono y paisaje en las zonas altas y conservadas. Ya que se puede observar del análisis del Capítulo II, que las condiciones del ecosistema han sido modificadas con el paso de los años.

De acuerdo a la evaluación de los impactos ambientales generados por las etapas del proyecto, se considera que de manera global son poco significativos y que para la mayoría se implementaran medidas de prevención y mitigación, lo que hace al proyecto técnica y ambientalmente factible. El proyecto, no presentará impactos relevantes que no estén regulados por alguna Norma Oficial Mexicana o por otras disposiciones jurídicas, sobre todo, por el compromiso de respetar lo que la autoridad competente dictamine o proponga para asegurar así, la conservación de los recursos naturales de la zona de estudio.

El presente proyecto, contribuirá y apoyará el desarrollo social y económico del propio Municipio de Tuxpan. Al realizar un análisis de costo-beneficio ambiental, podemos concluir que los impactos que se generarán, pueden ser mitigados, compensados y prevenidos, siendo técnica y económicamente factibles, por lo que el proyecto representa una alternativa viable para el desarrollo socioeconómico de la zona, siempre y cuando en su realización se contemplen como prioritarios los aspectos ambientales y acorde a las políticas locales y federales con la conservación de los recursos naturales y el desarrollo de los aspectos sociales y económicos en la región.

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 la credencial de elector INE del representante legal de la promovente.
2. Copia certificada de Acta Constitutiva de la promovente
3. Copia certificada de Acta de Asamblea.
4. Copias certificadas de los documentos que acreditan la posesión de la parcela.
5. Copia simple de la Resolución Administrativa emitida por PROFEPA Núm. [REDACTED]
6. Estudio de daños ambientales y programa de reforestación como medida de compensación ambiental de las obras actuadas por la PROFEPA.
7. Copia simple de la Inscripción al Registro Nacional de Pesca y Acuicultura.
8. Original del Escrito de Asignación de Área para Reforestar emitida por el comisariado ejidal de Unión de Corrientes.
9. Programa de vigilancia ambiental.
10. Análisis Hidrológico.

VIII.2 Fotografías y videos

1. Anexo Fotográfico.
2. Acreditación de Sanidad Acuícola emitida por SAGARPA a través de SENASICA.

VIII.3 Planos

1. Plano de polígono del proyecto.
2. Plano de conjunto de distribución de áreas del proyecto.

VIII.4 Instrumentos utilizados

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio – Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012.
- Plan de Desarrollo Municipal de Tuxpan, Nayarit 2021-2024. – Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Nayarit el 16 de diciembre de 2021.
- 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.

- 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
Plan de Desarrollo Municipal de Tuxpan, Nayarit 2021- 2024 - Diario Oficial del Estado de Nayarit.
Síntesis de Información Geográfica del Estado de Nayarit (SIGEN), INEGI, 2000.
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; 2000.
Aves de Nayarit; Universidad Autónoma de Nayarit; Coordinación General de Enseñanza Superior.
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.
CONAFOR, Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales.
Naturalista, 2017. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en línea: <http://www.naturalista.mx/>. Consulta: 10 de Julio del 2017.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/11-bigno7m.pdf
http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf
<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/736123>
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223458/702825223458_3.pdf
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5294348&fecha=03/04/2013
file:///C:/Users/zimje/Downloads/20150720131907_38241_Ficha%20Ramsar%20Marismas%20Nacionales.pdf
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/PN10_Teacapan_Agua_Brava_Marismas_Nacionales_caracterizacion.pdf
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5490953&fecha=20/07/2017
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5351765&fecha=09/07/2014
https://www.researchgate.net/publication/242241585_VALORACION_DE_LOS_ASPECTOS_VISUALES_DEL_PAISAJE_MEDIANTE_LA_UTILIZACION_DE_UN_SIG_Autores
<http://www.roij.com/open-access/oxidation-pond-a-tool-for-wastewater-treatment.php?aid=34151>
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5294348&fecha=03/04/2013&print=true
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5142459&fecha=12/05/2010

27 DE MAYO DE 2022



ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA
"EL ESTERO"



ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Contenido

1	Introducción	3
2	Descripción de la zona en estudio.	6
2.1	Localización.....	6
2.2	Climatología	7
2.3	Hidrografía.....	11
2.3.1	Características de la cuenca.....	11
2.4	Características fisiográficas.....	12
2.5	Edafología	15
2.6	Uso de suelo y vegetación.	17
2.7	Geología.....	18
3	Metodología empleada.	23
3.1	Métodos estadísticos y/o probabilísticos (Método directo).	23
3.1.1	Funciones de probabilidad.	23
3.1.2	Funciones continuas de probabilidad.....	24
3.1.3	Periodo de retorno (Tr).....	26
3.1.4	Funciones de Distribución de Probabilidad.....	27
3.2	Métodos Indirectos.	34
3.2.1	Empíricos.	35
3.2.2	Formula racional.	36
3.3	Métodos Hidrometeorológicos.....	38
3.3.1	Hidrograma Unitario:.....	38
3.3.2	Hidrograma unitario Tradicional (HU)	39
3.3.3	Hidrograma unitario instantáneo (HUI).	40
3.4	Curvas i-d-tr.....	42
3.4.1	Formula de Bell.....	42
3.5	Metodología balance hídrico	43
3.5.1	Norma oficial NOM-011-CNA-2000.	44
3.5.2	Balance hídrico	44
3.5.3	Determinación del caudal ecológico	45

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”	
4	Análisis de la información disponible..... 46
4.1	Hidrométrica..... 46
4.2	Climatológica..... 46
5	Resultados..... 49
5.1	Lluvias Máximas en 24 horas..... 49
5.2	Lluvia de Diseño (diferentes Duraciones)..... 55
5.2.1	Formula de Chen..... 55
5.2.2	Formula de Bell..... 57
5.2.3	Curvas I-d-Tr método Tradicional..... 58
5.3	Comparación de los resultados obtenidos con Chen, Bell e I-d-Tr..... 60
5.4	Hietogramas de diseño, Método de Bloques Alternos, Chow 1994..... 64
5.5	Coefficientes de escurrimiento “C” y números de escurrimiento “N. 68
5.5.1	Coefficiente de Escurrimiento (Ce). 68
5.6	Modelo lluvia de escurrimiento..... 71
5.6.1	Formula racional..... 71
5.6.2	Hidrograma Sintético triangular (HUTS)..... 71
5.6.3	Método de Chow..... 76
6	Selección del Gasto de Diseño..... 80
6.1	Balance de aguas superficiales..... 82
6.1.1	Coefficiente de escurrimiento..... 83
6.1.2	Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca..... 84
6.1.3	Balance hídrico en la cuenca propia de la cuenca de estudio..... 85
6.2	Balance de aguas subterráneas..... 87
7	Conclusiones y Recomendaciones..... 89
8	Bibliografía..... 90

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

1 Introducción

El agua como recurso natural constituye un elemento decisivo a considerar en el bienestar y en el desarrollo económico y social de cada país. Considerando que el destino del agua influye en todos los aspectos y actividades de la vida de cada Nación, y que es un recurso cuya disponibilidad impone límites físicos a los asentamientos humanos y a los proyectos económicos y sociales de cada país; resulta imprescindible formular y aplicar políticas coherentes con relación al aprovechamiento y conservación de este recurso.

Considerando lo anterior, se hace necesario que cada país implemente una Política Nacional de Aguas, en la cual se exprese la voluntad de la Nación, para determinar los lineamientos próximos futuros entorno al recurso del agua, con el propósito de insertarla en la concepción global del modelo de desarrollo económico y social de cada país. Esta política debe Constituir el fundamento básico para formular los elementos que le sirvan de herramientas para su concreción, es decir, la legislación y la institucionalidad; también es deber de ésta inspirar a la legalidad y al mismo tiempo conducir a la estructuración adecuada de los organismos encargados de ejecutarla.

En las leyes de nuestro país, el Estado Mexicano a través del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, acepta que: La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares constituyendo la propiedad privada.

Así también, la Constitución establece en su cuarto párrafo del artículo 27, que:

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales, en la extensión y términos que fije el derecho internacional; las aguas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente o intermitentemente

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

con el mar; la de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos e indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquellas, en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la república; las de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzados por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley.

Con el objeto de regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas, la Ley de Aguas Nacionales de México, prescribe que la administración de los bienes nacionales como las riberas o zonas federales quedan a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); entendiéndose según esta ley por Disponibilidad media anual de aguas superficiales: ***“En una cuenca hidrológica, es el valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen medio anual actual comprometido aguas abajo”***.

En el mismo sentido, se establece en la **NOM-011-CNA-2000** que los recursos hídricos accesibles para su aprovechamiento por el hombre tienen su origen en la precipitación pluvial, que al ocurrir sobre tierra firme se divide en dos fracciones:

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

- Cerca de 70% del volumen de agua precipitado retorna a la atmósfera por evaporación
- La fracción complementaria escurre superficialmente por las redes de drenaje natural -arroyos y ríos- hasta desembocar al mar o a cuerpos interiores de agua, o se infiltra y circula a través de acuíferos, que a su vez descargan a cuerpos y cursos superficiales, a través de manantiales o subterráneamente al mar. Donde el agua no es desviada de manera artificial desde las fuentes hasta sus salidas al mar, a la parte baja de una cuenca interna o a la frontera interior de una unidad hidrogeológica, se desarrolla un sistema natural o virgen.

Por otra parte, con base en los estudios que ha realizado la Comisión Nacional del Agua, se ha detectado que, en diversas regiones, entidades federativas y localidades del país, los volúmenes de agua concesionados superan el escurrimiento y la recarga de los acuíferos, situación que genera escasez del recurso, conflictos entre los usuarios y diversos efectos perjudiciales.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como finalidad determinar la disponibilidad media anual de las aguas superficiales empleada para determinar el balance hídrico de la cuenca de estudio para su uso, ubicada en el municipio de Tuxpan, Nayarit.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

2 Descripción de la zona en estudio.

2.1 Localización

El sitio se encuentra en el municipio de Tuxpan, Nayarit; sobre la carretera estatal Nayarit El Tamarindo-Santa Cruz. Específicamente el sitio de estudio, se sitúa aproximadamente a 2.8 km de distancia de la entrada a la localidad Unión de Corrientes en dirección hacia el mar (Figura 1).

Se ubica entre las coordenadas 21° 57' 21.13" y 21° 56' 48.99" latitud norte y 105°27' 9.26" y 105° 26' 56.69" de longitud oeste.

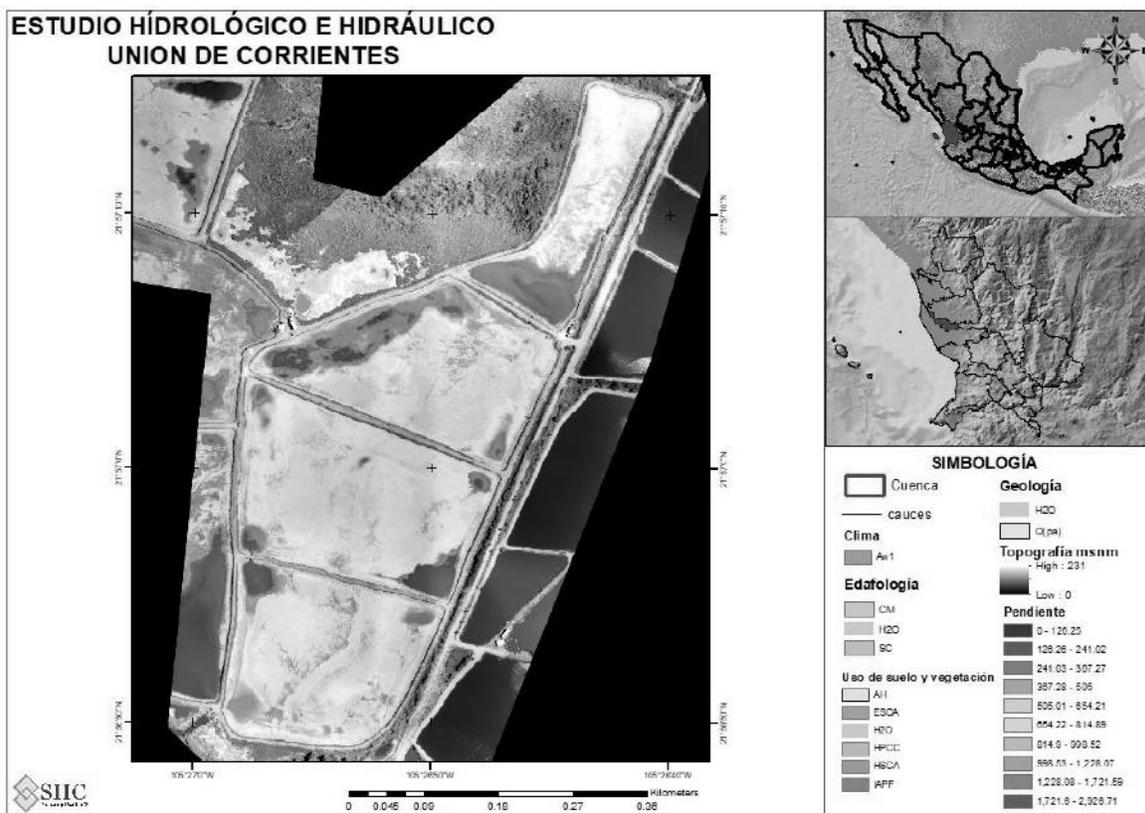


Figura 1. Descripción del sitio de estudio

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

2.2 Climatología

Con base en la clasificación de Köppen modificado por Garcia 1964 para los climas de México, se determinó que la cuenta tiene un clima cálido subhúmedo (Aw1), con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C (Figura 2).

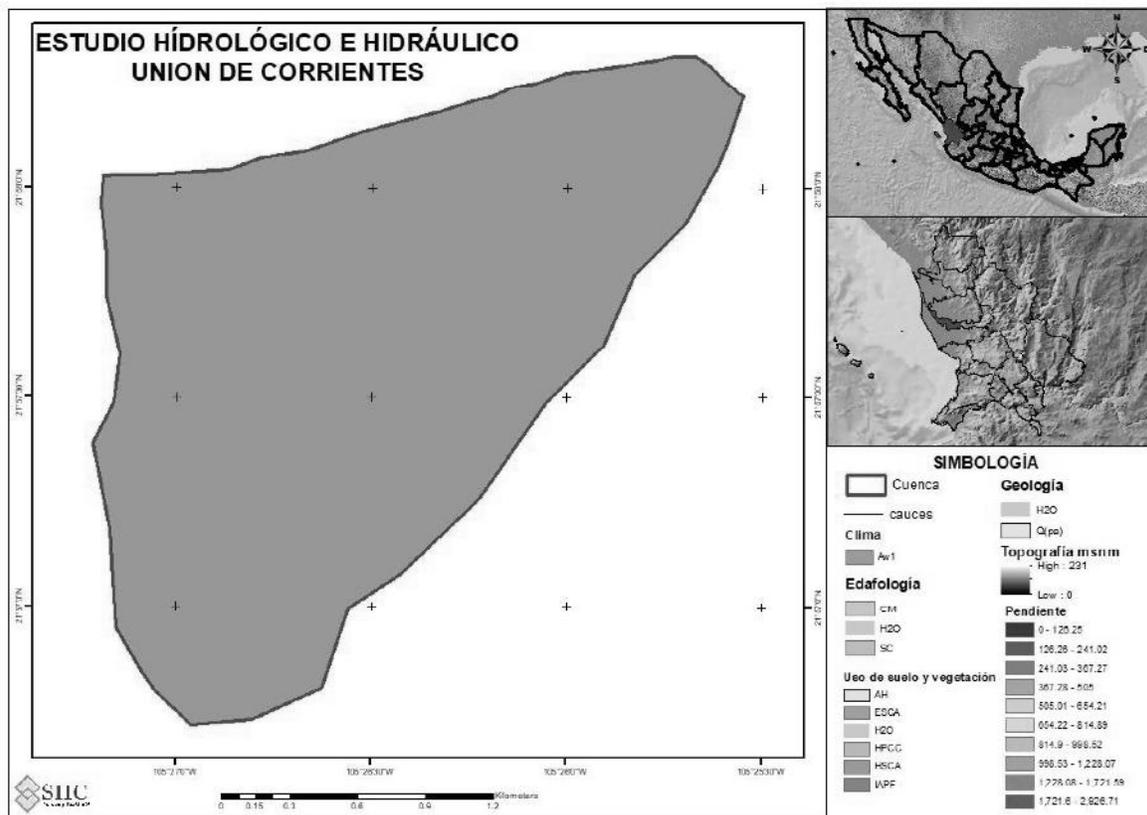


Figura 2. Tipo de clima en la cuenca

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

La temperatura máxima registrada en la zona es de 39°C se presentó los días el 18 de marzo de 1991, 6 de febrero y 3 de noviembre del 2003 y el 30 de agosto de 1995. La temperatura máxima promedio en la cuenca es de 35.8°C (Figura 3).

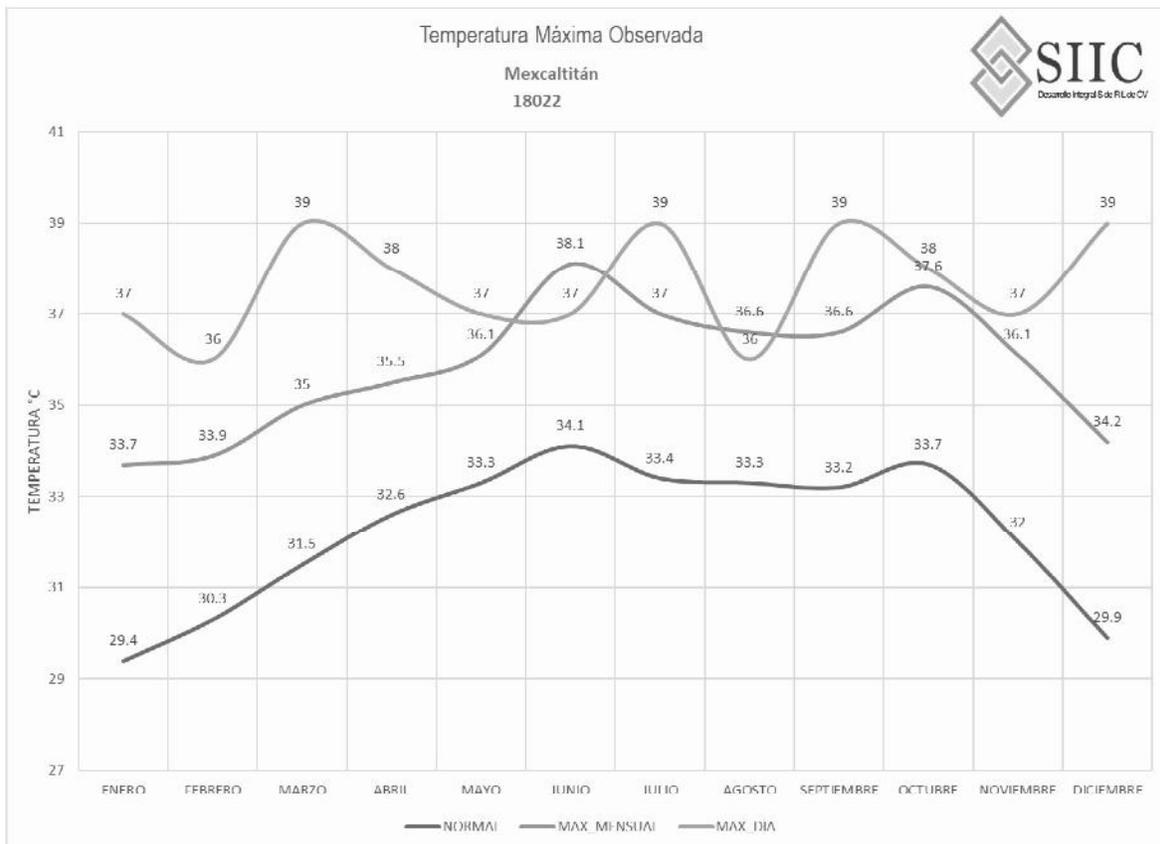


Figura 3. Temperaturas máximas

La temperatura mínima registrada es de 2°C el día 19 de enero de 1988, la temperatura mínima promedio es de 14°C (Figura 4).

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

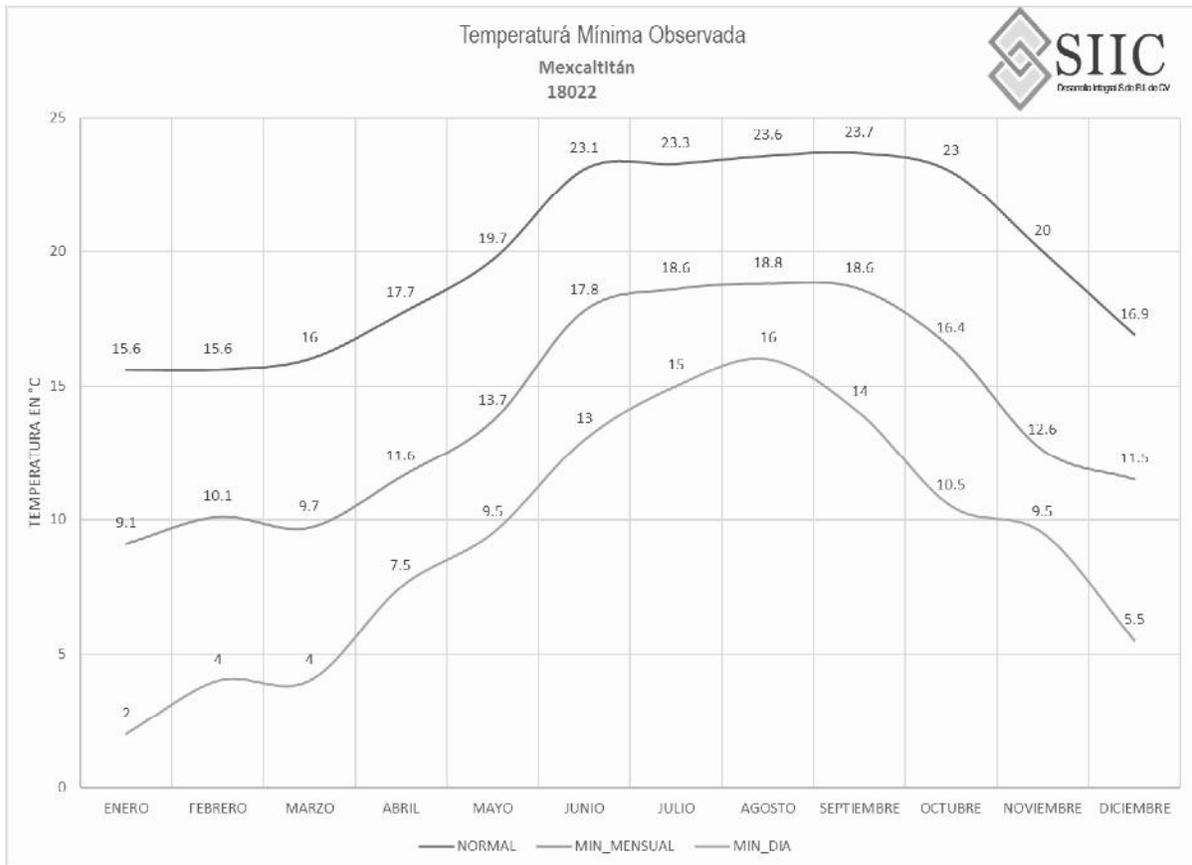


Figura 4. Temperaturas mínimas

En la zona bajo estudio llueven promedio 1,109.5 mm anualmente, el 1 de abril de 1998 se presentó la precipitación máxima histórica acumulada en 24 horas, con 240.3 mm. La temporada de lluvias es entre junio y octubre, promediando 69 días con lluvia por año (Figura 5).

