Eco-Lógica
CONSULTORÍA AMBIENTAL

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

“Casa Xul-Ha”



Promovido por:

BANCO AZTECA, S.A., FIDEICOMISO F/1201 XUL-HA.

Mayo 2025

CAPITULO I

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

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 1
I.1. Datos generales del proyecto. 1
I.1.1. Nombre del proyecto 1
I.1.2. Ubicación del proyecto 1
I.1.3. Duración del proyecto. 2
I.2. Datos generales del promovente. 2
I.2.1. Nombre o Razón Social 2
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes 2
I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal 2
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. 2
I.3.1. RFC y/o CURP 2
I.3.2. Cédula Profesional 2

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

I.1. Datos generales del proyecto.

I.1.1. Nombre del proyecto

"Casa Xul-Ha"

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto denominado "Casa Xul-Ha" se ubica en el predio catastralmente identificado como Calle 10 de mayo S/N, Manzana 75, Lote 08, del Poblado de Xul-Ha, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, C.P: 77900.

Figura 1. Ubicación del proyecto.



I.1.3. Duración del proyecto.

El proyecto "Casa Xul-Ha", tendrá una vida útil de 50 años para la operación y mantenimiento.

I.2. Datos generales del promovente.

I.2.1. Nombre o Razón Social

[redacted]

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CONTENIDO

II.1. Antecedentes 1
II.1.1. Naturaleza del proyecto. 4
II.1.2. Selección del sitio. 7
II.1.3. Ubicación física del proyecto y plano de localización. 8
II.1.4. Dimensiones del proyecto. 11
II.1.5. Inversión requerida. 13
II.1.6. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 13
II.2. Características particulares del proyecto. 16
II.2.1. Programa de trabajo. 16
I.2.2. Representación gráfica local. 16
II.2.3. Etapas de operación y mantenimiento 17
II.2.4. Etapa de abandono del sitio 18
II.2.5. Utilización de explosivos 18
II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 18

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Antecedentes

La presente Manifestación de Impacto Ambiental se presenta en atención a la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024 (Anexo 1), emitida por la Oficina de Representación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el estado de Quintana Roo, correspondiente al expediente número PFPA/29.3/2C.27.5/0088/19. En dicha Resolución Administrativa se establecieron acciones correctivas, entre las que se encuentra la siguiente:

> ***TRES.-*** *En caso de tener interés en la continuidad y permanencia de las construcciones, obras y actividades realizadas en el predio cuyo acceso se localiza en coordenada UTM 16Q, X=345714, Y=2051083, con referencia al datum WGS 84, región 16 México y cuerpo lagunar adyacente. Camino costero de la localidad Xul-Ha, Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo, dentro de una* ***superficie total de 1313 metros cuadrados****, caracterizada por un* ***ecosistema lagunar costero*** *con presencia de ejemplares de Palma real (Roystonea regia), Cedro (Cedrela odorata), Jabín (Piscida piscipula) y mangle Botoncillo (Conocarpus erectus) esta última especie se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies en riesgo y su modificación del anexo Normativo III, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019, y FF de erratas a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en Riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 04 de marzo 2020,* ***bajo la categoría de amenazada (A)****, misma superficie dentro de la cual durante el recorrido realizado por el personal de inspección se encontró lo*

siguiente: ***Un edificio de concreto en tres niveles en obra negra****, construido en forma de "L" invertida en una s****uperficie de desplante de 251 metros cuadrados****, cuenta en la planta baja con área de baño hombres-mujeres y una bodega; el primer piso cuenta con 4 cuartos con baño cada uno; en el segundo piso cuenta con tres cuartos con baño cada uno y un área común que integra sala, comedor y cocina, dicho edificio se ubica colindante al camino costero de la localidad de Xul-Ha;* ***Una alberca de concreto en obra negra****, sobre una s****uperficie de desplante de 17.5 metros cuadrados (cinco metros de longitud por 3.5 metros de ancho)*** *ubicada al frente de la fracción norte del edificio descrito colindante a la zona federal lagunar;* ***En el cuerpo de agua lagunar se observó un muelle de madera,*** *con características propias del intemperismo en forma de "T", contando con una longitud de pasarela de 5 metros por 1.5 metros de ancho; la parte más ancha cuenta con una superficie estimada de 25 metros cuadrados)5 metros de longitud por 5 metros de ancho), lo anterior de acuerdo a lo circunstanciado en el acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0088-19, de fecha veintinueve de agosto de dos mil diecinueve, con la finalidad de constatar se estuviera dando a la legislación ambiental que se verificó, deberá sujetarlas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental para la autorización del proyecto, expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en términos de lo previsto en los artículos 28 de la Ley General del Equilibrio ecológico y la Protección al ambiente; y 5 del reglamento de dicha Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.*