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

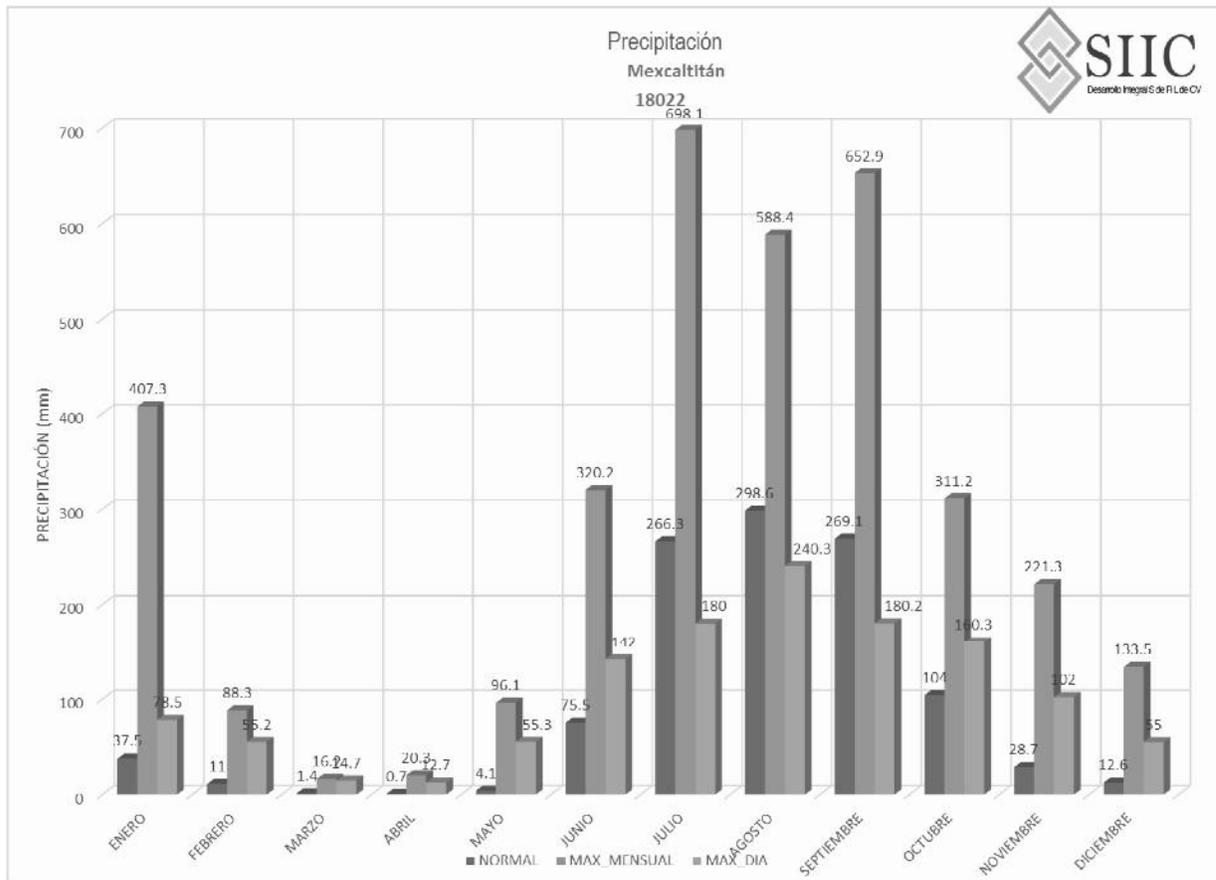


Figura 5. Precipitación anual

En promedio se presentan 1.5 días con niebla, ningún día con granizo y 26 días con tormentas eléctricas (Figura 6).

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

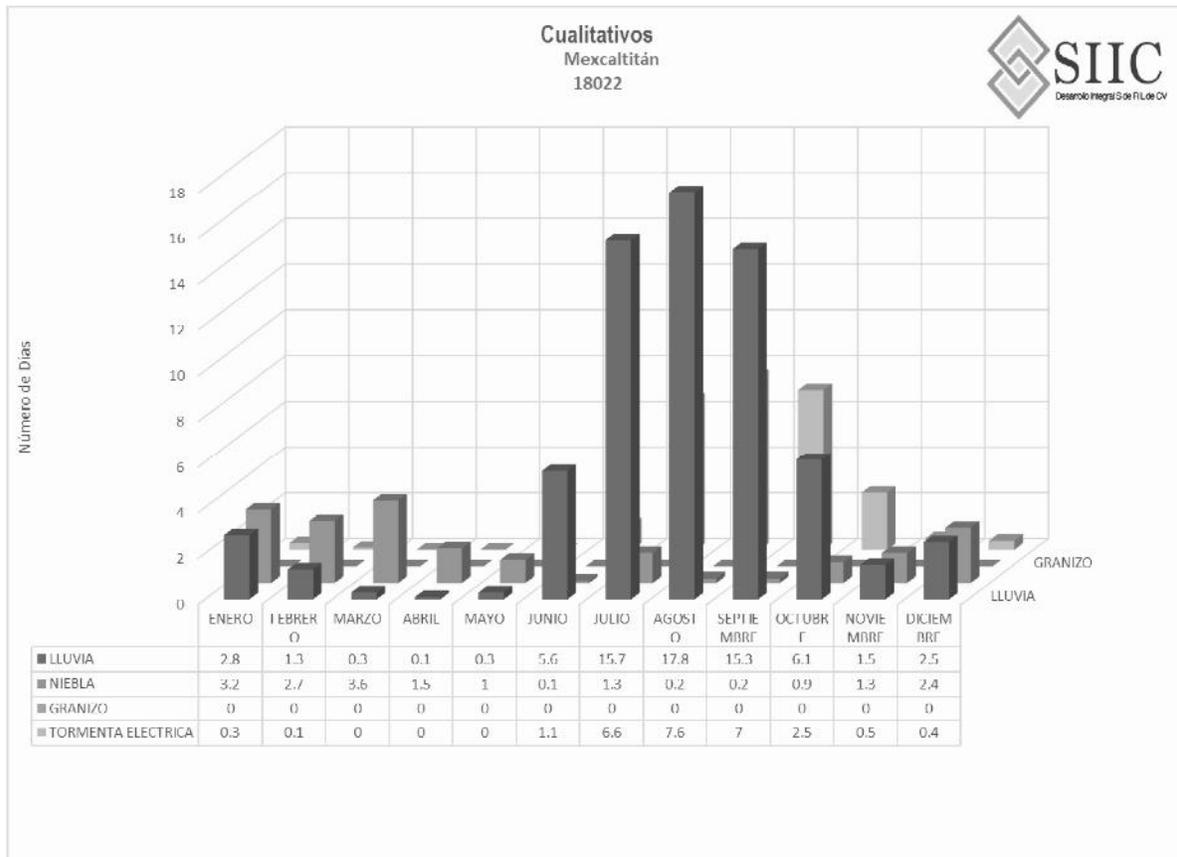


Figura 6. Fenómenos Hidrometeorológicos

2.3 Hidrografía

La cuenca de aportación o se encuentra en la Región Presidio – San Pedro (RH11), Cuenca Río San Pedro (RH11A), Subcuenca Río San Pedro (RH11Aa). El cauce tiene el nombre de Arroyo Estero Ticha según las cartas 1:50,000 del INEGI.

2.3.1 Características de la cuenca

En el presente apartado se describirán las características fisiográficas de la cuenca del Arroyo bajo análisis, como son el área de drenaje, uso de suelo, tipo de suelo, vegetación, clima, topografía, "L" longitud del cauce principal y "S" pendiente.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
Área de la cuenca. Como primera instancia se obtuvo el parteaguas de la cuenca del Arroyo Innominado desde su nacimiento hasta el punto de interés, esta información fue proporcionada por el INEGI, del continuo nacional de información hidrológica, como se muestra en la Figura 7.

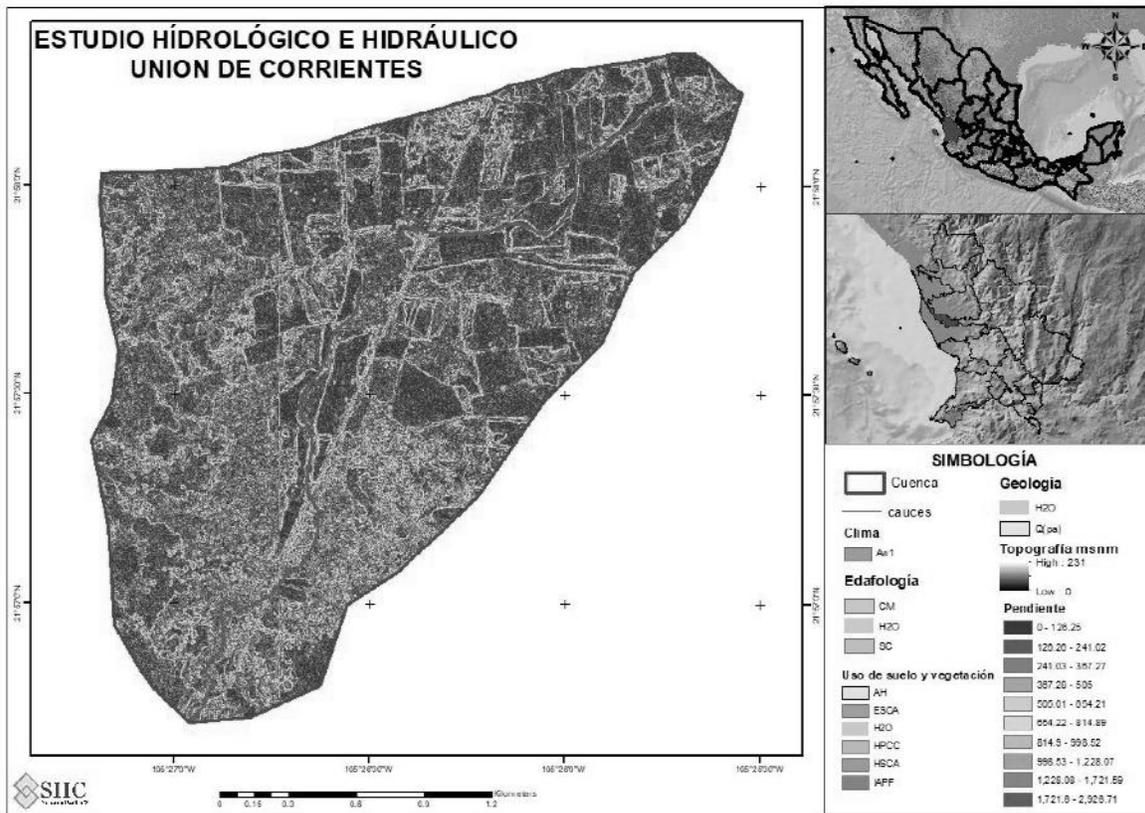


Figura 7. Cuenca de estudio

El área total de la cuenca es de $A_c = 4.83 \text{ km}^2$.

2.4 Características fisiográficas.

Topografía. La cuenca se localiza en una cercana a la costa, logra alcanzar una elevación máxima de 2 msnm y una elevación mínima de 1 msnm (Figura 8).

Perteneciendo a las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental, la Llanura Costera del Pacífico y el Eje Neovolcánico Transversal.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

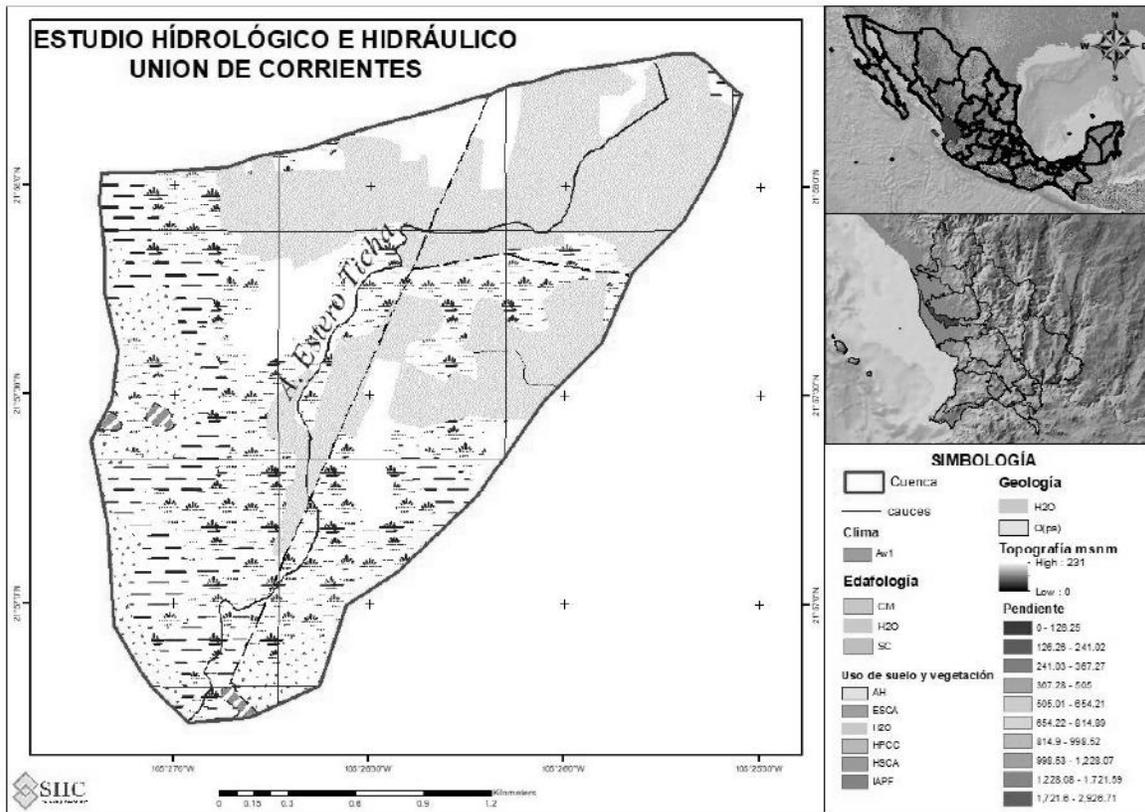


Figura 8. Topografía de la cuenca.

Es importante aclarar que toda la información procesada se cargará al sistema de información geográfica y todas las capas contenidas en este apartado, están referenciadas al sistema de coordenadas UTM WGS 84.

Longitud y pendiente del cauce. Para este punto se utilizó la información proporcionada por el INEGI, para calcular los parámetros hidrográficos de la cuenca.

El cauce de principal apórtación en la zona en estudio desde su nacimiento hasta su desembocadura es el arroyo Estero Ticha, como se mencionó en el apartado anterior con una longitud de 4,345.40 metros y una pendiente media de $S= 0.0002$ (Figura 10).

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

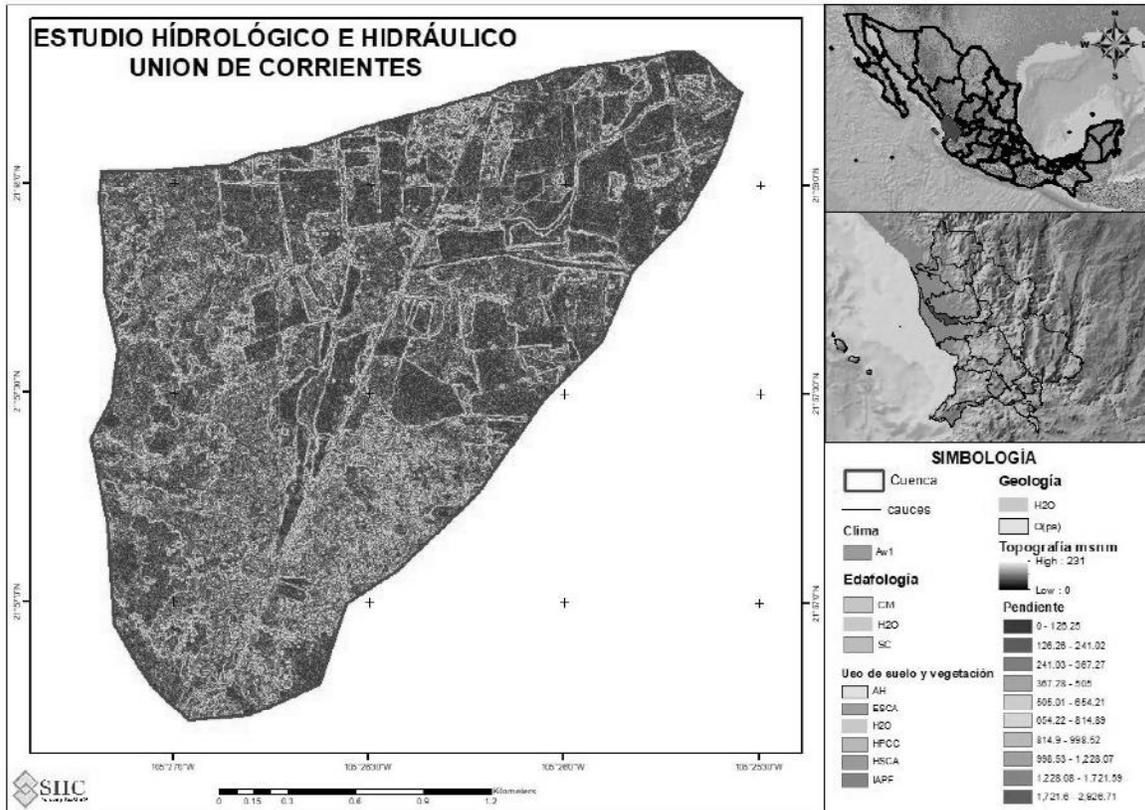


Figura 9. Pendiente del cauce y cuenca

Para el cálculo de la pendiente media se utilizó el método de Taylor Schwarz (Aparicio, 1990), los resultados se muestran en la tabla siguiente:

$$S_3 = \left[\frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{s_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{s_2}} + \frac{l_3}{\sqrt{s_3}} + \dots + \frac{l_n}{\sqrt{s_n}}} \right]^2$$

Número de orden. El número de orden es aquel parámetro hidrológico que define la cantidad de ramificaciones que tiene una cuenca hidrológica, de manera cualitativa,

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
 por el número asignado para el caso particular de la cuenca de estudio, el orden de la cuenca es n=1.

2.5 Edafología

Tipo de suelo. Con base en la información cartográfica, capas de usos de suelo, vegetación y tipo de suelo se determinaron los porcentajes de cada tipo de suelo en la cuenca, en donde los Cambisoles son los de mayor extensión con 83.67%, siguiéndole los Solonchaks con 14.14%, y finalmente los cuerpos de agua ocupan un 2.17%, véase la siguiente figura (Figura 10).

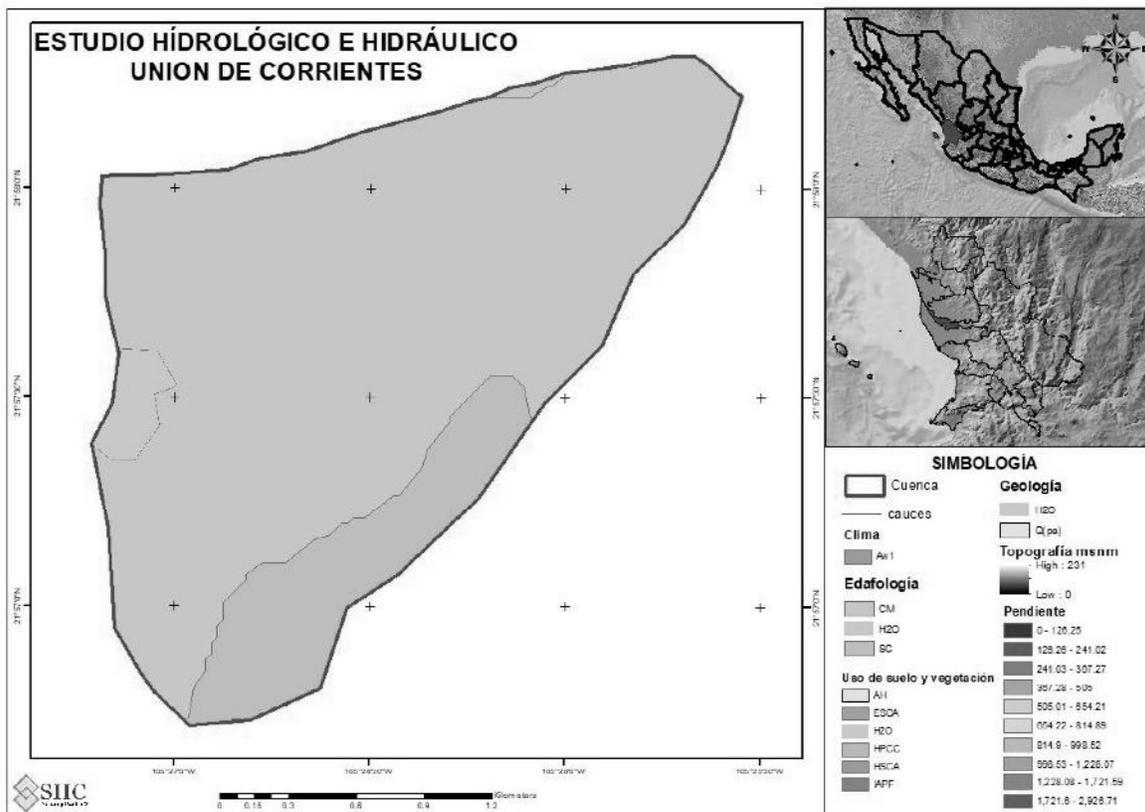


Figura 10. Tipos de suelo en la cuenca

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

CAMBISOLS (FAO, 2015)

Los Cambisols combinan suelos con formación al menos de un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y coloración principalmente parduzca, el aumento de porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.

Suelos con al menos la formación de un horizonte incipiente de diferenciación en el subsuelo, evidente por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del latín cambire, cambiar. Materiales de textura media y fina derivados de una amplia gama de rocas. De terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplia gama de tipos de vegetación. Los Cambisols se caracterizan por la meteorización leve o moderada de material parental y por la ausencia de cantidades apreciables de iluviación de arcilla, materia orgánica o compuestos de Al y/o Fe.

SOLOCHAKS

Los Solonchaks tienen una alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Estos suelos se encuentran esencialmente en las zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas.

Regiones áridas y semiáridas, principalmente en áreas donde el agua freática ascendente alcanza la parte superior del suelo o donde está presente algo de agua superficial, con vegetación de pastos y/o hierbas halófilas, y en zonas de riego manejado inadecuadamente. Solonchaks en zonas costeras aparecen en todos los climas. Desde débilmente a fuertemente meteorizados, muchos Solonchaks tienen propiedades gléyicas a cierta profundidad. En zonas bajas con nivel freático superficial, la acumulación de sal es más intensa en la superficie del suelo (Solonchaks externos). Los Solonchaks donde el agua freática ascendente no alcanza la superficie del suelo tiene la mayor acumulación de sales a cierta profundidad por debajo de la superficie del suelo (Solonchaks internos).

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

2.6 *Uso de suelo y vegetación.*

Según Wallace (1876), pertenece a la región biogeográfica Neotropical, lo cual favorece la presencia de vegetación propia de climas húmedos tropicales. La información proporcionada por el INEGI (2014^b) en el conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, serie v (conjunto nacional); el tipo de vegetación correspondiente a la región pertenece mayormente al uso agrícola-pecuaria-forestal, así como a vegetación secundaria de selva espinosa y vegetación hidrófila secundaria, sin embargo, también se registra en menor medida vegetación hidrófila primaria y zona urbana construida.

Utilizando la información de uso de suelo y vegetación contenida en las cartas de uso de suelo y vegetación del INEGI, continuo Nacional escala 1:250,000; se obtuvieron los usos del suelo y tipo de vegetación, en la tabla se presenta la distribución por áreas por cada cambio en la vegetación y uso de suelo en la microcuenca en estudio.

Tabla 1. Uso de suelo y vegetación en la cuenca.

Uso de suelo	Área %
URBANO CONSTRUIDO	0.02%
VEGETACIÓN SECUNDARIA DE SELVA ESPINOSA	31.84%
AGUA	2.15%
VEGETACIÓN PRIMARIA HIDRÓFILA	0.03%
VEGETACIÓN SECUNDARIA HIDRÓFILA	18.29%
AGRÍCOLA-PECUARIA-FORESTAL	47.64%
URBANO CONSTRUIDO	0.02%

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
 De la tabla anterior, se puede observar que la subcuena o microcuena tienen agricultura temporal semipermanente y permanente, y agricultura de riego anual como el uso de suelo predominante en toda su área de aportación (Figura 11).

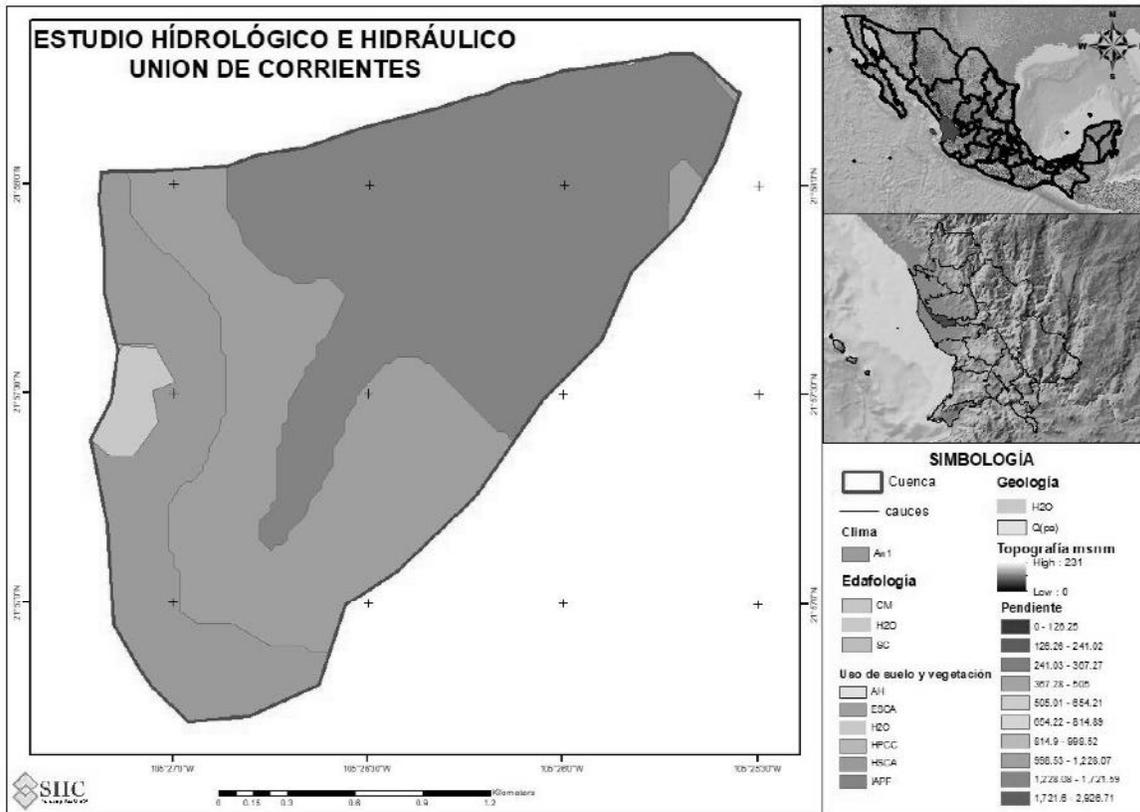


Figura 11. Usos de suelo y vegetación de la cuenca

2.7 Geología

Las unidades litológicas que afloran en la superficie cubierta por la carta Tepic (F13-8), están representadas por rocas volcanosedimentarias del Cretácico Superior, rocas ígneas intrusivas del Cretácico Superior al Plioceno Inferior y rocas volcánicas del Cenozoico (Delgado et al., 1978; González Partida et. al. 1998; C.R.M., 1994).

La secuencia volcanosedimentaria del Cretácico Superior está constituida por grauvacas, argilitas, areniscas, limolitas, conglomerados riolíticos y andesíticos y tobas riolíticas, así como calizas recristalizadas. De acuerdo a Gastil y

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
colaboradores (1976), el Cretácico Superior en la región de Puerto Vallarta y Sur de Nayarit es predominantemente riolítico.

Las rocas cretácicas afloran en las siguientes localidades: a lo largo de la carretera Compostela- Las Varas, cerca del cauce del Río Grande de Santiago, en el poblado de Mojarras y al suroeste del poblado de Zapotán. Estas rocas sobreyacen a los intrusivos presentando metamorfismo de contacto (Delgado et al., 1978; González Partida et al., 1988; C.R.M., 1994).

Los cuerpos intrusivos se presentan en forma de stocks y batolitos, los stocks son de composición variable incluyendo granitos, granodioritas, cuarzomonzonitas y pórfidos dioríticos y andesíticos. Las manifestaciones conocidas de estas rocas son: en la porción centro-oriente de la carta, en las márgenes del Río Grande de Santiago al oriente del poblado de Buckingham, al extremo norte en el cruce de los Ríos Grande de Santiago y Huaynamota (Presa Aguamilpa), también existen afloramientos de intrusivos al suroriente del poblado de Santiago Ixcuintla, en la cumbre de Huicicila y en el Río Miravalles-Huicicila.

Hacia el sur de la carta se localiza un cuerpo intrusivo de dimensiones batolíticas ubicado en las márgenes del Río Ameca y se extiende hacia el estado de Jalisco, su composición es granodiorítica con variaciones locales a granito y cuarzomonzonita (Pineda y Aguilar, 1975; Cruz et al., 1978).

Las edades de los stocks son posteriores a la serie volcánica ácida de la Sierra Madre Occidental y al emplazamiento de las rocas batolíticas, ya que al stock de Huicicila se le fechó como Mioceno Inferior (20.4 m.a, Gastil, 1976; Cruz et al., 1978), en contraste con las edades mayores de 40.8 m.a. (Eoceno Superior) obtenidas en los cuerpos batolíticos.

Las rocas volcánicas de composición andesítico-dacítica del Terciario Inferior afloran en las partes más bajas de drenajes profundos, en forma de ventanas estructurales. Se localizan principalmente: al norte del poblado de Francisco I. Madero en la porción norte-central de la carta, y en el poblado de Ahuacatlán al sur

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

de esta carta; en esta localidad las andesitas presentan alteración hidrotermal y son receptoras de mineralización de sulfuros de plomo y zinc con atractivos valores de oro y plata (INEGI, 1988).

Las andesitas se correlacionan con el Complejo Volcánico Inferior de la provincia petrológica Sierra Madre Occidental, el cual subyace a las rocas volcánicas de composición ácida del Oligoceno-Mioceno, que constituyen el Supergrupo Volcánico Superior (McDowell y Clabaugh, 1981).

Las rocas volcánicas ácidas (tobas, riolitas, brechas e ignimbritas) del Supergrupo Volcánico Superior, constituyen grandes espesores distribuidos al oriente del Río Grande de Santiago. Existen rocas similares hacia el surponiente del Eje Neovolcánico, en la porción sur de la carta.

En algunos lugares sobre este Supergrupo Volcánico Superior se encuentran corrientes de basalto, que constituyen la última parte de la construcción de este macizo volcánico. Las grandes coladas de lavas basálticas del Eje Neovolcánico pertenecen a un evento posterior del Plio-Cuaternario (Delgado et al., 1978).

En el Terciario Superior se depositan sedimentos clásticos en ambiente continental lacustre, dando origen a limolita, arenisca y conglomerado con fragmentos de roca de origen volcánico; esta roca se localiza al oriente del poblado de Santiago Ixcuintla, en la porción norte; y también al nororiente de Zacualpán y en el poblado de los Mezquites al sur de la carta (INEGI, 1988).

A partir del Plioceno y hasta el Cuaternario, se depositó la secuencia andesítica-basáltica que ocupa la porción central de la carta y constituyen la porción noroccidental del Eje Neovolcánico (Demant, 1982) donde se localizan volcanes en una zona bastante estrecha, de unos 20 km con orientación NW-SE. Cuatro volcanes sobresalen por su importancia: San Juan y Sanganguey, ubicados en la porción central y San Pedro y Ceboruco hacia el sur de esta carta.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

En este mismo período se depositaron rocas volcanoclásticas y conglomerados, así como rocas sedimentarias de origen aluvial, litoral y residual; ubicadas principalmente en la porción noroccidental de la carta (Planicie Costera de Nayarit).

Los rasgos tectónicos más importantes que se localizan en la carta magnética Tepic, están representados por fallas que se agrupan en dos sistemas principales: El primer sistema tiene un rumbo NW-SE con variaciones N-S y presenta una serie de lineamientos de magnitud considerable (50 a 100 km), representados por la gran falla N40°W del Río Grande de Santiago. El segundo sistema está representado por fallas con rumbo NE-SW, intersectando casi perpendicularmente a los fallamientos NW-SE, presentándose el conjunto como un enrejado irregular, que constituye un fracturamiento en bloques.

Hacia la porción sur de la carta, los fallamientos NW-SE, sufren un cambio notorio en su orientación haciéndose casi E-W, delimitando la provincia del Eje Neovolcánico (Delgado et al., 1978).

Otra manifestación tectónica importante que representa la misma dirección de la debilidad cortical predominante (NW-SE), es el Eje Neovolcánico, consistente en una estructura compleja de arreglo zigzagueante, como resultado de zonas de cizallamiento compuestas de fallas NNE-SSW (Pineda y Aguilar, 1975). Al nororiente existen dos grandes fallas normales paralelas (Sierras de Alicia y Pajaritos), con orientación NNE-SSW, (Delgado et al., 1978).

En la porción norte de la carta, las zonas de interés geológico-minero son: El Zopilote y Huaynamota en el norte de esta carta, con mineralización de oro, plata, plomo, zinc, cobre en vetas de fisuras con relleno de cuarzo. Estas estructuras presentan un rumbo general NW-SE (Cruz et al., 1978). Hacia la porción centro-oriente, las zonas de interés geológico-minero están representadas por las áreas de Buckingham, Santa María del Oro y la región de la Yesca-Los Mezquites, con mineralización de oro y plata, con vetas que presentan un rumbo general NW-SE y NE (Pineda y Aguilar, 1975). En la porción sur, en los municipios de Compostela y

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
 Amatlán de Cañas se localizan las regiones mineras de Cebadillas, Huicicila y Real del Oro, presentes vetas cuarcíferas con rumbos NW-SE y E-W con leyes de oro y plata.

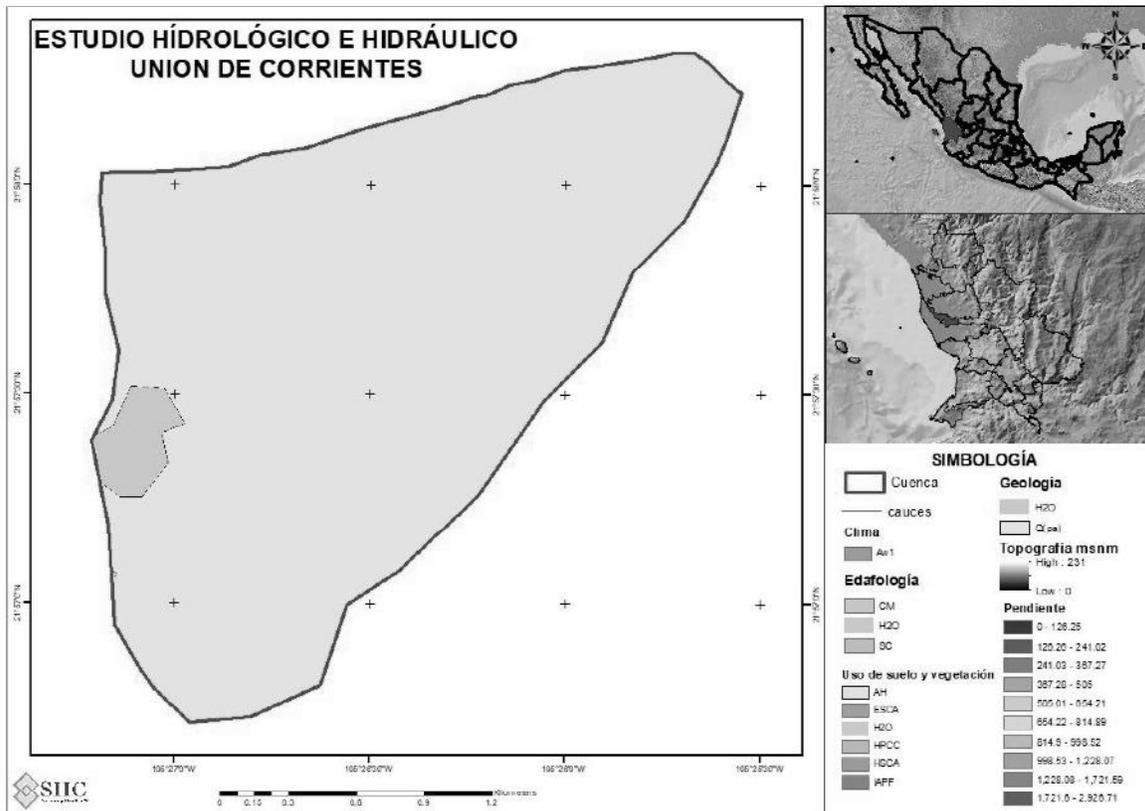


Figura 12. Geología de la cuenca

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

3 Metodología empleada.

En el presente apartado se describirán los principales métodos empleados en el desarrollo del presente estudio. Donde se realzan los métodos, como los llamados relación lluvia escurrimiento, así como el análisis estadístico probabilístico de la climatología.

En este mismo apartado se presenta la metodología para la estimación del balance de aguas, tanto superficiales como subterráneas.

3.1 Métodos estadísticos y/o probabilísticos (Método directo).

Los métodos Estadísticos permiten estimar la avenida máxima de un río, a partir de la información hidrométrica histórica, es decir de la serie de avenidas máximas anuales registrada. Lo anterior, en base de la exploración de la Función de Distribución de Probabilidades (FDP) que tiene la variable, en este caso, Precipitaciones Máximas Anuales o Gastos Máximos anuales.

En la actualidad se disponen de muchas Funciones de Distribución de Probabilidades y las que se aplican generalmente en fenómenos hidrológicos, se pueden dividir en tres grandes grupos:

1. Distribuciones de valores medios y muestras grandes (número de datos mayor a 30 años), con tendencias aproximadas a una distribución Normal o tipo Gauss. Aplicadas principalmente a variables como, temperatura, presión, etc.
2. Distribuciones para muestras pequeñas (número de datos menor a 30 años), como son la χ^2 cuadrada de Pearson, t de student, F de Fisher.
3. Distribución para valores extremos, por ejemplo, los gastos máximos anuales de cierta corriente, las precipitaciones máximas anuales registradas en 24 horas, etc.

3.1.1 Funciones de probabilidad.

Hay dos tipos de funciones de probabilidad:

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

- Funciones discretas: cuando el número de valores x que puede tomar una variable aleatoria X es finito, se dice que la variable aleatorias X es discreta (por ejemplo, el arrojar un dado).
- Funciones continuas: cuando el número de valores x que puede tomar una variable aleatoria X es infinito se dice que dicha variable aleatoria es continua.

Por su naturaleza, la hidrología se interesa en el estudio de las funciones continuas de probabilidad.

3.1.2 Funciones continuas de probabilidad.

Cuando el número de valores que puede tomar una variable aleatoria X es infinito, se dice que dicha variable aleatoria es continua, y la función que describe su comportamiento se llama *función de densidad de probabilidad*.

En la función densidad, la probabilidad de que una variable aleatoria continua tome un valor exacto es cero. $P(X = x) = 0$. Solo es posible hablar de probabilidades diferentes a cero para intervalos finitos.

(1)

$$P(a < X < b) \neq 0$$

$$a < b,$$

$$a > x_0,$$

$$b < x_1$$

(x_1, x_0) es el intervalo de definición de la variable aleatoria X .

Cuando una variable aleatoria continua X tome un valor menor o igual que x , para toda X , comprendida en los reales, se tiene:

$$F(x) = P(X \leq x) \tag{2}$$

donde X y $x \in \mathbb{R}$.

En términos de probabilidad:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt \tag{3}$$

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Sin embargo, matemáticamente se demuestra que $f(x)$ es la derivada de $F(x)$:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} \quad (4)$$

Los parámetros estadísticos o características de las funciones de distribución de probabilidad se pueden describir a partir de los momentos de las funciones de densidad de probabilidad (**fdp**).

Los principales parámetros son la media (agrupamiento de la variable aleatoria de la **fdp** o de los datos medidos respecto a un valor central); la desviación estándar (dispersión de la variable aleatoria de la **fdp** o de los datos observados con respecto a la media) y el coeficiente de asimetría (grado de asimetría de la **fdp** o hacia donde está localizada la mayoría de los datos medidos, ya sea para los valores máximos o mínimos de estos).

- Media.

Corresponde al “primer momento” con respecto al origen y se determina como:

Para la **fdp**:

$$\mu = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)x dx \quad (5)$$

Para los registros:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (6)$$

El estadístico \bar{x} (ecuación 6) es la mejor estimación de la media de la población μ

- Variancia.

Es igual al “segundo momento” respecto al origen, se define como:

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Para la fdp:

$$\sigma^2 = \int_{-\alpha}^{\alpha} f(x)(x-\mu)^2 dx \quad (7)$$

Para los registros:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (8)$$

La mejor estimación de σ^2 es la cantidad S^2 . La raíz cuadrada de la variancia es igual al estadístico conocido como desviación estándar (σ o S) la cual tiene unidades similares a las de la media. El coeficiente de variación (Cv) se define como σ/μ o S/\bar{x} .

- Coeficiente de asimetría (γ o g).

Se define con el cociente $a\sigma^3$ o a/S^3 , donde U o a representan el “tercer momento” respecto al origen de la fdp o de los datos, respectivamente, es decir:

Para la fdp:

$$a = \int_{-\alpha}^{\alpha} f(x)(x-\mu)^3 dx \quad (9)$$

Para los datos:

$$a = \frac{1}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (10)$$

3.1.3 Periodo de retorno (Tr).

Se define como periodo de retorno al tiempo promedio que se requiere para que la variable en cuestión exceda un determinado valor x .

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

De acuerdo con esta definición se puede estimar el periodo de retorno con la ecuación:

$$T(x) = \frac{1}{1-F(x)} \quad (11)$$

Donde:

$T(x)$; periodo de retorno del evento x .

$F(x)$; probabilidad de no excedencia de la variable aleatoria x .

3.1.4 Funciones de Distribución de Probabilidad.

Las funciones de distribución de probabilidad más usadas en hidrología son:

- Normal
- Lognormal
- Pearson III
- Gumbel
- Doble Gumbel
- Gamma
- Weibull

Las funciones Normal y Lognormal son generalmente apropiadas para variables, aleatorias que cubren el rango de valores de los resultados posibles del experimento bajo análisis, como los volúmenes de escurrimiento mensual en un río. La función Gumbel, se desarrolló para el análisis de los valores extremos de dichos resultados, como los gastos máximos o mínimos anuales. La función Pearson III ocupa un lugar intermedio.

1. Distribución Normal

La función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (12)$$

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

donde:

x ; variable aleatoria.

μ ; media de la población.

σ ; desviación estándar de la población.

Una propiedad de esta función consiste en que la variable aleatoria x se comporta de acuerdo a la variable estandarizada, z ; y está dada por:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (13)$$

z , está normalmente distribuida con media cero (0) y desviación estándar unitaria

(1). Así la función principal queda como:

$$F(x) = F(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz \quad (14)$$

2. Distribución Log normal

En esta función los logaritmos naturales de la variable aleatoria se distribuyen normalmente. La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{x\beta} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln x}{\beta} \right)^2} \quad (15)$$

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
 donde α y β son parámetros de la distribución, cuyos parámetros se pueden estimar mediante la media y la desviación estándar de los logaritmos de la variable aleatoria, respectivamente es:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \ln x_i}{n} \quad (16)$$

$$\beta = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \alpha)^2}{n} \right]^{1/2} \quad (17)$$

La función de distribución de probabilidad:

$$R(x) = \int_0^x \frac{1}{\alpha} \frac{1}{\beta} e^{-\frac{1}{\beta} \left(\frac{\ln t}{\alpha} \right)^2} dt \quad (18)$$

Al igual que en la distribución normal, se le asigna a "z" los siguientes valores:

$$z = \frac{\ln x - \alpha}{\beta} \quad (19)$$

despejando x de la probabilidad anterior:

$$x = e^{\beta z + \alpha} \quad (20)$$

3. Probabilidad Pearson III

La función de probabilidad de Pearson III se define como:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left\{ \frac{x - \delta}{\alpha} \right\}^{\beta-1} e^{-\frac{x-\delta}{\alpha}} \quad (21)$$

donde $\alpha_1, \beta_1, \delta_1$ son los parámetros de la función y $\Gamma(\beta_1)$ es la función de Gamma. Los parámetros $\alpha_1, \beta_1, \delta_1$ se evalúan a partir de n datos medidos, mediante el siguiente sistema de ecuaciones:

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

$$\bar{X} = \alpha_1 \beta_1 + \delta_1 \quad (22)$$

$$S^2 = \alpha_1^2 \beta_1 \quad (23)$$

$$\gamma = 2 / (\beta_1)^{0.5} \quad (24)$$

donde \bar{X} es la media de los datos, S^2 su variancia y γ su coeficiente de asimetría, que se define como:

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 / n}{S^3} \quad (25)$$

La función de distribución de probabilidad es:

$$F(x) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} \int_0^{\left(\frac{x-\delta}{\alpha}\right)} e^{-\left(\frac{x-\delta}{\alpha}\right)} \left(\frac{x-\delta}{\alpha}\right)^{\beta-1} dt \quad (26)$$

si "y" toma los siguientes valores, tenemos que:

$$y = \frac{x-\delta}{\alpha} \quad (27)$$

sustituyendo la ecuación 27 en 26, quedaría la ecuación siguiente:

$$F(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} \int_0^y y^{\beta-1} e^{-y} dy \quad (28)$$

4. Distribución Gumbel

Supóngase que se tienen **N** muestras, cada una con **n** eventos, si se selecciona el máximo **x** de los **n** eventos de cada muestra, es posible demostrar que, a medida que aumenta **n**, la función de probabilidad de **x** tiende a:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad (29)$$

La función de densidad de probabilidad es entonces:

$$f(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\beta)} e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad (30)$$

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

donde α y β son los parámetros de la función, que se pueden estimar de la siguiente forma; para muestras muy grandes:

Variación:

$$\alpha = \frac{1.28}{S} \quad (31)$$

Media:

$$\beta = \bar{x} - 0.45 \quad (32)$$

Para muestras relativamente pequeñas:

Variación:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S} \quad (33)$$

Media:

$$\beta = \bar{x} - 0.45 \quad \beta = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha} \quad (34)$$

5. Distribución Doble Gumbel

En muchos lugares, especialmente en zonas costeras y al norte del país, los eventos máximos anuales pertenecen a 2 poblaciones diferentes. La primera es la de los eventos producidos por precipitaciones relacionadas con los fenómenos meteorológicos dominantes en la región en estudio y la segunda es la de los eventos producidos por precipitaciones ciclónicas, normalmente mayores que las primeras.

Se ha demostrado que en estos casos la función de distribución de probabilidad se puede expresar de la siguiente manera, (González Villarreal, 1972):

$$F(x) = F_1(x)^p + (1-p)F_2(x) \quad (35)$$

donde:

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

p ; probabilidad de que el evento máximo sea producido por lluvia de tipo no ciclónica.

$F_1(x)$; Función de distribución asociada a lluvias no ciclónicas.

$F_2(x)$; Función de distribución de las lluvias ciclónicas.

La función tiene 5 parámetros:

2 parámetros de $F_1(x)$

2 parámetros de $F_2(x)$

el parámetro restante es p .

González usa un método numérico de minimización del error para calcular los valores de los parámetros. En primer lugar es necesario estimar p , la probabilidad de que un año cualquiera sea no ciclónico.

El valor de p será entonces:

$$p = \frac{N_1}{N_T} \quad (36)$$

donde:

N_n ; es el número de años de registro en que el gasto máximo no se produjo por una tormenta ciclónica.

N_T ; es el número total de años de registro.

Es común aceptar que $F_1(x)$ y $F_2(x)$ son del tipo Gumbel por lo que de ser así:

$$F(x) = e^{-\alpha(x-1)} [p + (1-p)e^{-\alpha(x-2)}] \quad (37)$$

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

donde, α_1 y β_1 son los parámetros correspondientes a la primera población y α_2 y β_2 corresponden a la segunda población.

6. Distribución Gamma.

La variable aleatoria x tiene una función de densidad gamma:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} (x - \delta)^{\alpha-1} \exp\left(-\frac{x - \delta}{\beta}\right), x \geq \delta, \alpha > 0, \beta > 0 \quad (38)$$

donde α , β y δ son los parámetros de la función.

La función matemática gamma $\Gamma(\alpha)$, es igual a

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\alpha-1} \exp(-x) dx \quad (39)$$

La cual tiene las propiedades siguientes:

$$\Gamma(\alpha+1) = \alpha \Gamma(\alpha) \quad \text{para } \alpha > 0$$

$$\Gamma(\alpha+1) = \alpha! \quad \text{para } \alpha \text{ entero positivo}$$

La función de densidad gamma tiene las características principales siguientes:

Los parámetros estadísticos de la función de densidad gamma dados por:

Media

$$\mu = \alpha \beta + \delta \quad (40)$$

Variancia

$$\sigma^2 = \alpha \beta^2 \quad (41)$$

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

esta acotada en su límite inferior δ y su empleo se facilita utilizando la variable reducida:

$$s = \frac{x - \delta}{\beta} \quad (42)$$

La función de distribución de probabilidad de s es gamma con parámetros $\delta = 0$, $\beta = 1$ y α .

La función de distribución de probabilidad gamma de s es:

$$f(s) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} s^{\alpha-1} \exp(-s) \quad (43)$$

7. Distribución Weibull.

Es introducida por el físico sueco Waloddi Weibull en el año de 1939; en donde se dice que una variable aleatoria continua x tiene una distribución Weibull, con parámetros (α y β), si su función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \alpha \beta \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1} \exp\left(-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha\right) \quad (44)$$

La función de distribución de probabilidad que propone Weibull es:

$$F(x) = 1 - \left(\frac{x}{\beta}\right)^{-\alpha} \quad (45)$$

Donde α y β , son los parámetros estadísticos de la función de distribución que pueden ser obtenidos a través de los métodos de momentos, mínimos cuadrados o máxima verosimilitud.

3.2 Métodos Indirectos.

Cuando se requiere estimar los caudales máximos asociados a diferentes periodos de retorno, se pueden emplear varias metodologías siempre y cuando se disponga de registros hidrológicos de longitud suficiente. Sin embargo, cuando existe

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
escasez de información hidrológica se presenta el problema de cómo determinar los caudales con cierto nivel de confiabilidad.

Por las características de la información disponible (calidad y cantidad), en la realización de los estudios se aplican diferentes técnicas para este tipo de casos. Para su estudio se le puede clasificar de acuerdo con la información que requiere para su aplicación, en:

- *Empíricos.*
- *Hidrometeorológicos.*

3.2.1 Empíricos.

A partir de relaciones de precipitación-escorrentía conocidas en algunas cuencas se han propuesto ecuaciones que hacen intervenir algunas de las características fisiográficas de la cuenca, así como la información sobre el uso de la tierra, condiciones del suelo, pendiente del terreno, longitud o pendiente del cauce principal y la intensidad o altura de precipitación total que provoco el gasto máximo. Estos métodos sólo proporcionan el gasto pico, Aparicio, (1990).

Dentro de los métodos empíricos, los dos métodos más importantes, resaltan los siguientes:

- *Métodos envolventes*
- *Formula racional.*

A continuación, se puntualizan los aspectos más importantes de estos métodos:

8. Métodos envolventes.

- Estos métodos toman en cuenta sólo el área de la cuenca.
- No analizan propiamente la relación entre la lluvia y el escurrimiento.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

- Se aplican por ser de enorme utilidad en casos en que se requieran solo estimaciones gruesas.
- Se utilizan cuando se carezca casi por completo de información.

Las aportaciones más relevantes fueron desarrolladas por:

Creager:

$$q = 1303 C_c (0.384)^{\alpha} A_c^H \quad (46)$$

donde:

q ; es el gasto máximo por unidad de área, $q = Q/A_c$

$$\alpha; \frac{0.93}{A_c^{0.48}}$$

C_c ; Es un coeficiente empírico, (referencia bibliográfica, Aparicio, 2001).

A_c ; Área de la cuenca, en km².