…

Es importante señalar que las obras identificadas por la PROFEPA actualmente se encuentran totalmente construidas, por lo que se somete a evaluación en materia de impacto ambiental únicamente las etapas de operación y mantenimiento del proyecto. Otro dato importante de resaltar es que, al momento de la adquisición del predio por parte del promovente, lo cual ocurrió el 3 de mayo del 2019 , como se aprecia en la

Escritura Pública Número 87055, Libro 2439, 52, Vol. 1, Tomo C, de fecha 3 de mayo de 2019 (Anexo 2), ya se encontraba una construcción (casa) y el muelle, tal como se muestra en las siguientes imágenes tomadas de Google Earth de diciembre de 2011 y Google Maps de septiembre de 2016.

Figura 1. Condiciones del predio al momento de su adquisición por el promovente en 2019. Fuente: Imagen de Satélite de Google Earth de diciembre de 2011.

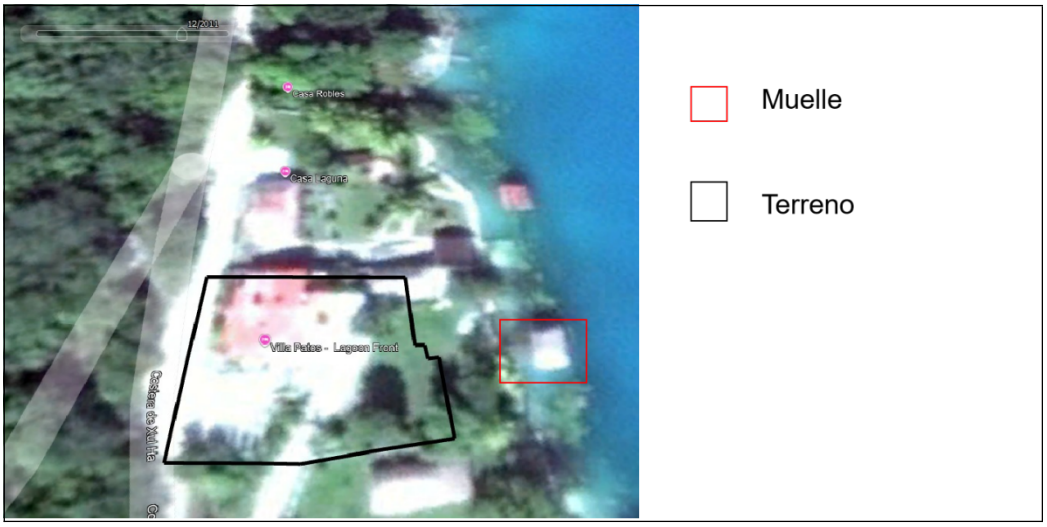


Figura 2. Acercamiento del muelle. Fuente: Imagen de Satélite de Google Maps de diciembre de 2016.



II.1.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto "Casa Xul-Ha" consiste en la operación y mantenimiento de una vivienda residencial turística, la cual se compone de un edificio de concreto de tres niveles construido en forma de "L" invertida en superficie de 467.79 m^2. El edificio alberga 5 villas, cada una consta de 2 habitaciones, 2 baños, comedor y cocina. Además, se cuenta con una bodega, lavandería y un cuarto de máquinas. Y pretende albergar 4 habitantes por Villa, es decir, un total de 20 habitantes en la vivienda cuando haya más afluencia de Turismo.

Frente al edificio, se ubica una alberca de concreto con una superficie 17.5 m^2 (5 m de largo por 3.5 m de ancho) y una palapa, ocupando parte de la zona federal, así como áreas jardinadas.

También se cuenta con un muelle que tiene una forma de "T", con un largo total de 11.0 m, la parte más angosta es de 2.0 m y la parte más ancha de 7.6 m, dando una superficie de construcción de 41.04 m^2, además de que cuenta con una pérgola de 2.20 m de altura.

Dichas obras descritas se pueden observar en las Figuras 3, 4 y 5 correspondientes con los planos arquitectónicos (Anexo 3).

Figura 3. Planta Baja y Primer Nivel

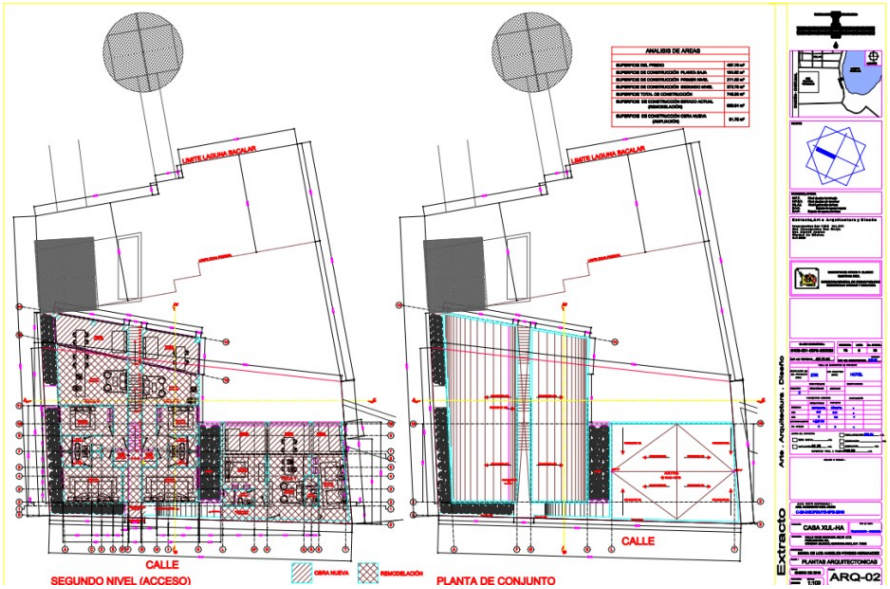


Figura 4. Segundo nivel

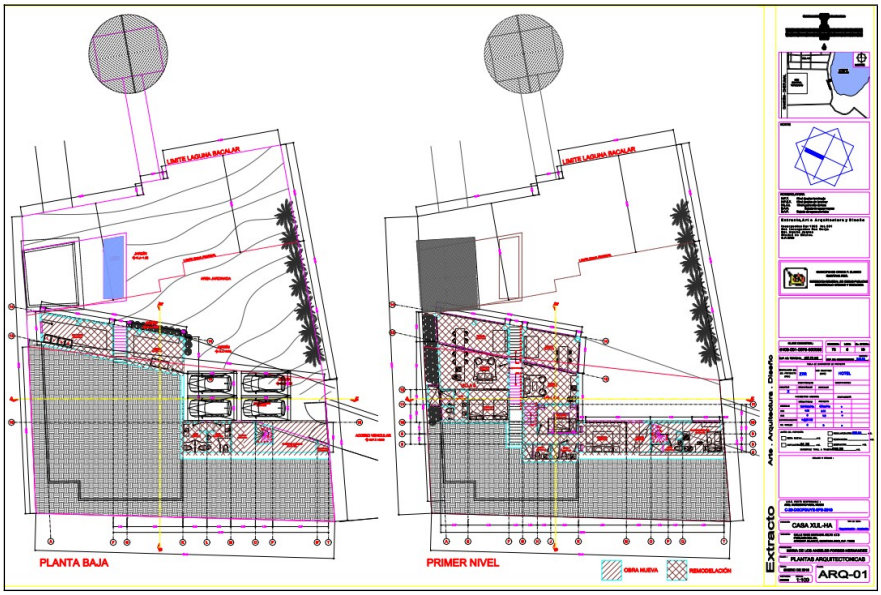
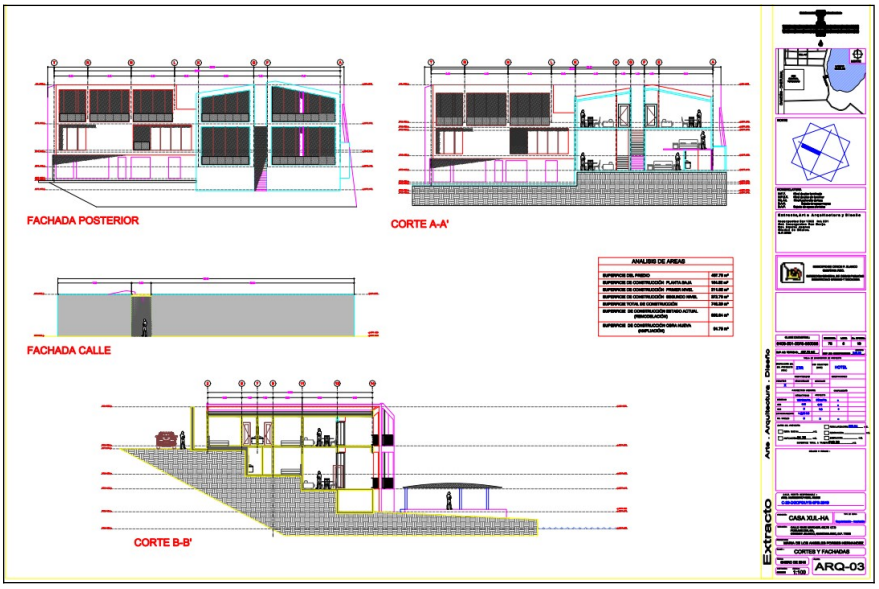