Lowry:

$$q = \frac{C_L}{(A_c + 25)^{0.5}} \quad (47)$$

donde:

C_L ; Coeficiente empírico.

3.2.2 Formula racional.

La fórmula racional toma en cuenta el área de la cuenca, la intensidad de la precipitación (mm/hr).

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

El tiempo de concentración (**t_c**) se define con el tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del gasto de equilibrio, o bien el tiempo que tarda el agua en pasar del punto más alejado hasta la salida de la cuenca.

Tiempo de concentración, una de sus formas de definición es:

$$t_c = \frac{L}{360v} \quad (48)$$

donde:

t_c; Tiempo de concentración en horas.

L; Longitud de cauce principal de la cuenca en m.

v; Velocidad (m/s).

La fórmula Racional resulta ser:

$$Q_p = C i A_c \quad (49)$$

donde:

Q_p; Gasto pico, en m³/s.

C; Coeficiente de escurrimiento adimensional.

i; Intensidad de lluvia, para una duración que es igual generalmente, al tiempo de concentración, en mm/h.

A_c; Área de la cuenca, en km².

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

3.3 *Métodos Hidrometeorológicos.*

Estos métodos son utilizados para la evaluación de crecidas de diseño. Consisten en simular el proceso lluvia-escorrentamiento y permiten obtener para un período de retorno determinado, como las generadas por la avenida máxima probable.

Todos estos métodos utilizan un dato de partida sobre la cuenca: la cantidad de lluvia, su duración y su distribución temporal dentro de la misma.

Dentro de los métodos más conocidos destacan los siguientes:

3.3.1 *Hidrograma Unitario:*

Se define como el hidrograma de escurrimiento directo producido por un 1 mm (1 cm o 1 pulgada) de lluvia efectiva o en exceso que cae con intensidad uniforme sobre toda la cuenca durante un tiempo conocido como duración de exceso (de).

La ventaja respecto a los métodos anteriores, permite producir la forma de la avenida y no sólo el gasto máximo.

Las hipótesis, (Aparicio, 1990) son:

- Tiempo base constante: para una cuenca dada la duración total de escurrimiento directo o tiempo base es la misma para todas las tormentas con la misma duración de lluvia efectiva, independientemente del volumen total escurrido; todo Hidrograma unitario está ligado a una duración de la lluvia en exceso.
- Linealidad o proporcionalidad: las ordenadas de todos los Hidrogramas de escurrimiento directo con el mismo tiempo base, son directamente proporcionales al volumen total de escurrimiento directo, es decir, al volumen total de lluvia efectiva. Como consecuencia, las ordenadas de dichos Hidrogramas son proporcionales entre sí.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

- Superposición de causas y efectos: el Hidrograma que resulta de un periodo de lluvia dado puede superponerse a Hidrograma resultantes de periodos lluviosos procedentes.

Existen diferentes tipos de Hidrogramas unitarios:

- Hidrograma unitario tradicional (HU).
- Hidrograma unitario instantáneo (HUI).
- Hidrogramas unitarios sintéticos.
 - HU Triangular.
 - HU Adimensional del SCS.
 - Método de I-Pai-Wu (1993).
 - Método de Chow (1992).

A continuación, se describen los métodos de Hidrogramas Unitarios:

3.3.2 Hidrograma unitario Tradicional (HU)

- Se basa en la suposición de que las precipitaciones con una misma duración y distribución espacial que producen hidrogramas unitarios semejantes, de esta resolución, tenemos que las ordenadas del hidrograma son proporcionales al volumen de escurrimiento.
- El área bajo la curva del HU, es el volumen de escurriendo directo de ese hidrograma, el cual debe ser igual en el área de la cuenca por 1 mm. de lluvia efectiva.
- Mediante el uso de este método, es posible hacer predicciones de escurrimiento directo en cuenca o en zonas hidrológicas similares que no cuentan con mediciones simultáneas de gastos y precipitación.

Este cuenta con dos principales limitaciones:

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

- No toma en cuenta la variación de la intensidad de la lluvia con respecto al tiempo. (para superar esta limitación se recomienda el uso del hidrógrama unitario de intervalos cortos (Hidrograma unitario instantáneo).
- El hidrograma unitario se aplica sólo a histogramas de lluvia efectiva que tengan la misma duración en exceso para la cual fue deducido. (si se requiere calcular otro Hidrograma de escurrimiento directo para una duración diferente con la cual se calculó el Hidrograma unitario se recurre al uso del método de la curva S.

Procedimiento para el cálculo del HU tradicional.

- Se obtiene el Hidrograma de escurrimiento directo y se calcula el volumen de escurrimiento directo Ved.
- Se determina de lluvia en exceso **Pe**, dividiendo el Ved entre el área de la cuenca **A_c**, y se especifica la duración de esta lluvia.
- Se encuentran las ordenadas del HU dividiendo las del Hidrograma de escurrimiento directo entre la lluvia en exceso (**Pe**).

3.3.3 Hidrograma unitario instantáneo (HUI).

Este permite tomar en cuenta la distribución de la lluvia en el tiempo. Si la duración de la lluvia en exceso tiende a cero y el volumen de agua permanece constante, la altura de lluvia efectiva se vuelve un pulso. El hidrograma del escurrimiento directo resulta de este pulso.

Las propiedades del hidrograma unitario instantáneo son las siguientes:

- 1) $0 \leq u(t) \leq \text{un valor pico}$ para $t > 0$
- 2) $u(t) = 0$ para $t \leq 0$

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

3) $u(t) \rightarrow 0$ para $t \rightarrow 0$

4) $\int_0^{\infty} u(t) dt = 1.C$

5) $\int_0^{\infty} u(t) dt = t_r$

donde t_r es el tiempo de retraso del Hidrograma unitario instantáneo.

1. Hidrograma Unitario Sintético Triangular.

El hidrograma unitario Sintético Triangular fue desarrollado por Mockus, para poder utilizarlo se requiere conocer las características fisiográficas de la cuenca y fue desarrollado para cuencas pequeñas. De su forma geométrica se describe el gasto pico, como:

$$q_p = 0.208 \frac{A}{t_p} \tag{50}$$

donde:

A_c ; Área de la cuenca, en km^2 .

t_p ; Tiempo, en hrs.

q_p ; Gasto pico, en $m^3/s/mm$.

$$t_r = 1.67 t_p. \tag{51}$$

$$t_p = \sqrt{t_c + 0.6 t_c} \tag{52}$$

El Hidrograma de escurrimiento directo se calcula multiplicado cada una de las ordenadas del HU triangular con la lluvia efectiva, P_e , expresada en mm.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

2. HU Adimensional del SCS.

El Soil Conservation Service de Estados Unidos (SCS, 1975), propone utilizar las siguientes fórmulas que nos ayudarán para calcular el hidrograma:

$$q_p = 0.208 A_c / t_p \quad (53)$$

$$t_p = \sqrt{t_c + 0.6t_c} \quad (54)$$

donde:

A_c ; área de la cuenca, en km^2

t_c ; tiempo de concentración, en h.

t_p ; tiempo pico, en h.

q_p ; gasto pico, en $m^3/s/mm$.

3.4 Curvas i-d-tr

Para el cálculo de las curvas intensidad duración y periodo de retorno se tuvo que recurrir a métodos indirectos de estimación ya que en la información disponible en la zona en estudio no se cuenta con estaciones pluviográficas es decir aquella estación que registra la evolución del fenómeno de la precipitación con el tiempo, por ello se presenta el método propuesto por Bell que a continuación se describe.

3.4.1 Formula de Bell

El estudio de Bell consistió en analizar una serie de precipitaciones máximas anuales para 157 estaciones de Estados Unidos, encontrando que, en relación con la duración de una hora como base, el factor de ajuste para una duración de 2 horas es 1.25.

Además, realizo otro estudio en Australia donde también considero como duración base 1 hora, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 2|**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
Tabla 2. Valores experimentales de la fórmula de Bell

Periodo de retorno	5 min	15 min	30 min	60 min	2 hrs
2 años	0.30	0.57	0.77	1.0	1.24
10 años	0.31	0.58	0.78	1.0	1.25
25 años	0.30	0.58	0.79	1.0	1.23
media	0.30	0.57	0.78	1.0	1.24

Como se puede observar en la media para la duración de 2 horas, el factor de ajuste con respecto al obtenido para esa misma duración, pero para Estados Unidos es parecido, por lo cual Bell supuso que los resultados obtenidos para EUA podrían ser utilizados en otras partes del mundo.

En este sentido, fue que Bell (1969) propuso la siguiente fórmula:

$$R_d^t = (0.21LnT + 0.52)(0.54d^{0.25} - 0.5)R_1^{10}$$

En donde

R_d^T , Intensidad de precipitación para un periodo de retorno de T años y una duración de t horas en mm.

Además, R_1^{10} es la lluvia de 1 hora de duración y un periodo de retorno de 10 años.

Para determinar las aportaciones por cuenca propia en el tramo de cauce en estudio, que se menciona en el párrafo anterior, se llevarán a cabo las actividades que se describen en los siguientes apartados.

3.5 Metodología balance hídrico

En este punto se describirá la metodología para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales empleada para determinar el balance hídrico, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 para la conservación del recuso agua.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

3.5.1 Norma oficial NOM-011-CNA-2000.

Debido a que en la cuenca de estudio no se encontró suficiente información de los registros hidrométricos para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural, se aplicó el método indirecto denominado “precipitación – escurrimiento”.

Para ello, es necesario realizar la siguiente operación:

$$VAEN = PA \times AC \times CE \quad (1)$$

Dónde:

VAEN; Volumen anual de escurrimiento natural de la cuenca

PA; Precipitación anual de la cuenca

AC; Área de la cuenca

CE; Coeficiente de escurrimiento

3.5.2 Balance hídrico

La determinación de la disponibilidad media anual de agua superficial en una cuenca hidrológica se determina en el cauce principal de salida de la cuenca hidrológica, mediante la siguiente ecuación:

$$DMA = VMAE - VAC \quad (2)$$

Donde:

DMA; Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica

VMAE; Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo

VAC; Volumen anual comprometido aguas abajo

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

El volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo del sitio de estudio se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMAE = VMAB + VMAEN + VAR + VAI + VAE + VAEAS \quad (3)$$

Donde:

VMAE; Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo

VMAB; Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba

VMAEN; Volumen medio anual de escurrimiento natural

VAR; Volumen medio anual de retornos

VAI; Volumen medio anual de importaciones

VAE; Volumen medio anual de exportaciones

VAEAS; Volumen anual de extracción de agua superficial

3.5.3 Determinación del caudal ecológico

Una vez obtenido el valor del volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hidrológica, se obtiene el valor del volumen medio del gasto ecológico de acuerdo a la NMX-AA-159-SCFI-2012, mediante la siguiente ecuación:

$$VMAEN = VMAE * 0.2 \quad (7)$$

Donde;

VMAEN; Volumen medio anual de escurrimiento natural

VMAE; Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

4 Análisis de la información disponible.

4.1 Hidrométrica.

La cuenca no cuenta estación hidrométrica que afore los escurrimientos que se producen en la zona de influencia

4.2 Climatológica

La información climatológica y meteorológica a la que se pudo tener acceso fue la estación climatológica Mexcaltitán (N. CLICOM 18022) equipada con pluviómetro, cuya medición de la lluvia obtenida es la correspondiente a la acumulada en 24 horas (Tabla 3).

Tabla 3. Principales características de las estaciones climatológicas en la zona en estudio

N°	ESTACION	CLAVE CLICOM	GRPN	MUNICIPIO	RH	COORDENADAS						ALTITUD msnm	SITUACION ACTUAL
						LATITUD			LONGITUD				
18022	Mexcaltitán	18022	GLSP	Santiago Ixcuintla	13	21°	54'	18"	105°	28'	33"	4	OPERANDO

Se tomaron las alturas de precipitación que se registran en el pluviómetro (24 horas); para esto se formó una muestra de los contenidos los máximos en 24 horas por mes (Figura 13), además de la suma de la precipitación mensual, es decir cada lluvia en forma diaria sumada con el mes correspondiente, haciendo una muestra de 46 años (Figura 14). De acuerdo con la estación Mexcaltitán (18022), se obtuvieron los datos de la precipitación anual y mensual de la cuenca se muestran en la Tabla 4.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

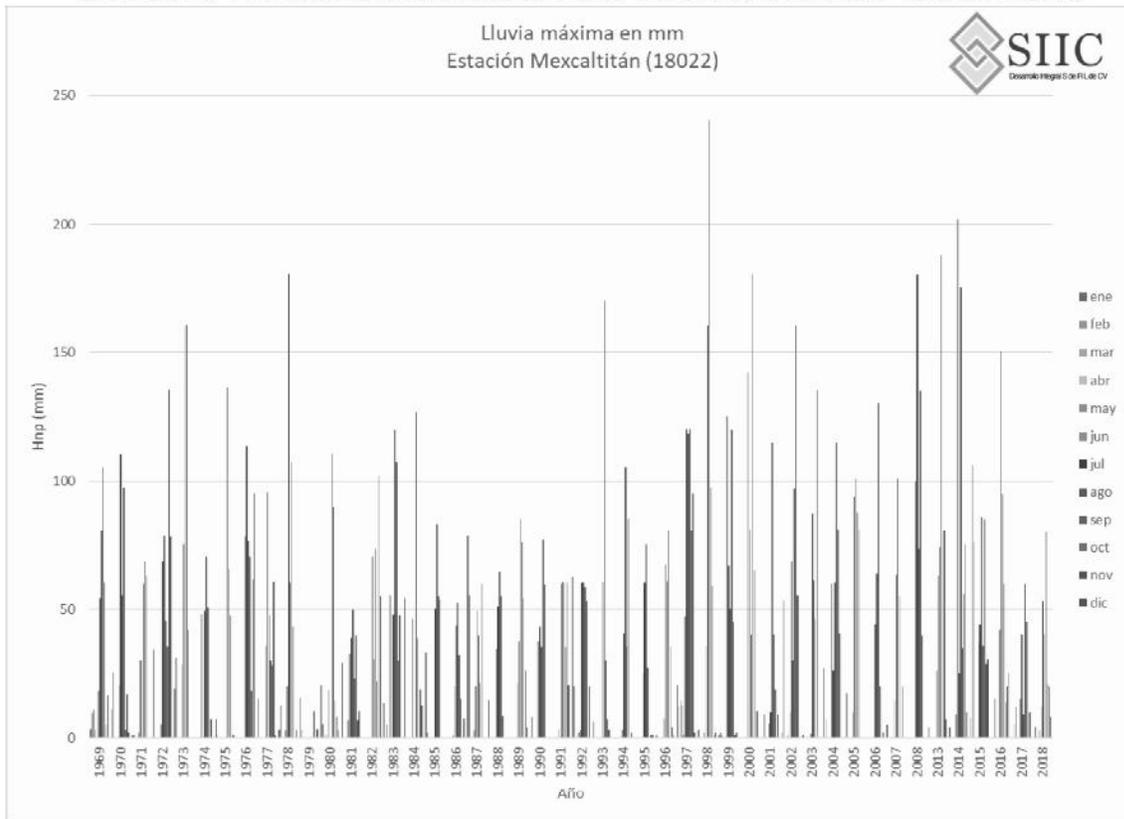


Figura 13. Registro de precipitación de la estación Trigomil, lluvia máxima en 24 horas

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

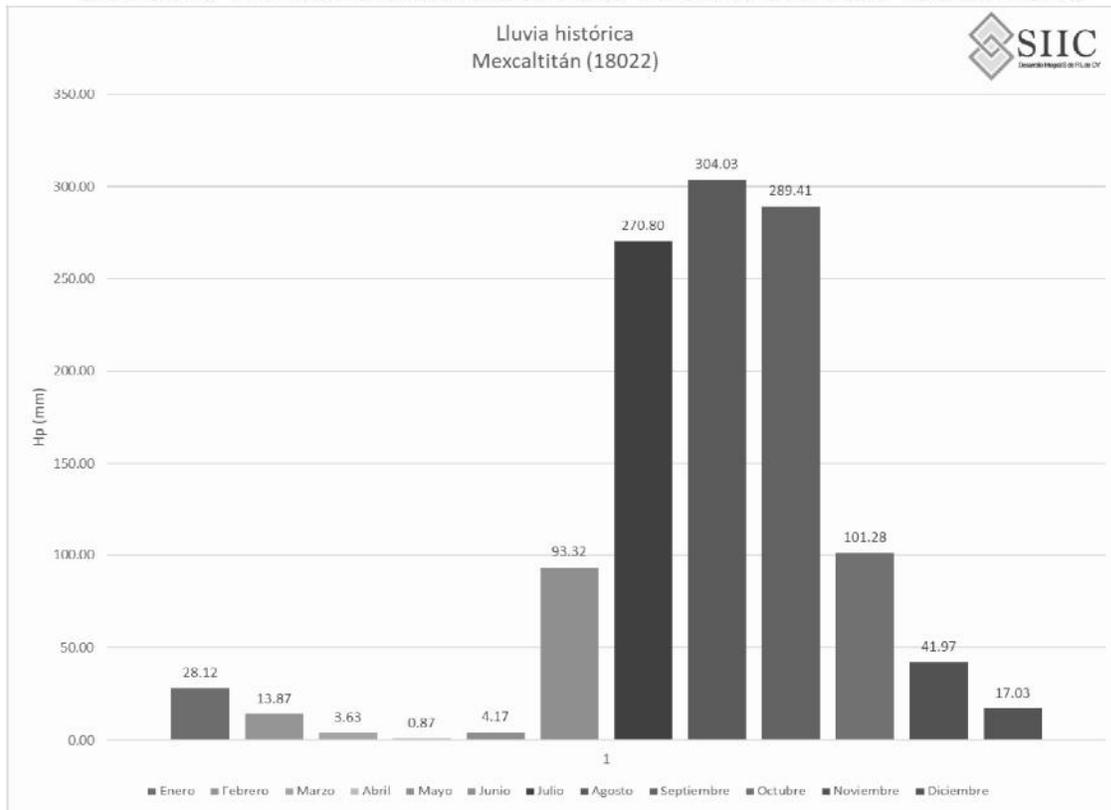


Figura 14. Precipitación media histórica.

Tabla 4. Precipitación media historica en la estación climatologica 18022.

Mes	Precipitación (mm)
enero	28.12
febrero	13.87
marzo	3.63
abril	0.87
mayo	4.17
junio	93.32
julio	270.80
agosto	304.03
septiembre	289.41
octubre	101.28
noviembre	41.97
diciembre	17.03
anual	1,113.89

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

5 Resultados

Con la información debidamente recopilada y validada se procedió, al desarrollo de hidrología conceptual de las cuencas en estudio.

En primer lugar, se analizaron las lluvias, con el objeto de determinar su comportamiento a lo largo de su historia (máximos en 24 h).

5.1 Lluvias Máximas en 24 horas

Se realizaron los ajustes a funciones de distribución de probabilidad, de la información de lluvia registrada en 24 horas, teniendo como resultado la figura siguiente (Figura 15).

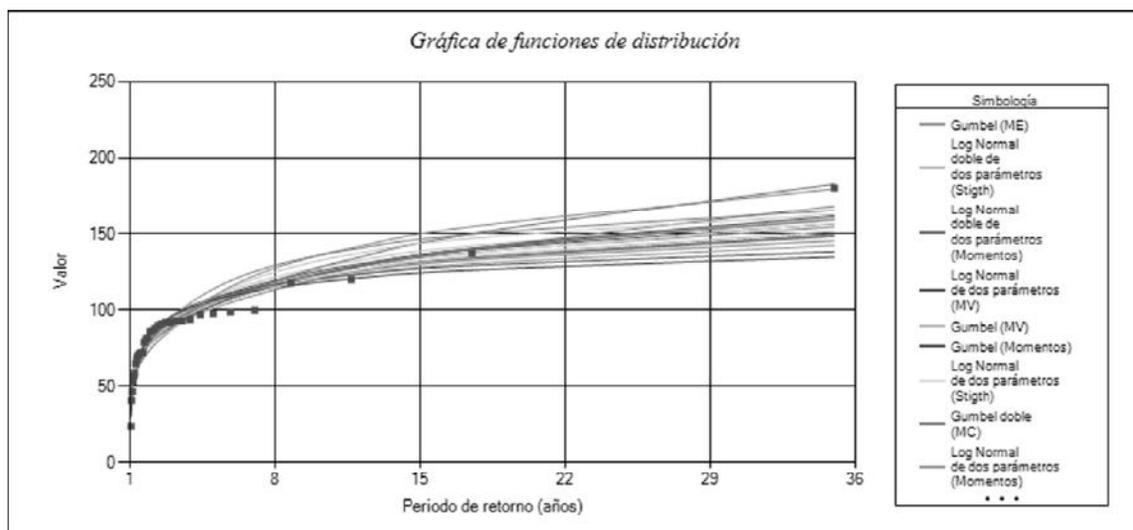


Figura 15. Resumen de los Ajustes probabilísticos de la información climatológica

En la Figura 15 se puede observar que la función Gumbel (ML) es la que mejor ajuste presenta desde el punto de vista estadístico. Teniendo en cuenta que las funciones Gamma y doble Gumbel fueron conceptuadas para describir el comportamiento de variables que presentan máximos absolutos de su muestra serial por periodo anual, esto es valores máximos de series anuales; se procedió ajustar a estas funciones, teniendo como resultado que la Función Gumbel ML tiene mejores resultados en comportamiento y tendencia que describe los valores de la seria anual de los máximos de precipitación en la estación Mexcaltitán, por otra parte si se voltea

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO” nuevamente a la

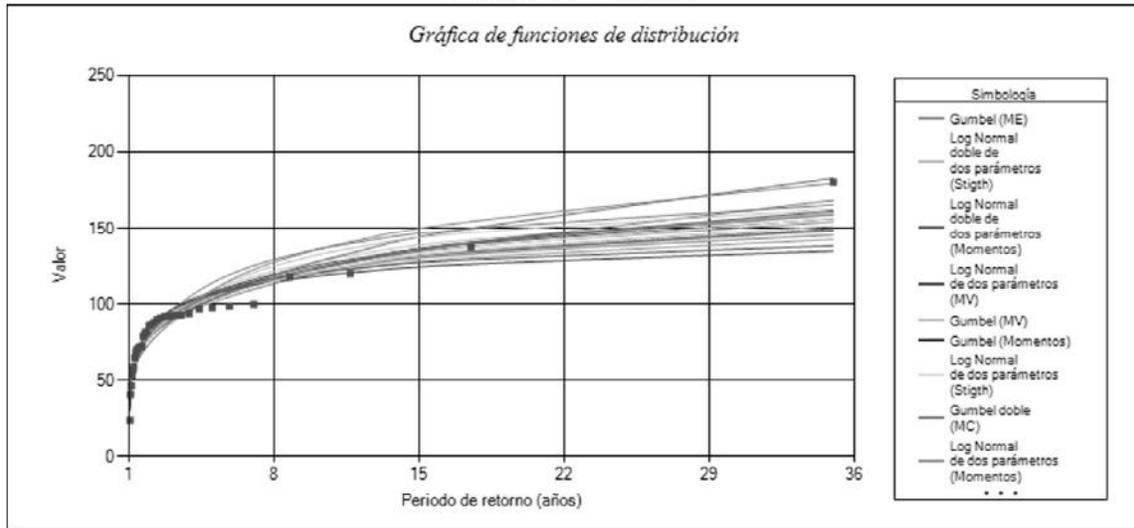


Figura 15, se observa que esta es la función en segundo lugar en la competencia de ajustes. Así mismo normalmente en hidrología la función Gumbel ML es empleada comúnmente en series mensuales, como por ejemplo los escurrimientos que aporta un río a una presa de almacenamiento.

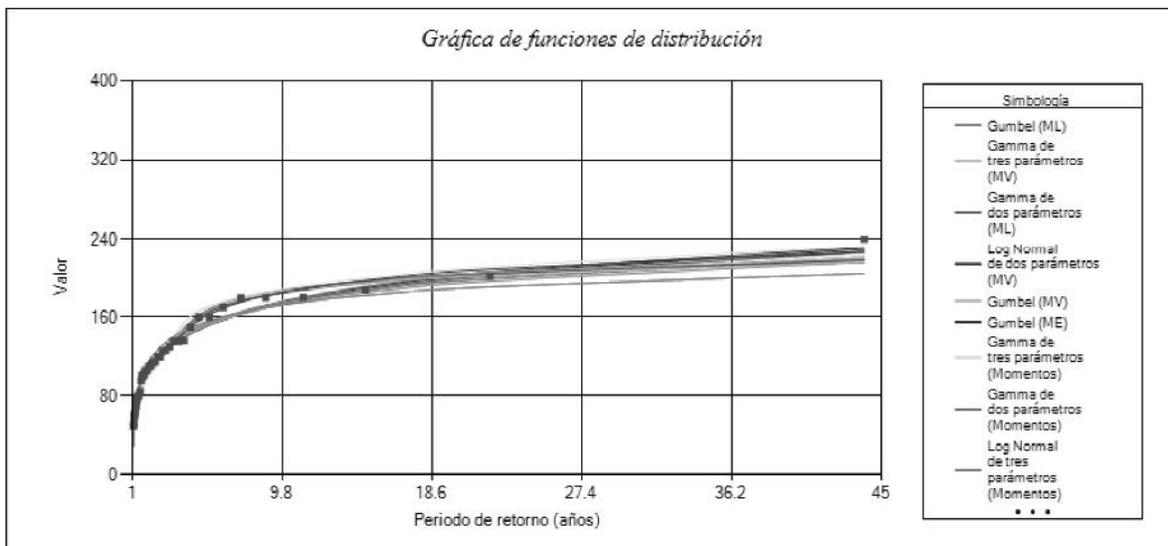


Figura 16. Bondad del ajuste de la función Gumbel ML

Los valores de dicho ajuste no son parecidos a los de la normal, pero en su ajuste grafico se puede notar una mejor representación del evento, por lo que se procedió a realizar el ajuste con dicha función. Se graficó por separado la función resultante

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
 para revisar visualmente el comportamiento de esta función con respecto a los registros medidos, en la Figura 16 se puede observar la fiabilidad en la bondad del ajuste de los registros de lluvia de la estación 18022.