Figura 5. Fachada



Actualmente el proyecto se aprecia de la siguiente manera:

Figura 6. Vista frontal del proyecto "Casa Xul-Ha"



Figura 7. Vista del muelle.



II.1.2.Selección del sitio.

Por la naturaleza turística del proyecto "Casa Xul-Ha", para su ubicación se seleccionó el municipio de Othón P. Blanco del Estado de Quintana Roo, debido a que ofrece condiciones estratégicas para la implementación de proyectos habitacionales con fines turísticos. Su ubicación privilegiada en el sur de la entidad, con acceso a la Bahía de Chetumal y cercanía a la Zona Libre de Belice, facilita el desarrollo de infraestructura turística y comercial. Además, cuenta con atractivos naturales como la Laguna de Bacalar, zonas arqueológicas mayas y una biodiversidad excepcional que impulsan el ecoturismo y el turismo cultural.

La conectividad mediante el Aeropuerto Internacional de Chetumal y la modernización de sus vías de comunicación fortalecen el potencial del municipio como un destino atractivo para inversionistas. Asimismo, el crecimiento de la oferta de servicios y el interés en el turismo sustentable generan un entorno favorable para el desarrollo de proyectos habitacionales que integren experiencias turísticas y de bienestar, fomentando la economía local y la diversificación del sector inmobiliario.
Particularmente para el proyecto, por la ubicación del predio, éste es un sitio ideal para establecer un lugar de hospedaje y vivienda temporal, ya que se cuenta con los servicios básicos necesarios de manera cercana. Además, el sitio del proyecto cuenta con la plusvalía de la laguna colindante, la cual brinda un gran valor escénico y la posibilidad de que los huéspedes realicen ahí actividades de esparcimiento como el nado.

No se consideraron sitios alternos, puesto que éste es el único predio que el promovente posee en la zona.

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

El proyecto denominado "Casa Xul-Ha" se ubica en el predio catastralmente identificado como Calle 10 de mayo S/N, Manzana 75, Lote 08, del Poblado de Xul-Ha, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, C.P: 77900, con una superficie total de 467.79 m^2 (Cuatrocientos sesenta y siete, punto setenta y nueve metros cuadrados).