Los parámetros del ajuste optimizado con la función Gumbel ML se muestran en las tablas resúmenes siguientes (Tabla 5 y Tabla 6).

Tabla 5. Estadísticos de la Función Gumbel ML

$\mu=$	116.98	$\sigma=$	43.88
$\gamma=$	0.693	$k=$	0.193

Tabla 6. Parámetros de la Función Gumbel ML

α	β
96.37	35.70

Es de hacer notar que a pesar de que la cuenca en estudio se encuentra sujeta a la incidencia directa de ciclones tropicales, los máximos no se organizan en dos poblaciones; es decir, la primera población de eventos propiamente convectivos, y aquellos que son provocados por eventos meteorológicos a gran escala, como por ejemplo ciclones tropicales.

Para lo que en términos generales indica que los eventos máximos absolutos son de tipo convectivos, esto es humedad que genera la cuenca propia de aportación, y no es influida por ciclones tropicales y/o la magnitud es tan cercana que estos no tienen un distinguo entre la probabilidad de que este máximo sea presente por lluvia convectiva o ciclónica.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

En la Tabla 7 se resumen los resultados del análisis estadístico probabilístico realizado en la estación Mexcaltitán.

En la Tabla 7 se presentan los valores extrapolados para períodos de retorno de 2,5, 10, 20, 25, 50, 100 200 y 500 años.

Tabla 7. Resumen de la función Gumbel ML

Tr (años)	Dato	Calculado	Error cuadrático	Probabilidad real	Probabilidad teórica
44	240.3	231.071	85.1744	0.0227	0.0176
22	202	205.9063	15.2594	0.0455	0.0506
14.6667	188	191.0042	9.0255	0.0682	0.0739
11	180.3	180.2986	0	0.0909	0.0909
8.8	180.2	171.888	69.0896	0.1136	0.0911
7.3333	180	164.9253	227.247	0.1364	0.0916
6.2857	170.2	158.9583	126.3747	0.1591	0.1188
5.5	160.5	153.7171	46.0081	0.1818	0.1529
4.8889	160.3	149.027	127.0798	0.2045	0.1537
4.4	150.3	144.7689	30.593	0.2273	0.1981
4	136.3	140.8574	20.7697	0.25	0.2788
3.6667	135.7	137.2292	2.3386	0.2727	0.2828
3.3846	135.5	133.8363	2.7679	0.2955	0.2841
3.1429	130.2	130.6408	0.1943	0.3182	0.3214
2.9333	126.7	127.6126	0.8329	0.3409	0.348
2.75	125.3	124.7272	0.3281	0.3636	0.359
2.5882	120.3	121.9643	2.7698	0.3864	0.4005
2.4444	120	119.3066	0.4808	0.4091	0.4031
2.3158	115	116.7395	3.0257	0.4318	0.4476
2.2	115	114.2502	0.5622	0.4545	0.4476
2.0952	113.5	111.8274	2.7975	0.4773	0.4615
2	110.8	109.4611	1.7926	0.5	0.4871
1.913	110.4	107.142	10.6149	0.5227	0.4909
1.8333	106	104.8614	1.2965	0.5455	0.5341
1.76	105.6	102.6111	8.9333	0.5682	0.5381
1.6923	105.4	100.3834	25.1661	0.5909	0.5401

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

1.6296	102	98.1703	14.6664	0.6136	0.5744
1.5714	101.1	95.9639	26.3795	0.6364	0.5836
1.5172	101	93.7558	52.4777	0.6591	0.5846
1.4667	95.7	91.5373	17.3281	0.6818	0.6391
1.4194	85	89.2985	18.4768	0.7045	0.7472
1.375	83.3	87.0283	13.9005	0.7273	0.7636
1.3333	80.3	84.714	19.4838	0.75	0.7917
1.2941	80	82.3401	5.4763	0.7727	0.7944
1.2571	76.8	79.8875	9.5324	0.7955	0.8228
1.2222	75.2	77.3314	4.5428	0.8182	0.8363
1.1892	70.4	74.639	17.9688	0.8409	0.8738
1.1579	68.4	71.764	11.3166	0.8636	0.888
1.1282	64.5	68.6379	17.1225	0.8864	0.913
1.1	60.5	65.1506	21.6283	0.9091	0.9349
1.0732	60	61.1054	1.2219	0.9318	0.9373
1.0476	52.6	56.0852	12.1464	0.9545	0.9669
1.0233	49.7	48.8617	0.7027	0.9773	0.9752

Con el contenido de la Tabla 8 Tabla 8 se tiene que los valores correspondientes a periodos de retorno para 5 años serán los usados para la identificación de la zona federal del cauce y para el diseño de obras de rectificación o encauzamiento se tendrán que usar los valores de lluvias asociadas a periodos de retorno mayores a 50 años.

Tabla 8. Extrapolaciones para diferentes períodos de retorno, en años

Tr (años)	Hp (mm)
2	109.46
5	149.93
10	176.72
20	202.42
25	210.57
50	235.68
100	260.61
200	285.45
500	318.22

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

5.2 Lluvia de Diseño (diferentes Duraciones).

5.2.1 Formula de Chen

Como se puede observar la mayoría de los valores de k^4 se encuentran fuera del rango de la gráfica propuesta por Chen (Chen, 1987), que va del 10% al 60%; por lo que se recurrió a la propuesta de Bañuelos y Chacon, (Bañuelos et al., 2006), ver Figura 17.

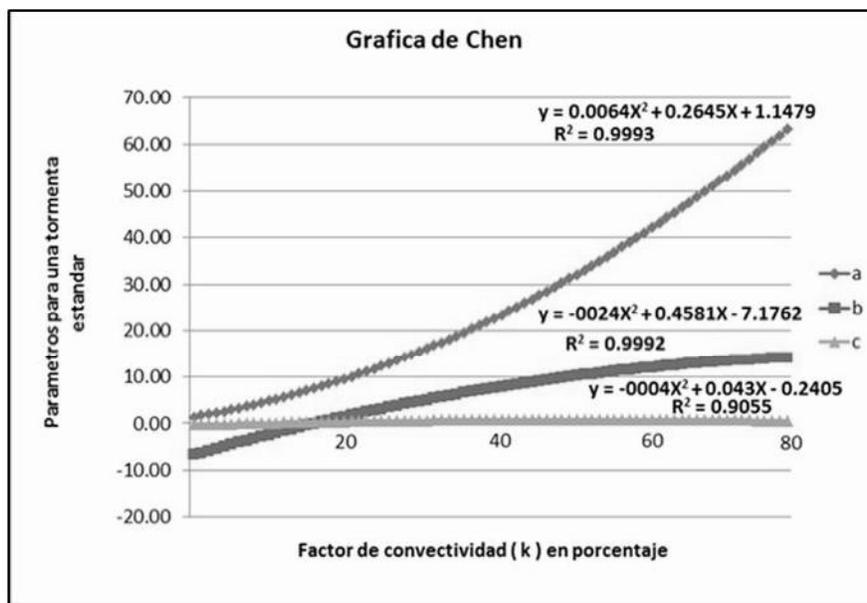


Figura 17. Parámetros de Chen para una tormenta estándar

Al aplicar la formulas se calcularon los parámetros de Chen, con una precipitación máxima de 1 hora y un periodo de retorno de 10 años y usando los factores k (Tr = 10 años, en porcentaje), en la Tabla 9Tabla 9 se presentan estos resultados.

Tabla 9. Parámetros de la fórmula de Chen

NOMBRE	K (Tr 10 años)	K%	a	b	C
Ticha	0.27	27	12.96	3.44	0.61

Para obtener el valor de X; se procedió de la siguiente manera tomando la misma consideración que Chen:

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Si $hp_1^{100} = 1.32hp_1^{10}$; $X = \frac{hp_1^{100}}{hp_1^{10}} = 1.32$

Una vez tomadas todas las consideraciones anteriores se calcularon las intensidades para distintas duraciones (5, 10, 20, 30, 60, 120 y 240 min.) y periodos de retorno (10, 20, 25, 50 y 100 años). En la Tabla 10 se muestran los resultados.

Tabla 10. Resultados de intensidades para distintas duraciones y diferentes periodos de retorno en mm/hr

$\frac{d}{Tr}$	5	10	20	30	60	120	240
2	80.09	60.34	43.01	34.64	23.46	15.64	10.34
5	128.70	96.96	69.11	55.66	37.69	25.13	16.62
10	168.63	127.04	90.55	72.94	49.39	32.93	21.78
20	212.56	160.13	114.14	91.93	62.25	41.51	27.45
25	227.62	171.48	122.22	98.45	66.66	44.45	29.39
50	277.35	208.95	148.93	119.96	81.23	54.16	35.82
100	331.67	249.86	178.09	143.45	97.13	64.77	42.83

En la Figura 18 se presenta la representación gráfica de las curvas intensidad-duración-Periodo de retorno para la estación en estudio, por el método de Chen.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

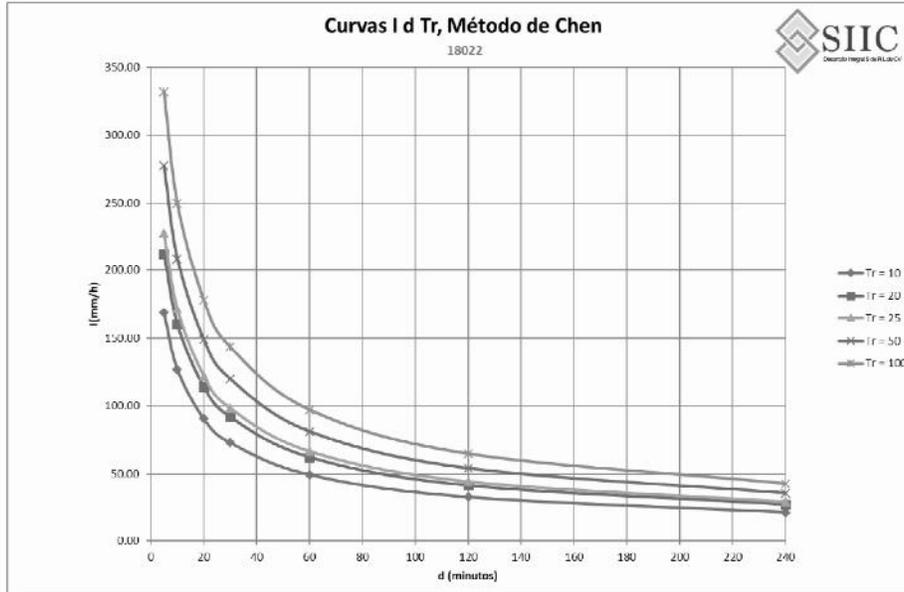


Figura 18. Curvas I-d-Tr de la estación Mexcaltitán obtenidos de la fórmula de Chen

5.2.2 Formula de Bell

Para aplicar la fórmula de Bell, se usaron, los valores de precipitación máxima en 1 hora y un periodo de retorno de 10 años que fueron calculados con el factor $k=0.27$ (Tabla 11 Tabla 11; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 11. Resultados para I-d-Tr aplicando la fórmula de Bell para distintas duraciones y diferentes periodos de retorno en mm/hr.

d Tr	5	10	20	30	60	120	240
2	72.58	54.32	37.88	30.05	19.73	12.66	7.99
5	128.15	95.92	66.89	53.05	34.83	22.35	14.11
10	176.68	132.24	92.22	73.15	48.02	30.82	19.46
20	231.73	173.44	120.95	95.93	62.98	40.42	25.52
25	250.89	187.78	130.95	103.87	68.19	43.76	27.63
50	314.99	235.75	164.41	130.41	85.62	54.95	34.69
100	386.10	288.97	201.52	159.84	104.94	67.35	42.52

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

En la Figura 19 se muestra la representación gráfica de las curvas intensidad-duración-Periodo de retorno para la estación en estudio.

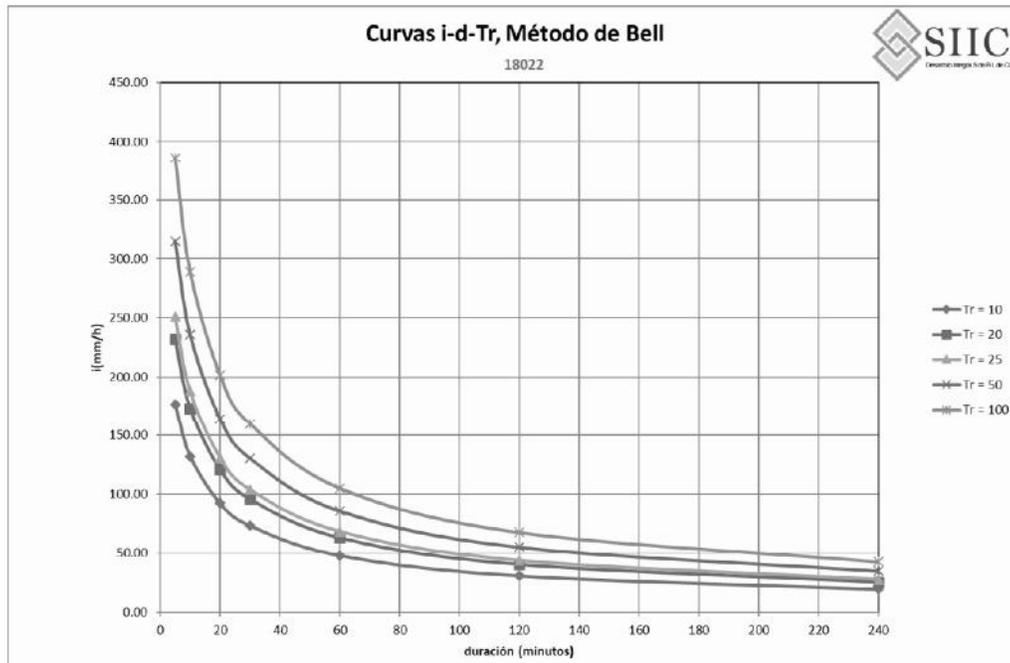


Figura 19. Curvas I-d-Tr de la estación Mexcaltitán obtenidos de la fórmula de Bell

5.2.3 Curvas I-d-Tr método Tradicional

Para obtener las curvas i d Tr de la zona en estudio por el método tradicional se obtuvieron de las cartas de estas curvas que emite la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), las cuales se presentan en la Figura 20y Figura 20.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

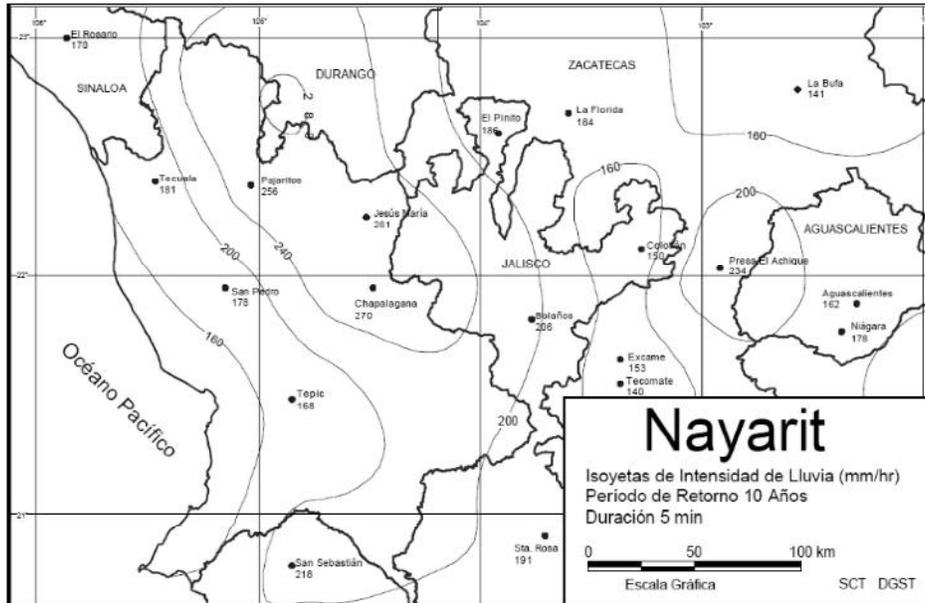


Figura 20. Curvas I-d-Tr del estado de Nayarit, fuente SCT

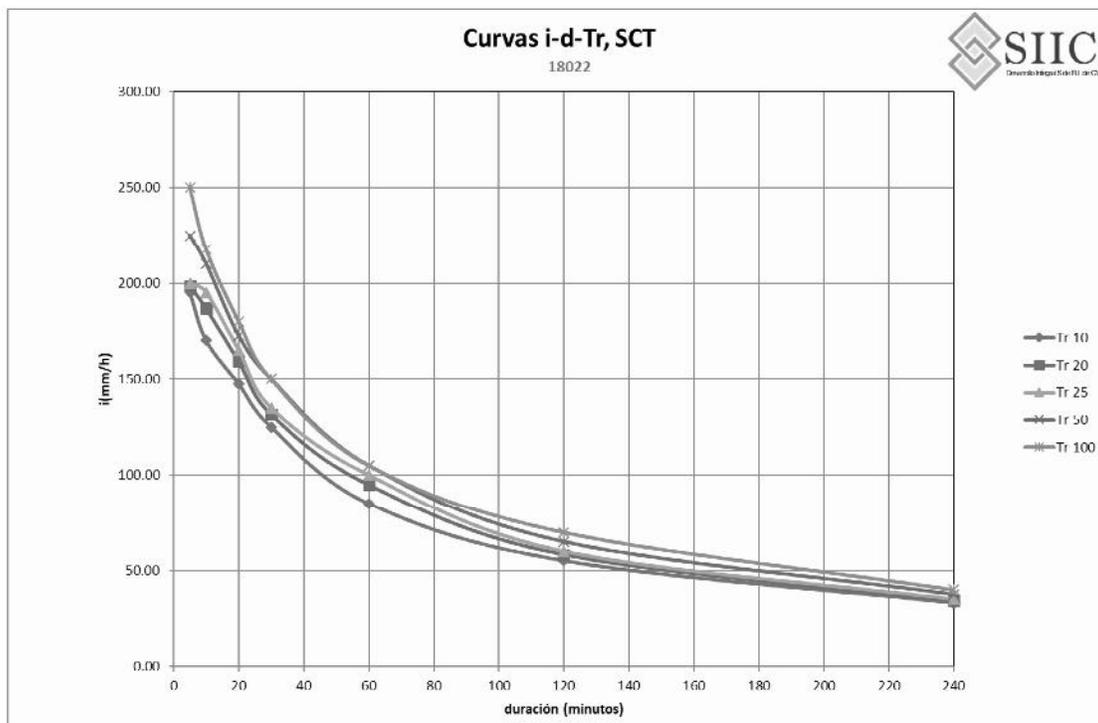


Figura 21. Curvas I-d-Tr del estado de Nayarit, fuente SCT

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

5.3 Comparación de los resultados obtenidos con Chen, Bell e I-d-Tr

Se realizó la comparación de los resultados de Chen, Bell y I-d-Tr, donde se hace una comparación de las alturas de las intensidades para un periodo de retorno (Tr) de 10 años y una duración de 5, 10, 20, 30, 60, 120 y 240 minutos; de esta manera se podrá hacer una mejor interpretación de los resultados mediante el conocimiento del comportamiento de los modelos, de tal manera se podrá elegir el mejor modelo para fines de diseño o delimitación de zonas federales.

A continuación, se presentan graficas con un periodo de retorno de 10 años y con diferente duración (5, 10, 20, 30, 60, 120 y 240 minutos), ver figuras siguientes.

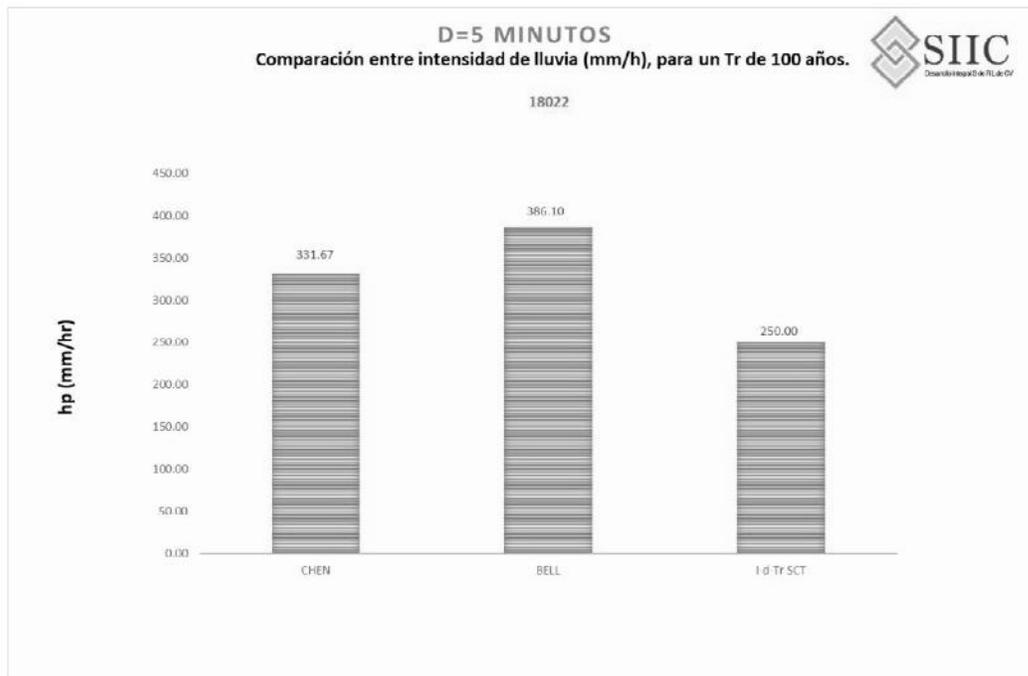


Figura 22. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 5 minutos

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

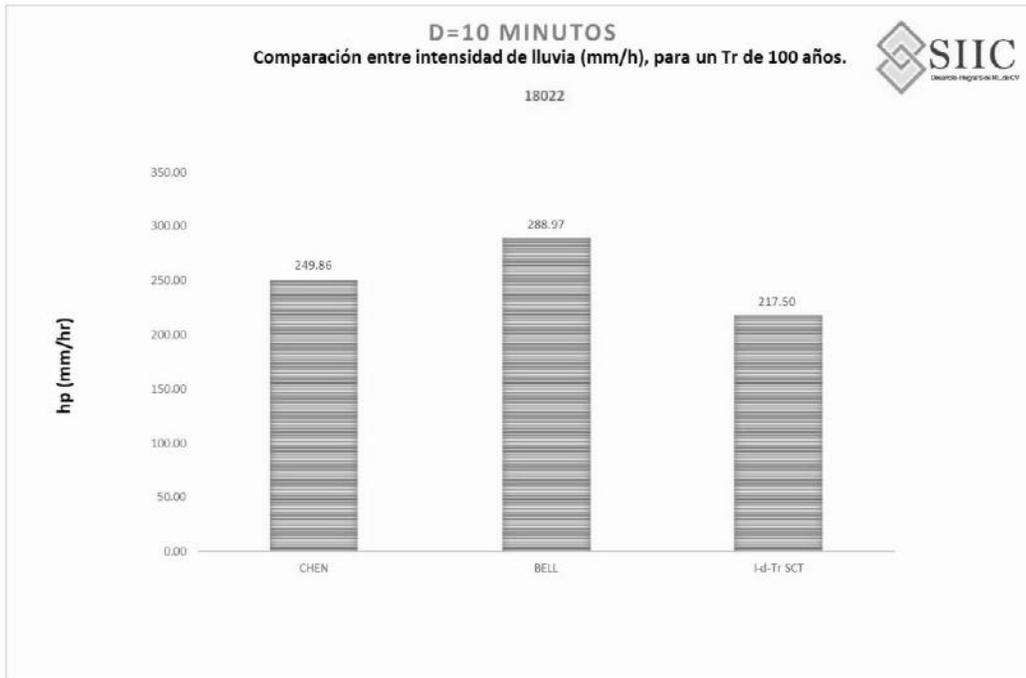


Figura 23. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 10 minutos

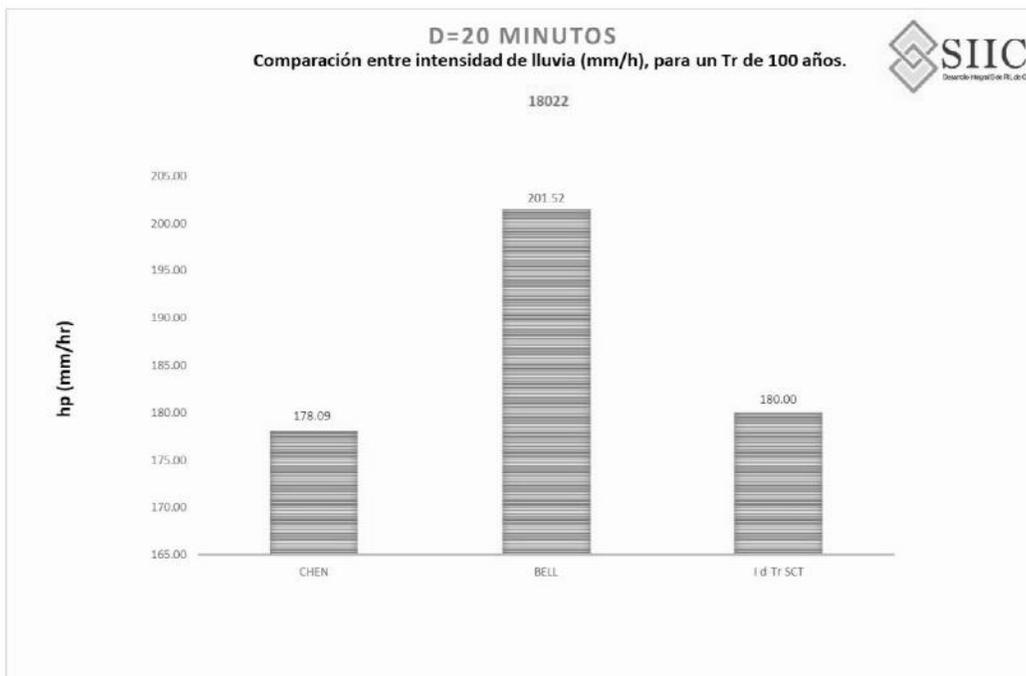


Figura 24. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 20 minutos

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

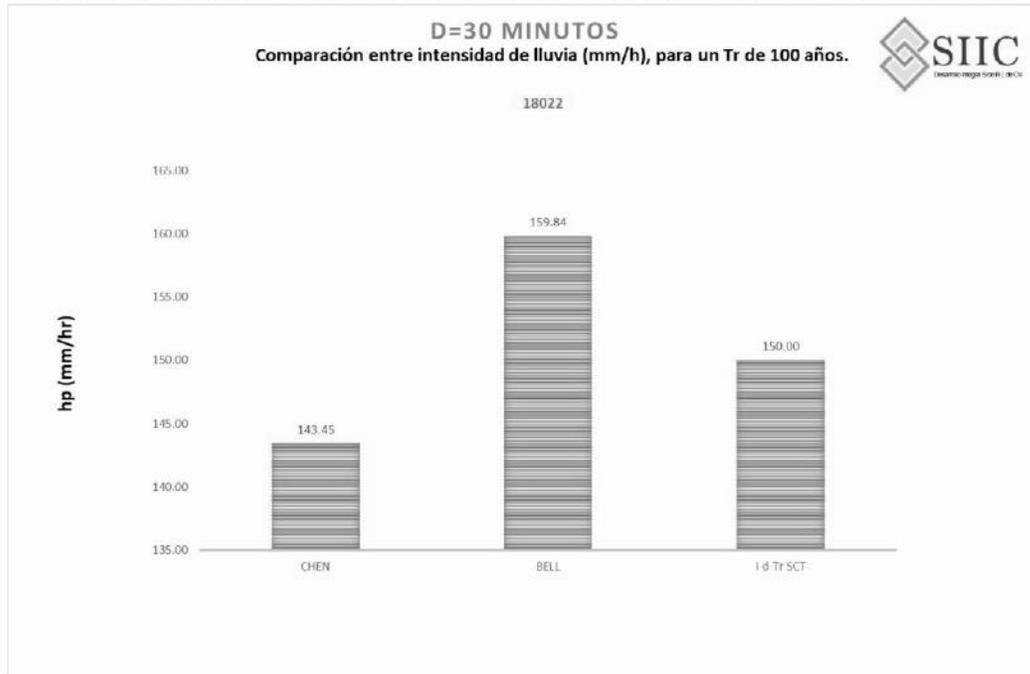


Figura 25. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 30 minutos

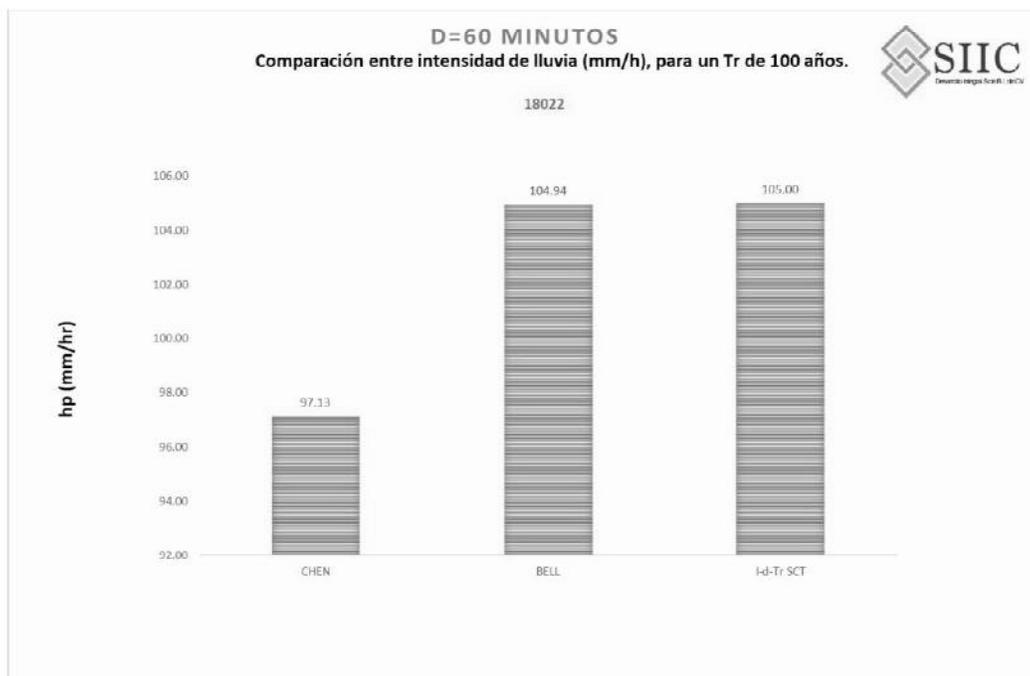


Figura 26. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 60 minutos

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

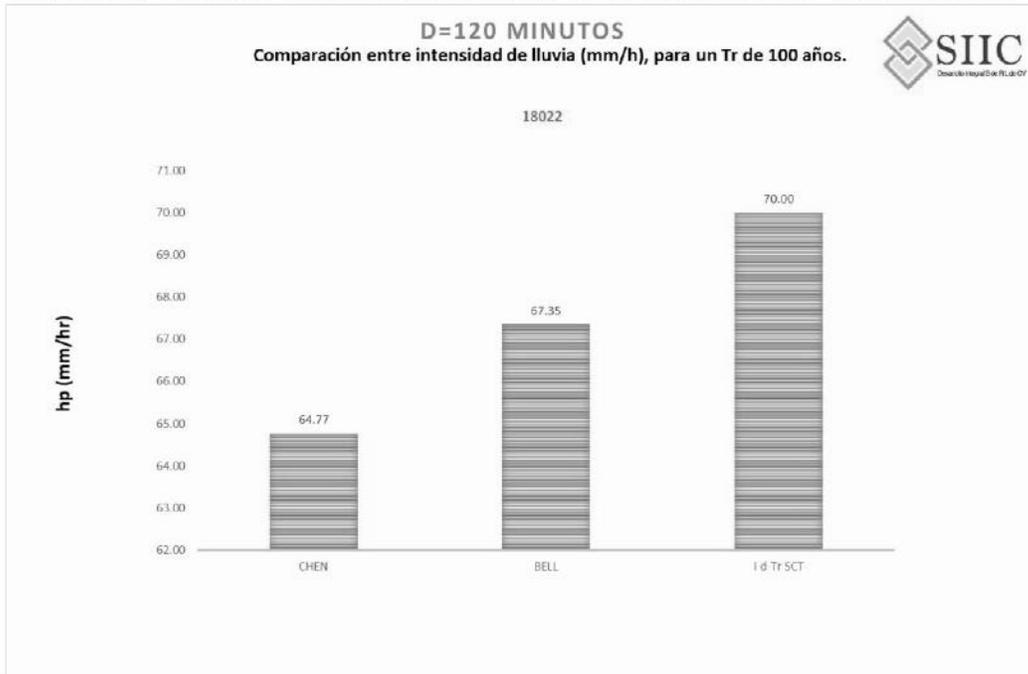


Figura 27. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 120 minutos

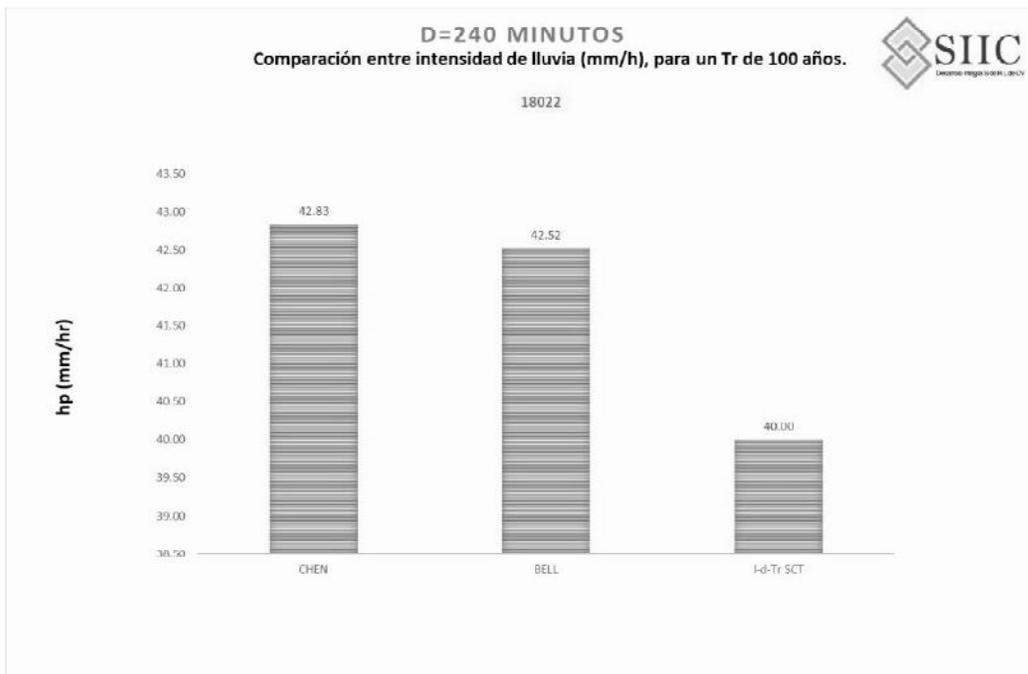


Figura 28. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 240 minutos

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

De los resultados anteriores se tiene que las fórmulas de Chen y I-d-Tr, tienden a subestimar los valores de las lluvias; por lo que se tomó la decisión de usar las lluvias de diseño las que arroja el método de Bell.

La duración en exceso se calculó mediante la expresión siguiente, ver metodología

$$d_e = 2 \sqrt{t_c} =$$

de = 280 minutos

5.4 Hietogramas de diseño, Método de Bloques Alternos, Chow 1994

En presente apartado se explica la forma en que se agruparon los hietogramas de diseño.

Para realizar los hietogramas de diseño se utilizó el siguiente criterio (método de bloques alternos propuesto por Chow en 1994):

1. Para la primera barra del hietograma esta se empleó aquella de duración de 5 minutos y se colocó al centro de la lluvia considerando una lluvia normalmente distribuida.
2. Las barras subsecuentes se organizaron una a cada lado de la intensidad central; la barra 10 minutos a la izquierda, 20 minutos a la derecha.
3. 30 minutos corresponderá a la hora 3 y 60 minutos a la hora 6.
4. La hora 1 tendrá la intensidad correspondiente a 120 minutos y por último la hora 7 será la duración de 240 minutos

En las siguientes figuras se presentan los hietogramas resultantes.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

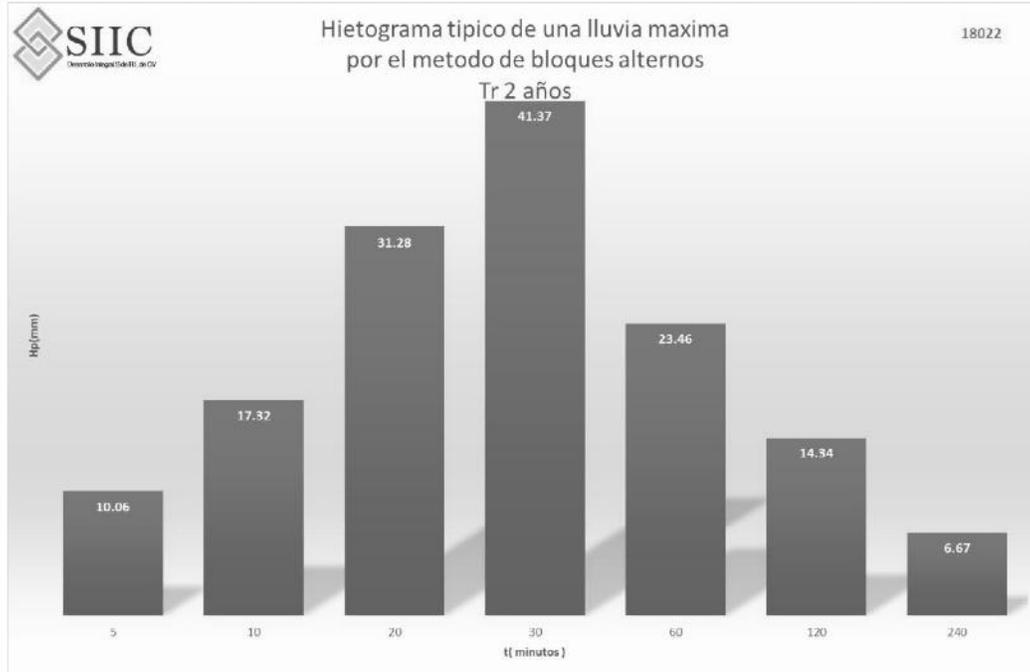


Figura 29. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 2 años

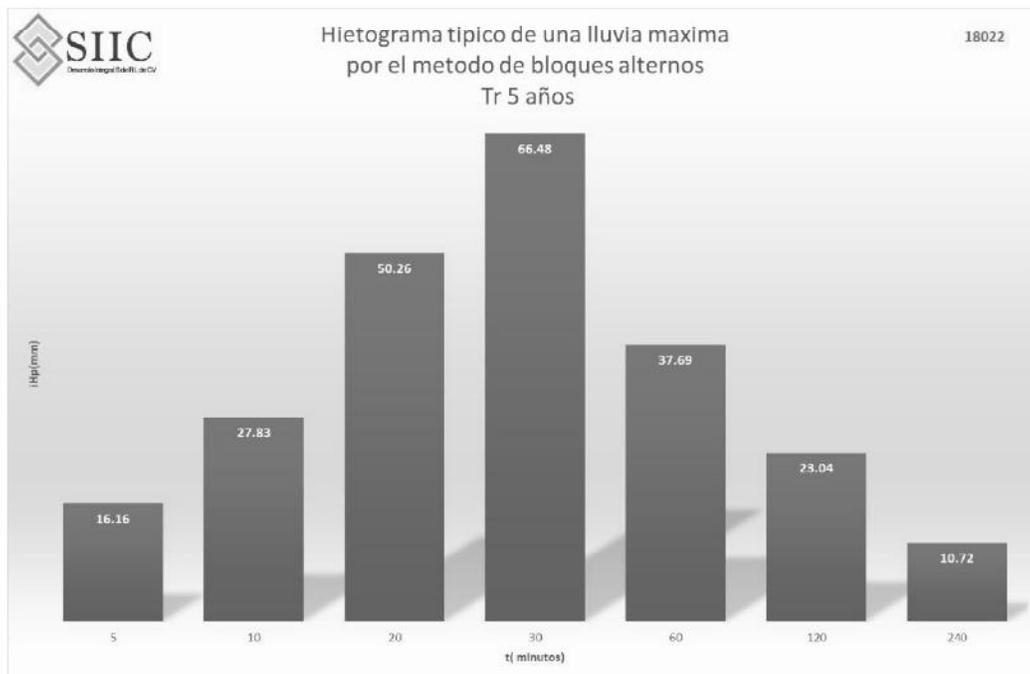


Figura 30. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 5 años

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

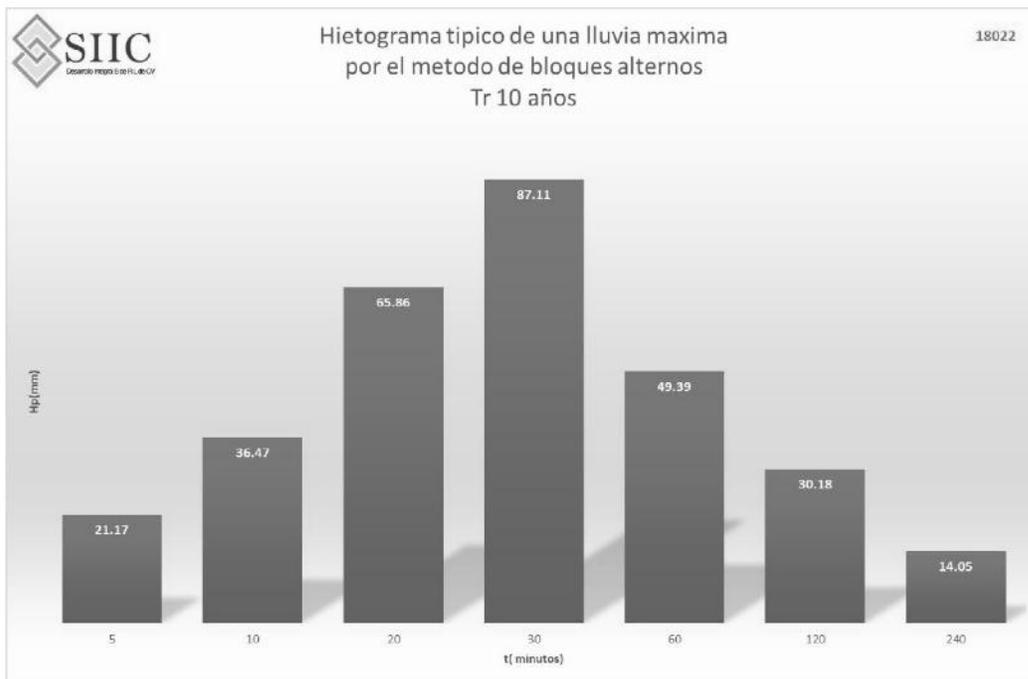


Figura 31. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 10 años

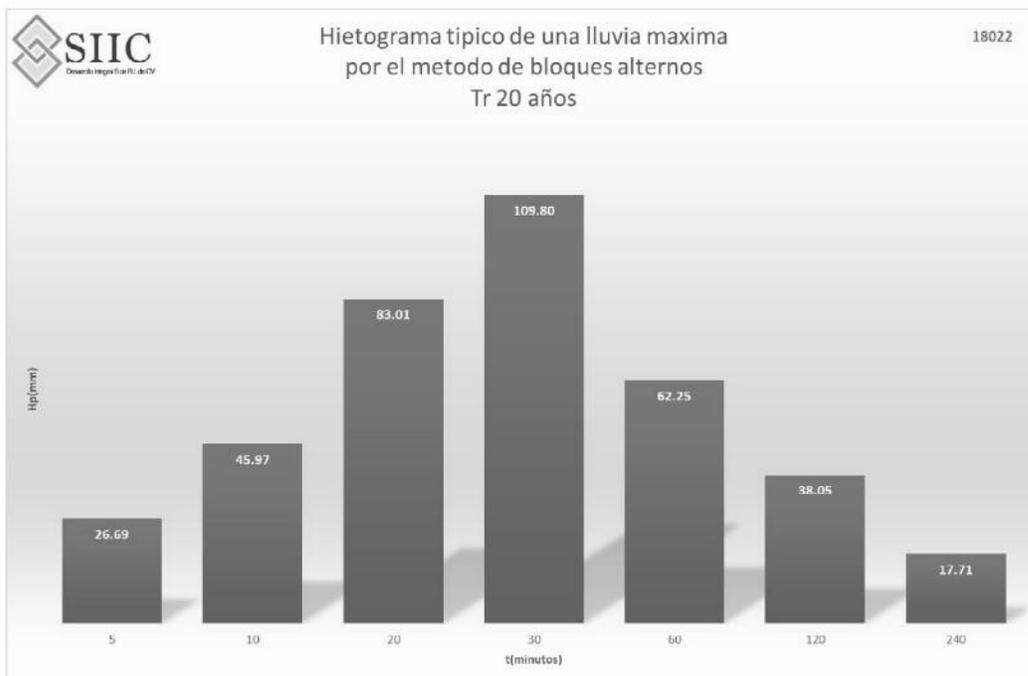


Figura 32. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 20 años

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

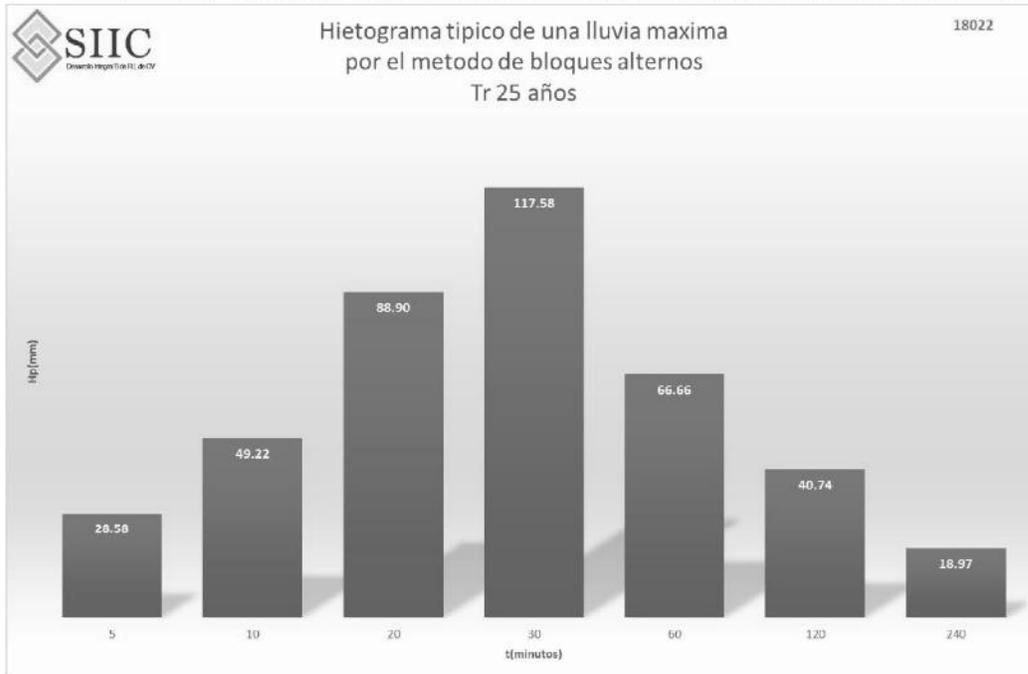


Figura 33. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 25 años

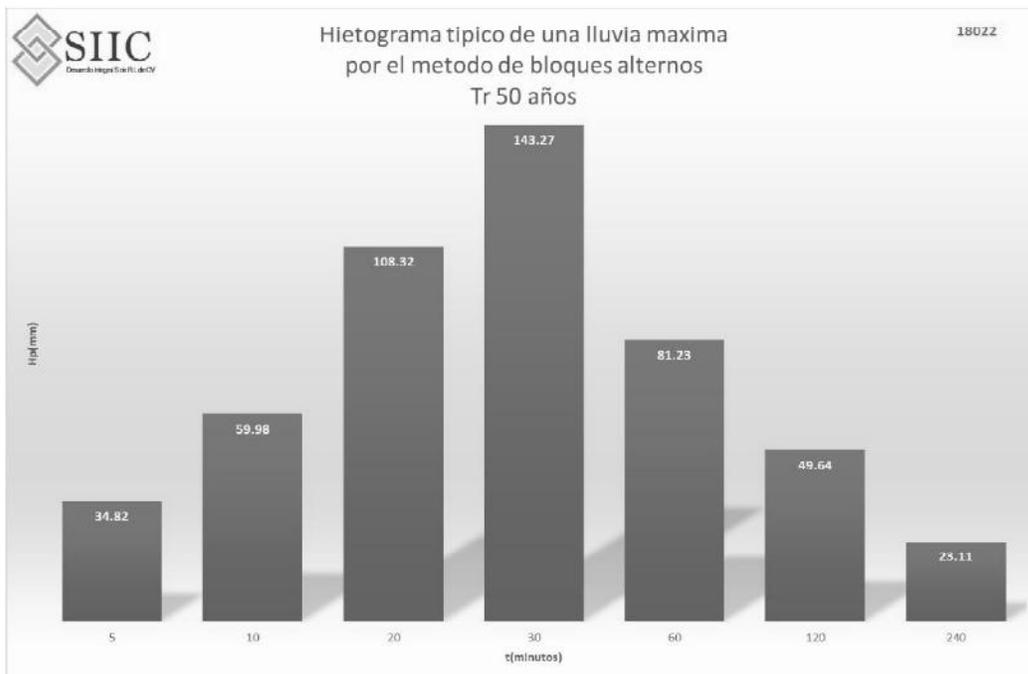


Figura 34. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 50 años

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

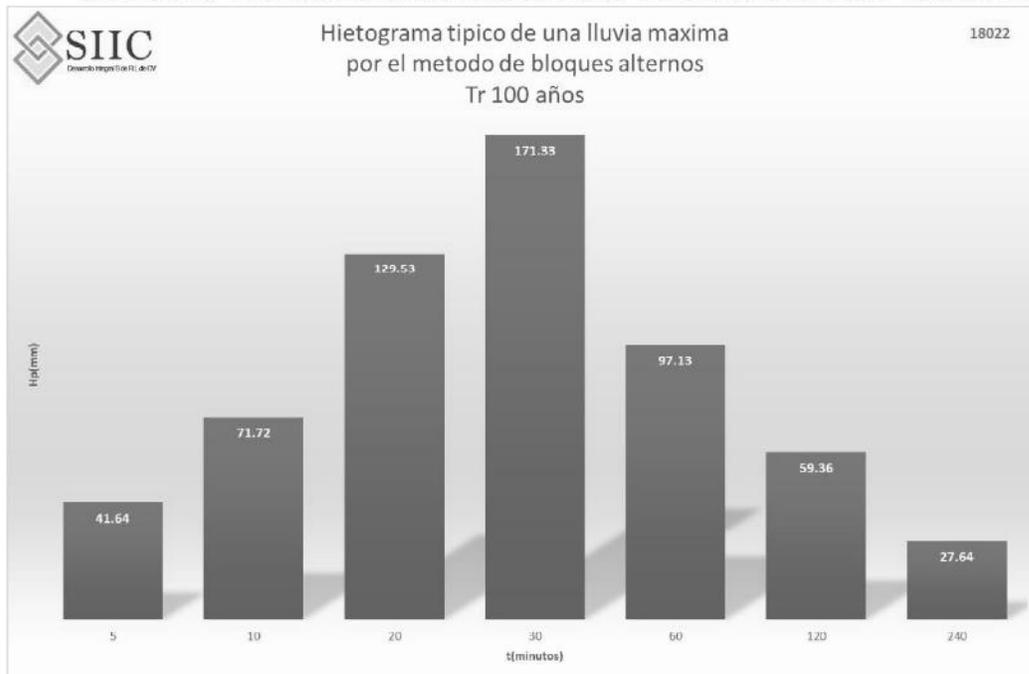


Figura 35. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 100 años

5.5 Coeficientes de escurrimiento “C” y números de escurrimiento “N”.

5.5.1 Coeficiente de Escurrimiento (Ce).

Chow (1994) definió el *coeficiente de escurrimiento* como la relación entre el escurrimiento directo y la intensidad promedio de la precipitación en una tormenta. Sin embargo, a causa de la variabilidad de la intensidad de precipitación, este valor es difícil de determinar utilizando la información observada, por lo que también puede definirse como la relación entre el volumen de escurrimiento directo y el volumen de precipitación en la cuenca, en un periodo de tiempo dado:

$$C = \frac{V_{ED}}{V_{LL}} \quad (1)$$

El coeficiente de escurrimiento es la variable menos precisa del método racional. Su uso en la fórmula implica una relación fija entre el escurrimiento y la precipitación de la cuenca, lo cual no se cumple en realidad. La proporción de

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

lluvia total que fluirá como escurrimiento superficial depende de la permeabilidad del suelo y de la pendiente. Como se ha mencionado con anterioridad, depende también de las características y condiciones del suelo. La capacidad de infiltración varía por las condiciones de humedad precedentes a la tormenta, además disminuye a medida que la lluvia continúa. Otros factores que influyen en el coeficiente de escurrimiento son la proximidad del nivel freático, el grado de compactación del suelo, la porosidad del subsuelo, la vegetación, la pendiente del suelo y el almacenamiento por depresión.