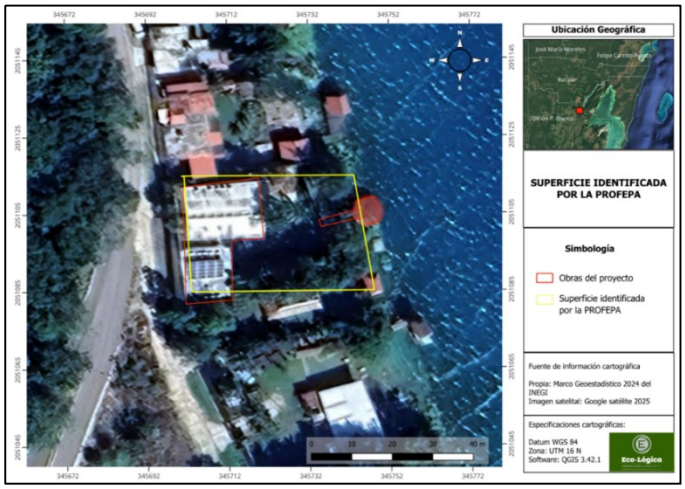
En la siguiente tabla se muestran las coordenadas registradas por la PROFEPA en el Acta de Inspección No. PFPA/29.3/2C.27.5/0088-19 de fecha 29 de agosto de 2019.

Figura 8. Imagen tomada de Acta de Inspección No. PFPA/29.3/2C.27.5/0088-19 de fecha 29 de agosto de 2019

TABLA DE COORDENADAS DEL PREDIO INSPECCIONADO

Vértice	Coordenadas UTM del predio inspeccionado	
	X	Y
1	345701	2051115
2	345743	2051115
3	345748	2051085
4	345703	2051085

Figura 9. Ubicación del proyecto conforme a las coordenadas registradas por la PROFEPA.



Para una mayor referencia, y de acuerdo con los planos arquitectónicos (Anexo 3.), el predio del proyecto "Casa Xul-Ha" se encuentra ubicado en las coordenadas UTM con referencia al Datum WGS 84, Región 16 México y cuerpo Lagunar adyacente.

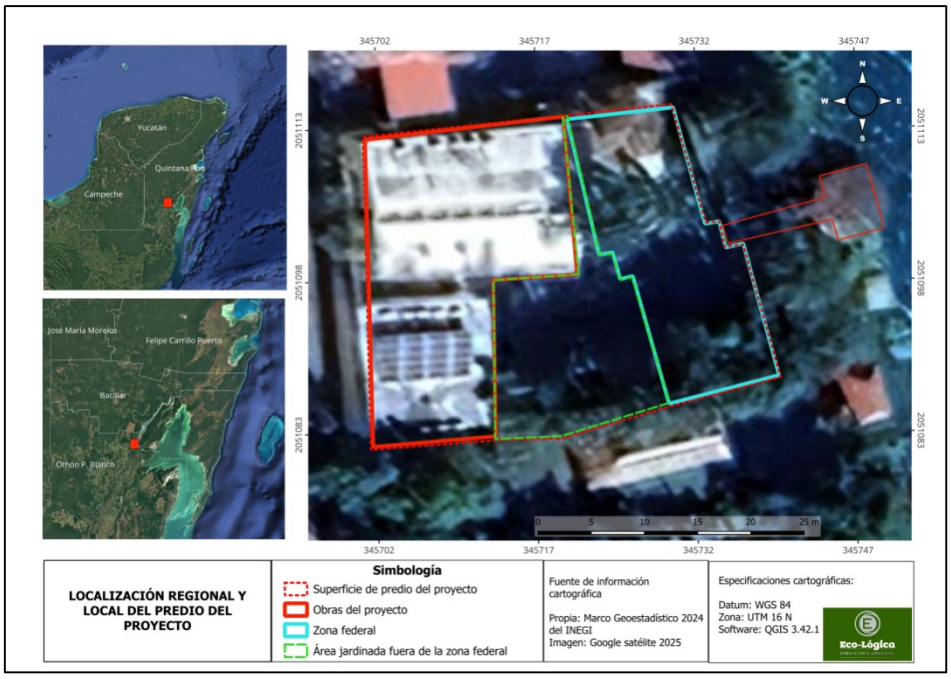
Tabla 1. Coordenadas UTM, Datum WGS 84, Q16

VÉRTICE	**Coordenadas UTM**	
	X	**Y**
POLÍGONO DL PREDIO		
POLÍGONO DEL TERRENO CONFORME A LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS		
1	345729.84	2051115.53