Tabla 12. Clasificación de los suelos de acuerdo con la NOM-011-CNA-2000.

Tipo de suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

En función del tipo de suelo, se establecieron tres diferentes categorías: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables) (Tabla 12; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Al obtener la clasificación de los suelos se toma en cuenta el uso de suelo, para poder obtener el valor de K, como se observa en la Tabla 13.

Cuando en la cuenca de estudio existen diferentes tipos y usos de suelo, el valor de **K** se calcula como la resultante de subdividir la cuenca en zonas homogéneas y obtener el promedio ponderado de todas ellas mediante la fórmula siguiente:

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
Tabla 13. Valores de K calculados en base a las características del suelo y su uso , de acuerdo con la NOM-011-CNA-2000.

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:	0,14	0,20	0,28
% del suelo cubierto o pastoreo	0,20	0,24	0,30
Más del 75% - Poco -	0,24	0,28	0,30
Del 50 al 75% - Regular -	0,07	0,16	0,24
Menos del 50% - Excesivo -	0,12	0,22	0,26
Bosque:	0,17	0,26	0,28
Cubierto más del 75%	0,22	0,28	0,30
Cubierto del 50 al 75%	0,26	0,29	0,32
Cubierto del 25 al 50%	0,27	0,30	0,33
Cubierto menos del 25%	0,18	0,24	0,30
Zonas urbanas			
Caminos			
Pradera permanente			

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{K_p \times A_p}{A_t} \quad (2)$$

Donde:

K_p; valor de K parcial

A_p; área parcial

A_t; área total

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Una vez obtenido el valor de K ponderado para la cuenca de estudio, el coeficiente de escurrimiento (C_e) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$C_e = \frac{K(P-250)}{2000} + \frac{K-0.5}{1.5} \quad (3)$$

Donde:

K; valor de K de la cuenca

P; precipitación anual en mm

5.6 Modelo lluvia de escurrimiento

Se probaron tres métodos, Formula Racional, Hidrograma Sintético Triangular y el método de Chow, aquí los resultados de estos.

5.6.1 Formula racional

Para la aplicación de este método se empleó el Coeficiente de escurrimiento C_e , variable por cada Período de Retorno y la lluvia asociada a duración de; es de hacer notar que el coeficiente de escurrimiento, se mantiene constante en todos los periodos de retorno; pero en el presente análisis se utilizó la relación del método del SCS, de la CN para estimar esta razón de cambio respecto al periodo de retorno por cuenca en análisis, se encuentra en un estado virtual natural sin efectos antropogénicos, como la urbanización, en la tabla siguiente se presentan los resultados al aplicar este método, Tabla 14.

Tabla 14. Gastos asociados a diferentes Períodos de Retorno por el método Racional Americano

Tr (años)	CUENCA	Área (km ²)	C_e	hp(mm/h)	Q(m ³ /s)
2	Ticha	4.83	0.202	7.840	2.13
5	Ticha	4.83	0.202	12.600	3.42
10	Ticha	4.83	0.202	16.510	4.48
20	Ticha	4.83	0.202	20.820	5.65
25	Ticha	4.83	0.202	22.290	6.05
50	Ticha	4.83	0.202	27.160	7.37

5.6.2 Hidrograma Sintético triangular (HUTS)

El método del hidrograma sintético triangular es el segundo método más usado en la actualidad en nuestro país, después de la formula racional. Ahora bien, con la información de uso de suelo, tipo de suelo y las características fisiográficas de la

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
 cuenca se realizaron los cálculos para determinar el hidrograma unitario, es decir, aquel hidrograma propio de la cuenca que produce 1 mm de lluvia.

La secuela de cálculo se resume en la memoria siguiente:



**MEMORIA DE CALCULO
 HIDROGRAMA SINTÉTICO TRIANGULAR
 CUENCA ARROYO TICHA**

Características fisiográficas de la cuenca

Área de la cuenca en km ² (Ac)	4.83
Longitud del Cauce Principal, en m (L).	4345.400
Pendiente del Cauce Principal, en m (S).	0.0002 0.0002 %

Tiempo de Concentración, en horas (tc)

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad \mathbf{5.46}$$

Tiempo de retraso, en horas (tr)

$$t_r = 0.6t_c \quad \mathbf{3.28}$$

Duración en exceso, en horas (de)

$$d_e = 2 \sqrt{t_c} \quad \mathbf{4.67}$$

MINUTOS

280

Tiempo de pico, en horas (tp)

5.61

$$t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$$

Tiempo base, en horas (tb)

14.99

$$t_b = 2.67t_p$$

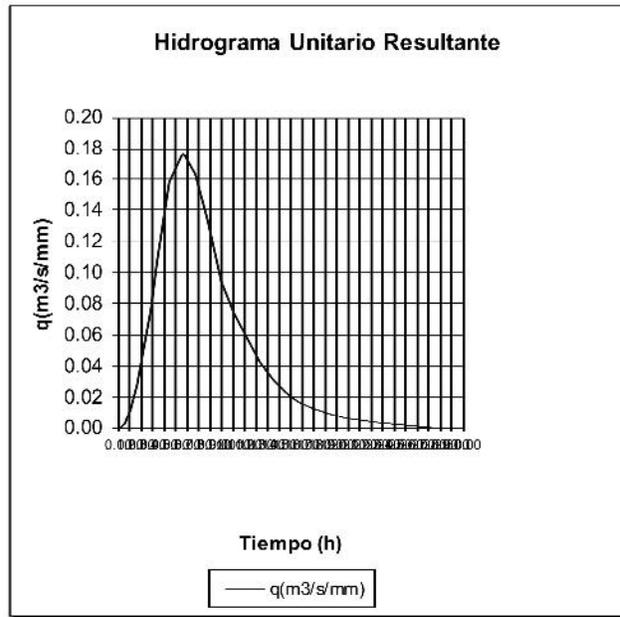
Gasto pico unitario, en m³/s/mm

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

$$q_p = \frac{0.55A}{t_b} \quad 0.18$$

Forma del hidrograma triangular según el hidrograma adimensional

Adimensional	
Tiempo (h)	q(m ³ /s/mm)
0.00	0.00
0.57	0.00
1.11	0.01
1.68	0.03
2.25	0.05
2.82	0.08
3.36	0.11
4.50	0.16
5.61	0.18
6.72	0.16
7.86	0.13
8.98	0.09
10.12	0.07
11.23	0.06
12.34	0.04
13.48	0.03
14.59	0.02
15.67	0.02
16.84	0.01
19.66	0.01
22.45	0.00
25.27	0.00
28.07	0.00



Coeficiente de Escurrimiento

Características de la cuenca según el USSC

Uso del suelo	Pendiente	Tipo de suelo
VARIOS	<1 %	VARIOS

Por el método de los números de escurrimiento

N = 65.69

$$Pe = \left[\frac{P-508}{N+508} \right]^{2.082}$$

Tr (años)	P (cm)	Pe (mm)	Ce Adim	Q (m3/s)
2	10.95	31.90	0.29	5.65
5	14.99	59.46	0.40	10.54
10	17.67	79.75	0.45	14.13
20	20.24	100.26	0.50	17.77
25	21.06	106.95	0.51	18.96
50	23.57	127.98	0.54	22.68
100	26.06	149.40	0.57	26.48
500	28.54	171.20	0.60	30.34
1,000	31.82	200.49	0.63	35.54
2,000	34.30	222.97	0.65	39.52
5,000	40.05	276.00	0.69	48.92
10,000	42.52	299.13	0.70	53.02

Arroyo Ticha

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Como se puede observar la duración en exceso; que produce el escurrimiento directo es de 280 minutos para la cuenca.

Así mismo se puede observar que las cuencas son de respuesta lenta, esto es; que después de iniciada la lluvia a los 5.46 horas se manifestará el escurrimiento respectivamente, dato extraído del parámetro denominado tiempo de concentración.

De esta tabla se puede observar que este método si considera la estacionalidad del Coeficiente de escurrimiento; dato que se deberá de tomar con reserva, ya que esta estacionalidad no se la da la variación del coeficiente de escurrimiento respecto a los cambios en uso de suelo con respecto al tiempo, si no; es directamente proporcional a la intensidad de la lluvia.

La curva caudal vs periodo de retorno se puede observar en la Figura 36.

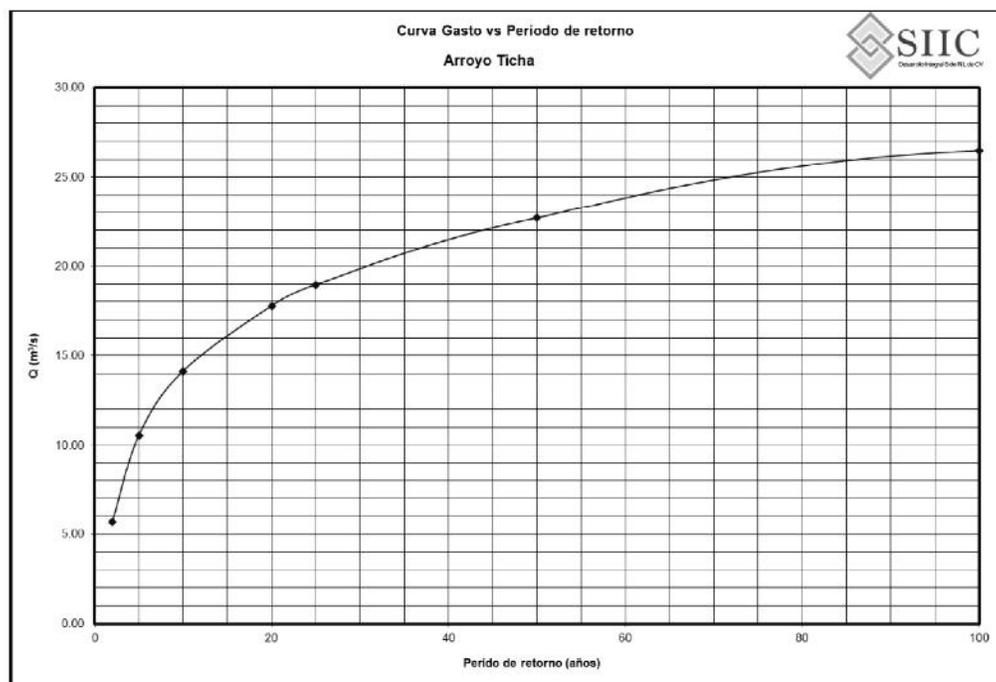


Figura 36. Curva periodo de retorno vs caudal

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Y la forma de los hidrogramas se puede apreciar en la Figura 37.

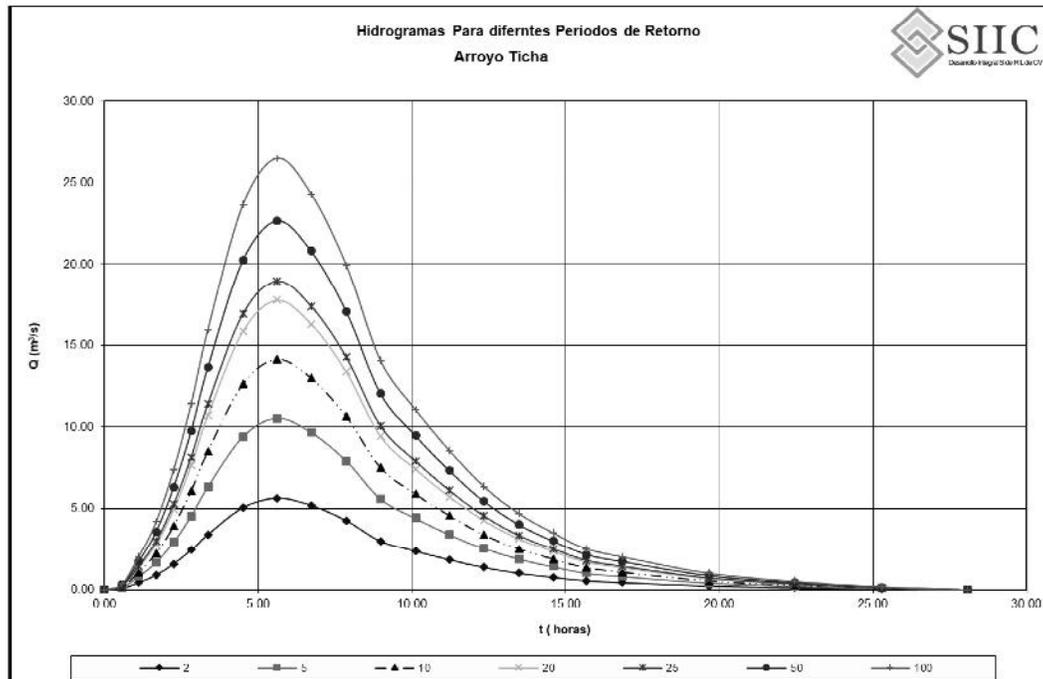


Figura 37. Hidrogramas para diferentes periodos de retorno

Los caudales calculados por este método se presentan en la Tabla 15.

Tabla 15. Gastos calculados por el método del Hidrograma Triangular Sintético, arroyo Ticha

Tr (años)	P (cm)	Pe (mm)	Ce Adim	Q (m3/s)
2	10.95	31.90	0.29	5.65
5	14.99	59.46	0.40	10.54
10	17.67	79.75	0.45	14.13
20	20.24	100.26	0.50	17.77
25	21.06	106.95	0.51	18.96
50	23.57	127.98	0.54	22.68
100	26.06	149.40	0.57	26.48

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

5.6.3 Método de Chow

Método usado comúnmente por la SCT, para el diseño de alcantarillas, por su aplicación para cuencas pequeñas, de hasta 20 km², por tal motivo se propuso su aplicación para la cuenca en análisis.

Este método, básicamente consiste en maximizar el gasto pico del hidrograma, mediante el parámetro “Z”, el cual varía respecto a la duración e intensidad de la lluvia, en las tablas siguientes se resume la secuela de cálculo para este método.

Tabla 16. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 2 años

			CUENCA	ARROYO TICHA		
			N =	65.7		
			Tr =	2	años	
Hp(mm)	de (min)	Hp(cm)	Hp _e (mm)	de/tr	Z	Q(m ³ /s)
1.46	5	0.15	1.5	0.02	0.02	0.39
2.21	10	0.22	2.2	0.04	0.03	0.51
3.14	20	0.31	3.1	0.07	0.06	0.71
3.80	30	0.38	3.8	0.11	0.08	0.85
9.65	280	0.97	9.7	1.00	0.66	1.83
10.43	340	1.04	10.4	1.21	0.75	1.84
11.12	400	1.11	11.1	1.43	0.82	1.84
						1.84

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
Tabla 17. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 5 años

			CUENCA	ARROYO TICHA		
			N =	65.7		
			Tr =	5	años	
Hp(mm)	de (min)	Hp(cm)	Hp _e (mm)	de/tr	Z	Q(m ³ /s)
3.87	5	0.39	3.9	0.02	0.02	1.02
5.83	10	0.58	5.8	0.04	0.03	1.35
8.31	20	0.83	8.3	0.07	0.06	1.89
10.04	30	1.00	10.0	0.11	0.08	2.25
25.50	280	2.55	25.5	1.00	0.66	4.84
27.54	340	2.75	27.5	1.21	0.75	4.87
29.38	400	2.94	29.4	1.43	0.82	4.86
						4.87

Tabla 18. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 10 años

			CUENCA	ARROYO TICHA		
			N =	65.7		
			Tr =	10	años	
Hp(mm)	de (min)	Hp(cm)	Hp _e (mm)	de/tr	Z	Q(m ³ /s)
6.34	5	0.63	6.3	0.02	0.02	1.68
9.55	10	0.96	9.6	0.04	0.03	2.22
13.62	20	1.36	13.6	0.07	0.06	3.10
16.46	30	1.65	16.5	0.11	0.08	3.70
41.80	280	4.18	41.8	1.00	0.66	7.94
45.16	340	4.52	45.2	1.21	0.75	7.99
48.17	400	4.82	48.2	1.43	0.82	7.97
						7.99

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
Tabla 19. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 20 años

			CUENCA	ARROYO TICHA		
			N =	65.7		
			Tr =	20	años	
Hp(mm)	de (min)	Hp(cm)	Hp _e (mm)	de/tr	Z	Q(m ³ /s)
9.42	5	0.94	9.4	0.02	0.02	2.49
14.20	10	1.42	14.2	0.04	0.03	3.30
20.24	20	2.02	20.2	0.07	0.06	4.60
24.46	30	2.45	24.5	0.11	0.08	5.49
62.13	280	6.21	62.1	1.00	0.66	11.80
67.12	340	6.71	67.1	1.21	0.75	11.87
71.59	400	7.16	71.6	1.43	0.82	11.85
						11.87

Tabla 20. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 25 años

			CUENCA	ARROYO TICHA		
			N =	65.7		
			Tr =	25	años	
Hp(mm)	de (min)	Hp(cm)	Hp _e (mm)	de/tr	Z	Q(m ³ /s)
10.55	5	1.06	10.6	0.02	0.02	2.79
15.90	10	1.59	15.9	0.04	0.03	3.69
22.66	20	2.27	22.7	0.07	0.06	5.15
27.38	30	2.74	27.4	0.11	0.08	6.15
69.55	280	6.96	69.6	1.00	0.66	13.21
75.14	340	7.51	75.1	1.21	0.75	13.29
80.14	400	8.01	80.1	1.43	0.82	13.26
						13.29

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”
Tabla 21. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 50 años

			CUENCA	ARROYO TICHA		
			N =	65.7		
			Tr =	50	años	
Hp(mm)	de (min)	Hp(cm)	Hp _e (mm)	de/tr	Z	Q(m ³ /s)
14.48	5	1.45	14.5	0.02	0.02	3.83
21.82	10	2.18	21.8	0.04	0.03	5.06
31.10	20	3.11	31.1	0.07	0.06	7.07
37.57	30	3.76	37.6	0.11	0.08	8.44
95.45	280	9.54	95.4	1.00	0.66	18.13
103.11	340	10.31	103.1	1.21	0.75	18.23
109.98	400	11.00	110.0	1.43	0.82	18.20
						18.23

Tabla 22. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 100 años

			CUENCA	ARROYO TICHA		
			N =	65.7		
			Tr =	100	años	
Hp(mm)	de (min)	Hp(cm)	Hp _e (mm)	de/tr	Z	Q(m ³ /s)
19.07	5	1.91	19.1	0.02	0.02	5.04
28.73	10	2.87	28.7	0.04	0.03	6.67
40.95	20	4.10	41.0	0.07	0.06	9.31
49.48	30	4.95	49.5	0.11	0.08	11.11
125.69	280	12.57	125.7	1.00	0.66	23.87
135.78	340	13.58	135.8	1.21	0.75	24.01
144.82	400	14.48	144.8	1.43	0.82	23.96
						24.01

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

6 Selección del Gasto de Diseño

Para determinar que gasto se deberá de emplear, se tiene que saber para que se emplearan los resultados de este estudio.

Lo primero será definir que método es el aconsejable usar, por ello se realizó la Tabla 23.

Tabla 23. Comparativa de Gastos entre métodos

Arroyo Ticha			
Tr (años)	HUTS	CIA	CHOW
	Q(m ³ /s)	Q(m ³ /s)	Q(m ³ /s)
2	5.654	2.126	1.84
5	10.539	3.418	4.87
10	14.134	4.478	7.99
20	17.771	5.647	11.87
25	18.955	6.046	13.29
50	22.683	7.367	18.23
100	26.481	8.810	24.01

Como se puede observar en la Tabla 23, se definieron 3 colores, verde; aceptable, amarillo aceptable con reservas y rojo poco aceptable. Criterio basado en la magnitud de los valores calculados.

Como se puede ver en el periodo de retorno de 05 años los métodos HUTS y CIA extrapolan los valores del gasto; por cuestiones conservadoras se propone usar el método de CHOW para este caso; ver Figura 38.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

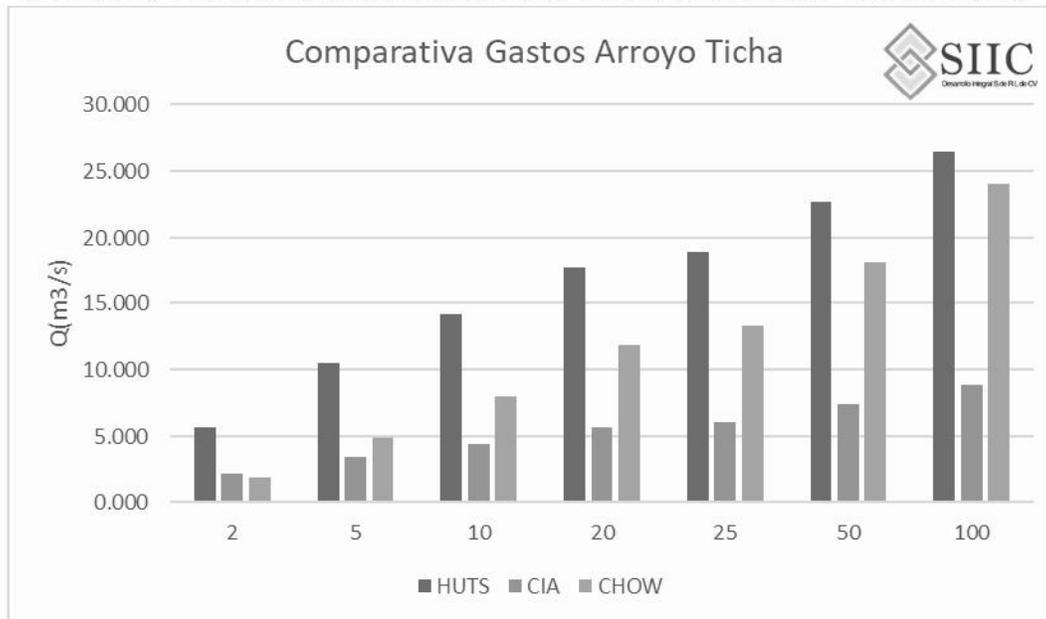


Figura 38. Comparación entre métodos empleados en el estudio

Por otra parte, el método CHOW, es el que mejores resultados presenta siendo método aplicable a las condiciones del tamaño de la microcuenca.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

6.1 Balance de aguas superficiales

La zona en estudio como ya se mencionó se encuentra en la cuenca del San Pedro (1113), la cual tiene una disponibilidad media anual de **428, 326, 000 hm³**, según lo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 2 de septiembre del 2020, por la Comisión Nacional del Agua (Figura 39).