VÉRTICE	Coordenadas UTM	
	X	Y
2	345700.47	2051112.13
3	345701.39	2051081.57
4	345729.47	2051085.99
5	345739.99	2051088.90
6	345736.49	2051101.76
7	345734.93	2051101.44
8	345734.21	2051103.66
9	345732.72	2051103.56
10	345729.89	2051115.54
POLÍGONO DEL PREDIO		
1	345712.92	2051098.14
2	345720.84	2051098.62
3	345719.59	2051114.18
4	345700.99	2051112.04
5	345701.54	2051081.79
6	345713.05	2051082.69
7	345712.92	2051098.19
POLÍGONO DE LA ZONA FEDERAL		
1	345720.01	2051113.92
2	345722.86	2051100.55
3	345724.13	2051100.77
4	345724.84	2051098.12
5	345726.03	2051098.42
6	345729.36	2051085.77
7	345739.71	2051088.57
8	345736.48	2051101.56
9	345734.79	2051101.11
10	345734.21	2051103.77

VÉRTICE	Coordenadas UTM	
	X	Y
11	345732.87	2051103.56
12	345729.96	2051114.99
13	345719.99	2051113.96

Figura 10. Localización del proyecto.



II.1.4. Dimensiones del proyecto.

Es preciso señalar que en la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la oficina de representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo, se cita que el predio cuenta con una superficie de 1,313 m^2, sin embargo, de acuerdo con la escritura 87055, del Libro 2439, tirada el 3 de mayo del 2019 ante el Notario Público FRANCISCO TALAVERA AUTRIQUE, los planos

arquitectónicos (Anexo 3) y con lo señalado en la Licencia de Construcción (Anexo 4), la zona que ocupan las obras (vivienda) del proyecto tiene una superficie de 467.79 m^2, como se muestra en la **Tabla 2**.

Asimismo, se tiene que la alberca, la palapa y el muelle se ubican en la Zona Federal a cargo de la CONAGUA, por lo que el promovente cuenta con el derecho de pago del uso de esta zona ante el municipio (Anexo 5).

El proyecto, de acuerdo con las medidas e información obtenidas de los planos arquitectónicos (Anexo 3) y de la Licencia de Construcción (Anexo 4) tiene las siguientes superficies:

Tabla 2. Superficies del proyecto

<table>
<tr><td rowspan="4">Superficie de terreno (Predio construido, zona federal y áreas jardinadas)

1,017.79 m²</td><td>Superficie total del predio construido</td><td colspan="2">467.79 m²</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Superficie total de Zona Federal:

304 m²</td><td>Alberca y palapa</td><td>63.43 m²</td></tr>
<tr><td>Área jardinada</td><td>240.57 m²</td></tr>
<tr><td>Superficie jardinada fuera de la zona federal</td><td colspan="2">246 m²</td></tr>
<tr><td>Superficie de terreno identificado por la PROFEPA</td><td colspan="3">1,313 m²</td></tr>
</table>

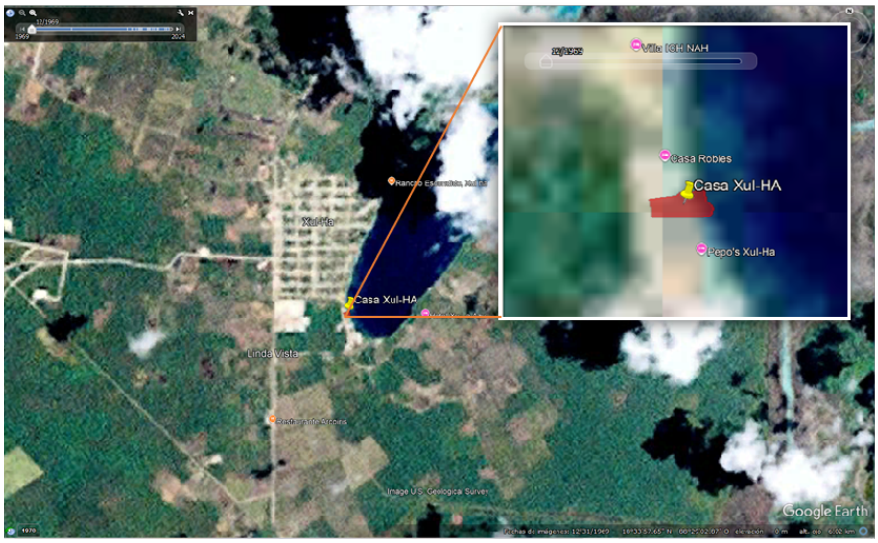
II.1.5. Inversión requerida.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.1.6. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

Cabe señalar que de la revisión en imágenes de satélite de Google Earth, el predio se ubica en la zona urbana de la localidad de Xul-Ha, del cual se desprende que desde 1969, el predio ya se encontraba en una zona lotificada y desprovista de vegetación. Así mismo, en la siguiente imagen satelital histórica que data del 31 de diciembre de 1969, se aprecian colores claros que indican zonas desmontadas o zonas con construcción, en lugar de colores verdes correspondientes a zonas con vegetación.