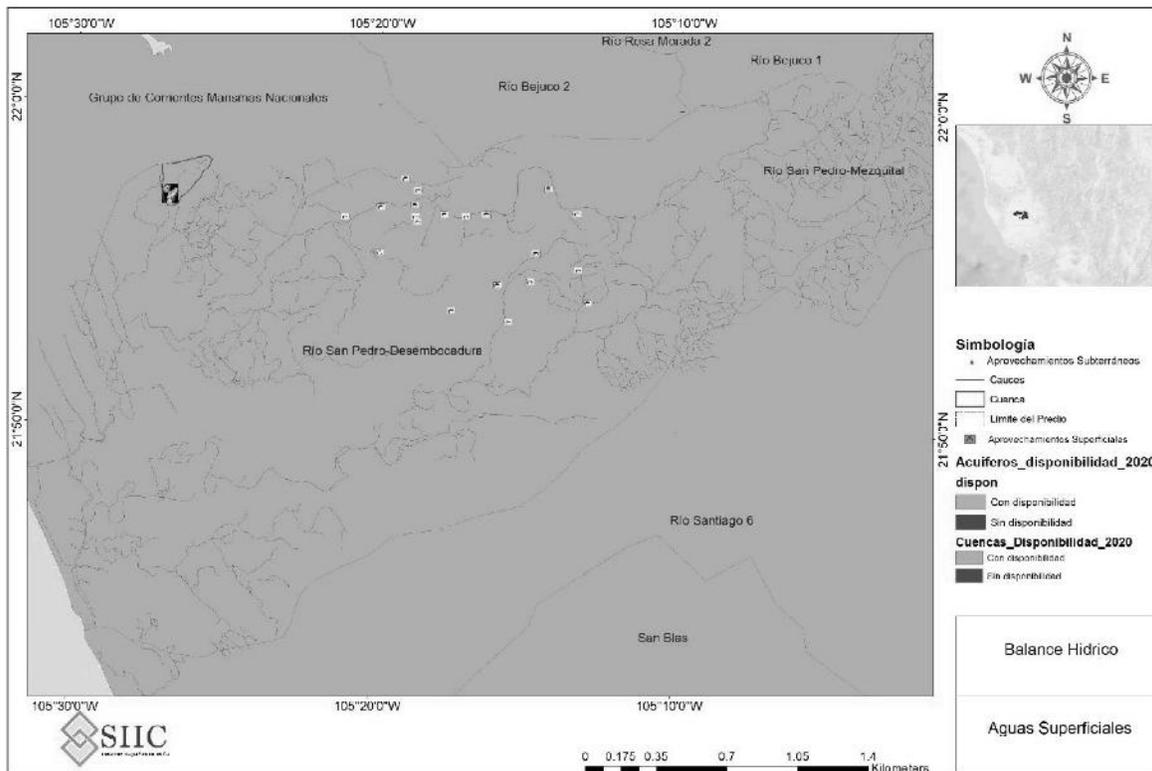


Figura 39. Cuenca Hidrológica Rio San Pedro

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA "EL ESTERO"

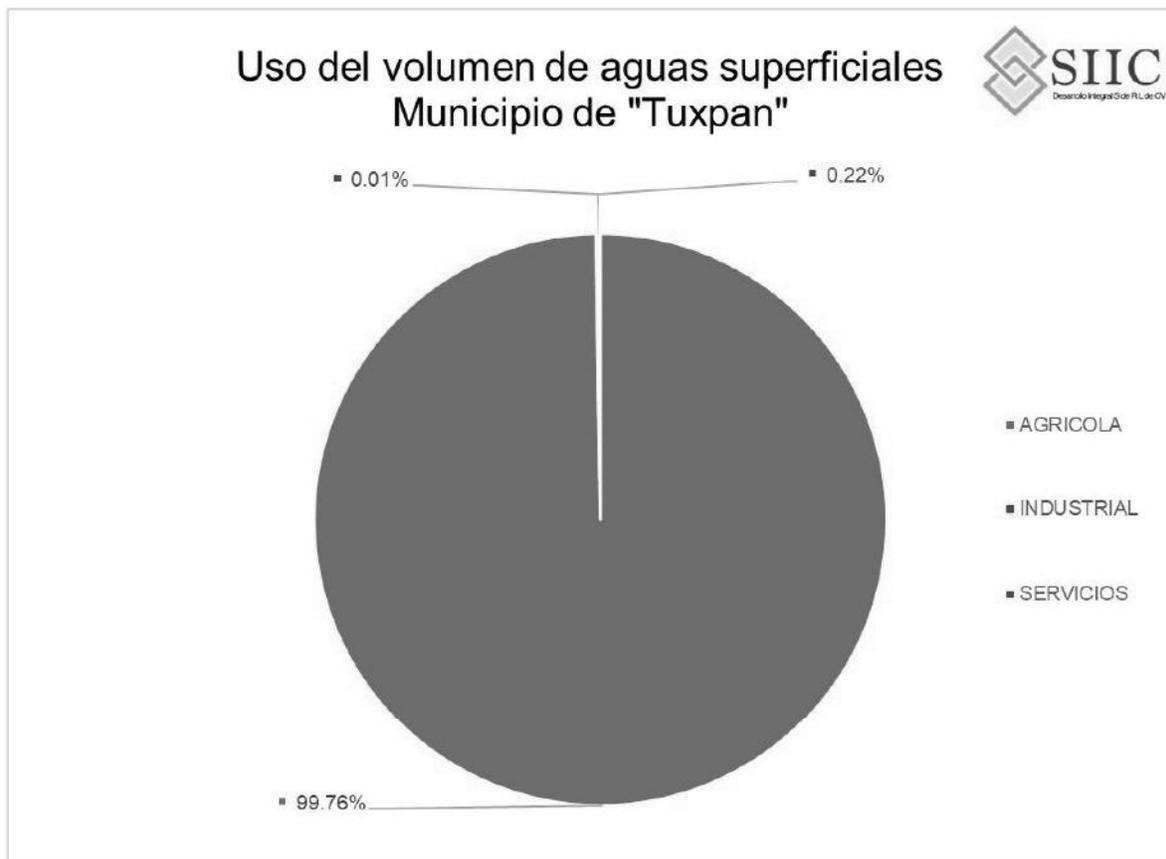


Figura 40. Distribución de extracción de los distintos usos.

Los volúmenes se distribuyen mayormente en el uso agrícola, con 99.76 % de todo el volumen de extracción anual., ver Figura 40.

6.1.1 Coeficiente de escurrimiento

Con base al tipo de suelo y su uso, y del volumen de precipitación anual y mensual de la cuenca, se determinó su coeficiente de escurrimiento. Se obtuvo el valor K para los diferentes tipos y usos de suelo como se muestra en la Tabla 24. Con ello se obtuvo el valor de K ponderado como se observa en la Tabla 25Tabla 25.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Tabla 24. Valores de k en la cuenca

Tipo de suelo	Uso de suelo	Área (km ²)	K
Cambisoles	VEGETACIÓN SECUNDARIA DE SELVA ESPINOSA	1.07	0.27
Cambisoles	VEGETACIÓN PRIMARIA HIDRÓFILA	0.001	0.28
Cambisoles	VEGETACIÓN SECUNDARIA HIDRÓFILA	0.71	0.29
Cambisoles	AGRÍCOLA-PECUARIA-FORESTAL	2.23	0.27
Cambisoles	AGRÍCOLA-PECUARIA-FORESTAL	0.01	0.27
Solonchaks	VEGETACIÓN SECUNDARIA DE SELVA ESPINOSA	0.46	0.29
Solonchaks	VEGETACIÓN SECUNDARIA HIDRÓFILA	0.16	0.29
Solonchaks	AGRÍCOLA-PECUARIA-FORESTAL	0.05	0.27

Tabla 25. Valor de K ponderado para toda la cuenca

Sitio	K ponderado
Cuenca de estudio	0.275

6.1.2 Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca

Al obtener los valores del volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca en estudio (Tabla 26), se puede observar que de los meses junio a octubre se presenta la mayor cantidad de escurrimiento en la cuenca.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Tabla 26. Volumen medio anual y mensual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo.

Mes	VMA (m³)
enero	27,561.00
febrero	13,593.48
marzo	3,555.64
abril	850.03
mayo	4,090.37
junio	91,449.71
julio	265,379.84
agosto	297,941.46
septiembre	283,620.62
octubre	99,252.84
noviembre	41,125.17
diciembre	16,690.92
anual	1,091,595.07

6.1.3 Balance hídrico en la cuenca propia de la cuenca de estudio

Se realizó el balance hídrico tomando en cuenta el volumen comprometido para el llenado de la granja, el cual asciende a 687,257.3 m³. De acuerdo con el volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca, la disponibilidad media anual de la cuenca se presenta en la siguiente tabla.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Tabla 27. Disponibilidad media anual de la cuenca

Mes	DMA (m ³)
enero	27,571.496
febrero	13,598.651
marzo	3,556.993
abril	850.353
mayo	4,091.927
junio	91,484.534
julio	265,480.877
agosto	298,054.897
septiembre	283,728.603
octubre	99,290.632
noviembre	41,140.826
diciembre	16,697.274
anual	403,617.91

Por lo tanto, la disponibilidad media anual de la cuenca no se ve afectada por el volumen comprometido, teniendo una disponibilidad media anual de 186,351.25 m³. Por otro lado tomando en consideración el concepto del **caudal ecológico** (NMX-AA-159-SCFI-2012) se estimó el volumen necesario para formar este caudal, el cual resultó ser de 218,402.138 m³ anuales, como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 28. Volumen excedente después del llenado del lago.

Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca (m ³)	Volumen comprometido (m ³)	Volumen Ecológico (m ³)	Volumen disponible (m ³)
1,092,010.691	687,257.3	218,402.138	186,351.25

Es de hacer notar que el lago se abastecerá de las lluvias que se presentan en la cuenca propia de estudio. Resaltando que no se tomara agua directamente de ninguna afluente en la zona.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

6.2 Balance de aguas subterráneas

La zona en estudio se encuentra ubicada en el acuífero San Pedro - Tuxpan (1802, presenta una disponibilidad media anual hasta el año 2020, igual a DMA= 3, 411, 990 m³.

En el año de 2020 fecha de la publicación de la disponibilidad media anual de este acuífero el Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS)= 32, 588, 010 m³, ver Figura 411 donde se presentan de forma aproximada la distribución de todos los usuarios en el acuífero.

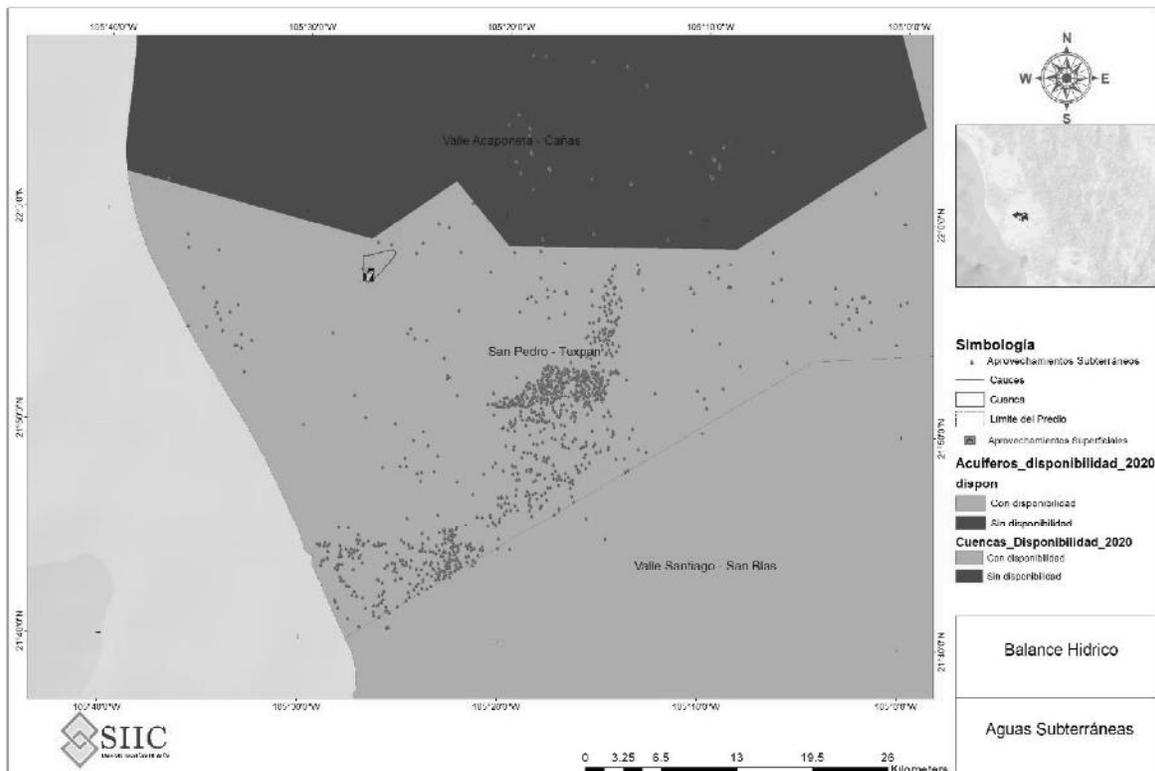


Figura 41. Usuarios Registrados en el REPDA hasta mayo del 2022.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Los volúmenes se distribuyen, potencialmente entre el uso agrícola 81.86 % y el uso público urbano con 16.36% de todo el volumen de extracción anual., ver Figura 42.

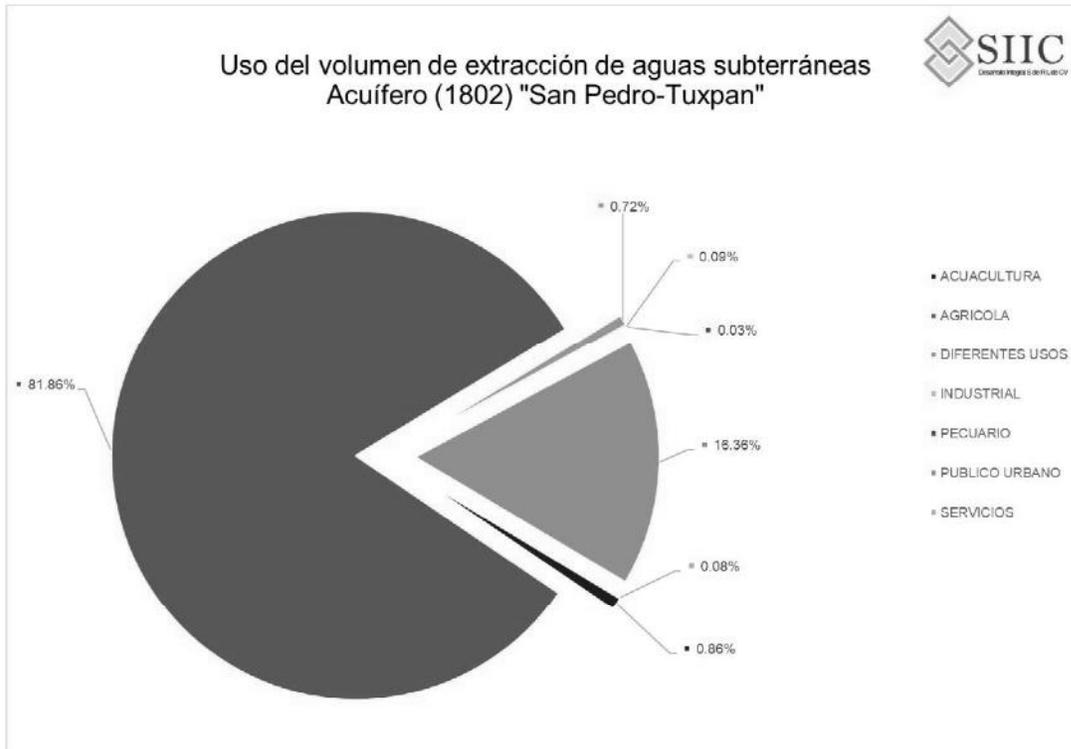


Figura 42. Distribución de extracción de los distintos usos.

La política de extracción de aguas subterráneas para la cuenca de estudio, será de 343,628.65 m³. Por lo que se obtiene un volumen medio anual de 687,257.3 m³.

Actualizando el Balance medio anual de aguas subterráneas en el acuífero San Pedro - Tuxpan, considerando la extracción del volumen comprometido se obtiene un volumen de 31, 900,752.7 m³, lo que sitúa al acuífero con disponibilidad. Por tanto, se considera que esta extracción no afectará a la cantidad disponible de agua en el acuífero San Pedro - Tuxpan.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

7 Conclusiones y Recomendaciones.

Los presentes resultados en este estudio se basaron principalmente en métodos y recomendaciones técnicas, que se encuentran en la bibliografía usada en el desarrollo de estudios hidrológicos de este tipo.

Las principales conclusiones se resumen de la siguiente manera:

1. El análisis de lluvias, tanto la lluvia máxima ocurrida en 24 horas como la histórica, fue extraída de los registros que emite el Servicio Meteorológico Nacional.
2. Los modelos lluvia escurrimiento, es decir la conversión de la lluvia en escurrimiento, demostró que el método de Chow, fue el que mejor se ajusta a las características propias de la cuenca del arroyo la Ticha.
3. El Balance de aguas superficiales de forma global y local, demostró que la extracción del volumen comprometido no afectara en el equilibrio de la cuenca, conservando y respetando el volumen de agua destinado para el desarrollo ecológico.
4. Desde el punto de vista de las aguas subterráneas, esta no se ocupará para el llenado de los estanques, por lo que el caudal de estas será el mismo contenido en la publicación del 17 de septiembre del 2022 en el Diario Oficial de la federación.

Como recomendaciones principales se tiene que:

1. En caso de diseñar obras de excedencias, estas deberán de estar sustentadas con las lluvias de diseño, calculadas en este estudio.
2. Dada la configuración de los estanques y los escurrimientos que le circundan se recomiendan que estos no sean alterados en su transcurso, la toma que se haga para abastecer los estanques, se realice mediante equipos de bombeo.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

8 Bibliografía

- Consejo de Recursos Minerales (CRM). 1994. Monografía Geológica Minera del Estado de Nayarit, Coordinación Ing. José Cárdenas V. SEMIP.
- Cruz, R.R., Nieto-Obregón, J., Franco, S.A. y Figueroa, P.M. 1978. Evaluación geológico-minera de la verificación práctica de lineamientos interpretados en imágenes Landsat I, en el estado de Nayarit, VII Seminario interno sobre exploración geológico-minera, C.R.M, P 570-599.
- Delgado, A.L, Gastelum, F.A. y Orozco, F.M. 1978. Aplicación de imágenes de satélite Landsat I en la interpretación de lineamientos y tectónica, VII Seminario interno sobre exploración geológico-minera C.R.M, p 529-565.
- Demant, A. 1982. Interpretación geodinámica del volcanismo del eje neovolcánico transmexicano. Revista del Instituto de Geología, vol. 5, núm. 2, UNAM.
- Garcia, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Tercera edición. Offset Larios. México
- Garcia-Sancho, A.G., Bojórquez Serrano, J.I., Nájera Gonzáles, O., Garcia Paredes, J.D., Madueño Molina, A. y Flores Vilchez, F. 2009. Regionalización ecológica de la llanura costera norte de Nayarit, México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.
- Gastil, R.G., Jensky, W. y Barthelmy, D. 1976. La zona batolítica del sur de California y el occidente de México; Bol. Soc. Geol. Mexicana, vol. 37, p. 84-90.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

- González Partida, E. y Torres, R. V. 1988. Evolución tectónica de la porción centro-occidental de México y su relación con los yacimientos minerales asociados. *Geofísica internacional*, vol. 27, núm. 4, p 543-581.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1988. Carta Geológica Tepic F13-8, esc. 1:250 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014^a. Carta de efectos climáticos regionales mayo-octubre: escala 1:250,000: serie V. México
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014^b. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, serie V. México.
- McDowell, F.W. y Clabaugh, S.E. 1981. The Igneous history of the Sierra Madre Occidental and its relation to the tectonic evolution of western Mexico. *Revista del Instituto de Geología*, vol. 5, núm. 2, UNAM, p 195-206.
- Oliver, M.A. 1990. Kriging: A method of interpolation for geographical information system, *International Journal of Geographic Information System*, vol. 4 p 313-332.
- Pineda, R.A. y Aguilar, N.M. 1975. Estudio geológico y posibilidades mineras en el estado de Nayarit, archivo técnico C.R.M, p 22-48 (Inédito).
- Servicio Geológico Mexicano. 2017. Carta geológica Las Varas, F13-C49. Escala 1:50,000. Estado de Nayarit.
- Wallace, A.R. 1876. *The Geographical Distribution of Animals*. Macmillan and Company. Londres.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Índice de figuras

Figura 1. Descripción del sitio de estudio	6
Figura 2. Tipo de clima en la cuenca.....	7
Figura 3. Temperaturas máximas	8
Figura 4. Temperaturas mínimas	9
Figura 5. Precipitación anual	10
Figura 6. Fenómenos Hidrometeorológicos.....	11
Figura 7. Cuenca de estudio	12
Figura 8. Topografía de la cuenca.....	13
Figura 9. Pendiente del cauce y cuenca.....	14
Figura 10. Tipos de suelo en la cuenca	15
Figura 11. Usos de suelo y vegetación de la cuenca	18
Figura 12. Geología de la cuenca	22
Figura 13. Registro de precipitación de la estación Trigomil, lluvia máxima en 24 horas	47
Figura 14. Precipitación media histórica.....	48
Figura 15. Resumen de los Ajustes probabilísticos de la información climatológica	49
Figura 16. Bondad del ajuste de la función Gumbel ML	50
Figura 17. Parámetros de Chen para una tormenta estándar	55
Figura 18. Curvas I-d-Tr de la estación Mexcaltitán obtenidos de la fórmula de Chen.....	57
Figura 19. Curvas I-d-Tr de la estación Mexcaltitán obtenidos de la fórmula de Bell	58
Figura 20. Curvas I-d-Tr del estado de Nayarit, fuente SCT	59
Figura 21. Curvas I-d-Tr del estado de Nayarit, fuente SCT	59
Figura 22. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 5 minutos	60
Figura 23. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 10 minutos	61
Figura 24. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 20 minutos	61
Figura 25. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 30 minutos	62
Figura 26. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 60 minutos	62
Figura 27. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 120 minutos	63
Figura 28. Comparativa 3 métodos en competencia, duración 240 minutos	63
Figura 29. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 2 años	65

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Figura 30. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 5 años	65
Figura 31. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 10 años	66
Figura 32. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 20 años	66
Figura 33. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 25 años	67
Figura 34. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 50 años	67
Figura 35. Hietograma normal de una lluvia, periodo de retorno de 100 años	68
Figura 36. Curva periodo de retorno vs caudal	74
Figura 37. Hidrogramas para diferentes periodos de retorno	75
Figura 38. Comparación entre métodos empleados en el estudio	81
Figura 39. Cuenca Hidrológica Rio San Pedro	82
Figura 40. Distribución de extracción de los distintos usos.	83
Figura 41. Usuarios Registrados en el REPDA hasta mayo del 2022.....	87
Figura 42. Distribución de extracción de los distintos usos.	88

Índice de tablas

Tabla 1. Uso de suelo y vegetación en la cuenca.	17
Tabla 2. Valores experimentales de la fórmula de Bell	43
Tabla 3. Principales características de las estaciones climatológicas en la zona en estudio.....	46
Tabla 4. Precipitación media historica en la estación climatologica 18022.	48
Tabla 5. Estadísticos de la Función Gumbel ML	51
Tabla 6. Parámetros de la Función Gumbel ML	51
Tabla 7. Resumen de la función Gumbel ML	52
Tabla 8. Extrapolaciones para diferentes periodos de retorno, en años	53
Tabla 9. Parámetros de la fórmula de Chen.....	55
Tabla 10. Resultados de intensidades para distintas duraciones y diferentes periodos de retorno en mm/hr	56
Tabla 11. Resultados para I-d-Tr aplicando la fórmula de Bell para distintas duraciones y diferentes periodos de retorno en mm/hr.	57
Tabla 12. Clasificación de los suelos de acuerdo con la NOM-011-CNA-2000.....	69
Tabla 13. Valores de K calculados en base a las características del suelo y su uso , de acuerdo con la NOM-011-CNA-2000.....	70
Tabla 14. Gastos asociados a diferentes Periodos de Retorno por el método Racional Americano	71
Tabla 15. Gastos calculados por el método del Hidrograma Triangular Sintético, arroyo Ticha	75
Tabla 16. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 2 años	76
Tabla 17. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 5 años	77
Tabla 18. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 10 años	77
Tabla 19. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 20 años	78

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA GRANJA ACUICOLA “EL ESTERO”

Tabla 20. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 25 años	78
Tabla 21. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 50 años	79
Tabla 22. Secuela de cálculo de Z, para un periodo de retorno de 100 años	79
Tabla 23. Comparativa de Gastos entre métodos	80
Tabla 24. Valores de k en la cuenca	84
Tabla 25. Valor de K ponderado para toda la cuenca	84
Tabla 26. Volumen medio anual y mensual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo.....	85
Tabla 27. Disponibilidad media anual de la cuenca	86
Tabla 28. Volumen excedente después del llenado del lago.....	86