Figura 11. Ubicación del predio en Zona Urbana de Xul-Ha, desprovisto de vegetación.
Fuente: Imagen de Satélite de Google Earth de diciembre de 1969.



Para la operación del proyecto se requiere de los siguientes servicios.

Suministro eléctrico

Será en baja tensión utilizando un sistema de 3 fases, 4 hilos, 220-127V y 60Hz, que se obtendrá de una subestación existente considerando que la misma tiene la capacidad necesaria para proveer la carga máxima del sistema, para lo cual, ya se cuenta con un contrato de servicio con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) Se anexan los planos de instalación eléctrica (Anexo 7).

Suministro de agua

Ya se cuenta mediante el servicio proporcionado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo. Dicho abastecimiento de agua potable se realizará a través de la conexión a la red del organismo operador CAPA, siendo que dicho recurso es almacenado en una cisterna de concreto reforzado, aditivo impermeabilizante integral y cemento tipo V, con dimensiones: 1.7x2.5x1.9, así como un tinaco elevado marca ROTOPLAS con capacidad de 1,100 litros cada uno. Se anexan planos hidrosanitarios (Anexo 8)

Aguas residuales

Es importante señalar que no se dispone del servicio de drenaje y alcantarillado, que debería ser provisto por la misma Comisión. Ante la falta de infraestructura de drenaje, la promovente ya cuenta con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales, consistente en un Biodigestor Autolimpiable de la marca Rotoplast, modelo TOL-7000L, con capacidad de 7,000 litros. Las aguas tratadas serán conducidas a un humedal artificial como sistema secundario, mismo que será

construido antes de que de inicio la etapa de operación del proyecto. Más adelante se describen sus características.

Recolección de residuos sólidos

El proyecto cuenta con el servicio de colecta de residuos sólidos a cargo del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco. La basura es debidamente separada y dispuesta de tal forma que, los materiales susceptibles de ser reciclados serán llevados al sitio de acopio, y lo que tenga que ser desechado será puesto a recolección por parte del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, siendo que dicha acción se realizará por lo menos dos veces por semana y los gastos de transporte correspondientes a los centros de acopio serán cubiertos por el promovente.

Servicio de Gas LP

Adicionalmente para la operación del proyecto se requiere del servicio de gas Lp, para lo cual se instaló un tanque marca TATSA de 500 L, con las siguientes características.

Tabla 3. Características generales del tanque de almacenamiento de Gas L.p. seleccionado

MARCA	MODELO	CAPACIDAD	DIÁMETRO	LONGITUD	ALTURA	VAPORIZACIÓN
TATSA	500	490 L	610mm	1.797m	0.90	5.53 m3/h

Para una mayor referencia, en el Anexo 9, se muestran los planos de la instalación del gas.

II.2. Características particulares del proyecto.

II.2.1. Programa de trabajo.

El proyecto como se ha señalado anteriormente, se encuentra en etapa de operación y mantenimiento, y se contempla una vida útil de por lo menos 50 años de operación. Por ello las actividades de operación y mantenimiento se presentan en la siguiente Tabla.

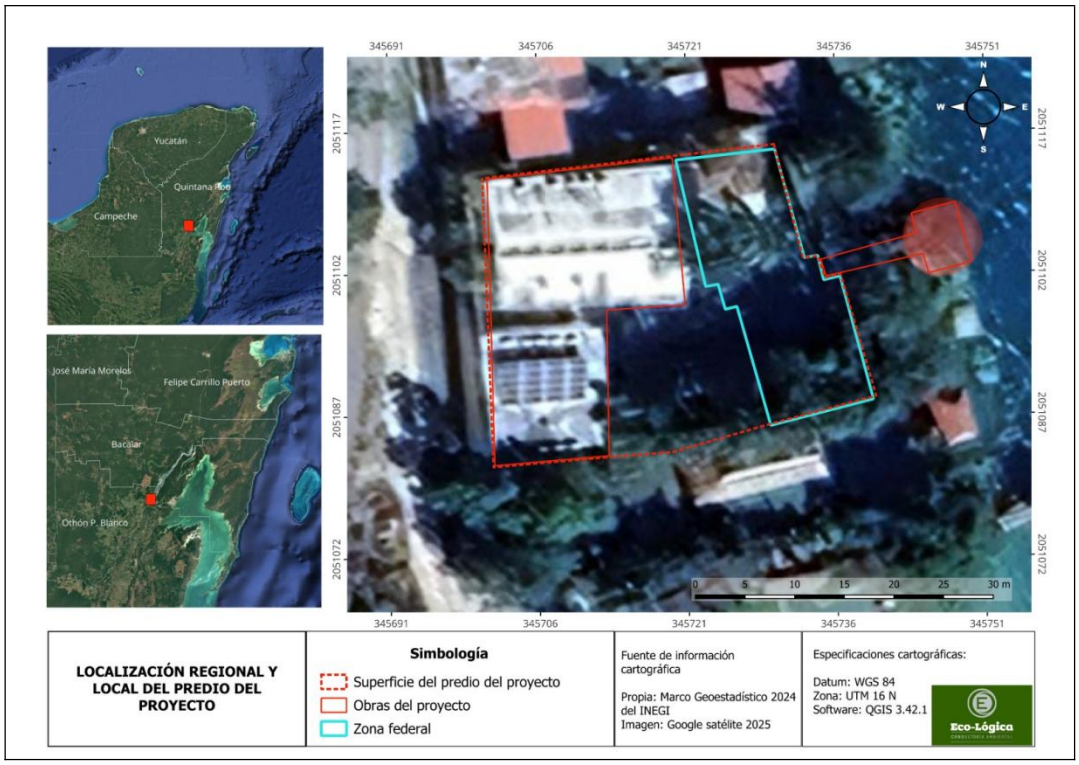
Tabla 4. Programa de trabajo

ACTIVIDAD	MESES												AÑOS						PERIODO DE EJECUCIÓN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5	10	11 al 50	
Operación y mantenimiento																			50 años
Manejo de residuos sólidos urbanos.																			Diario
Limpieza y mantenimiento del Biodigestor																			Cada mes
Actividades de impermeabilización y pintura.																			Cada 5 años

I.2.2. Representación gráfica local.

El proyecto denominado "Casa Xul-Ha" se ubica en el predio catastralmente identificado como Calle 10 de mayo S/N, Manzana 75, Lote 08, del Poblado de Xul-Ha, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, C.P: 77900.

Figura 12. Representación gráfica local del proyecto.



II.2.3. Etapas de operación y mantenimiento

Durante la etapa de mantenimiento se realizarán actividades de limpieza, reparación y mantenimiento general, con apoyo de personal de manera manual con equipo y herramientas básicas, por lo que no se requiere del uso de equipo y maquinaria especializada, productos químicos y/o herbicidas de alta persistencia.

Se verificará periódicamente el adecuado funcionamiento del tanque Biodigestor para el tratamiento de aguas residuales, el mantenimiento del sistema estará a cargo de personal de la misma empresa proveedora.

Se tienen contempladas además actividades de protección al entorno, principalmente las necesarias para la prevención de la contaminación, manejo adecuado y disposición de residuos sólidos urbanos y líquidos que genere por la operación del proyecto y el tipo de sustancias que se usen en las áreas ajardinadas.

II.2.4. Etapa de abandono del sitio

Se tiene contemplado un periodo de 50 años para la vida útil del proyecto, sin embargo, se darán los mantenimientos preventivos y correctivos para alargar la vida del mismo.

En caso de abandono del sitio, por una contingencia meteorológica o desastre natural, que ponga en riesgo a los habitantes o proyecto o que deje inservibles las instalaciones, se procederá a realizar el desalojo del lugar tomando las medidas necesarias de acuerdo a lo solicitado por las instancias correspondientes.

II.2.5. Utilización de explosivos

Dadas las características del terreno no se requirió el uso de explosivos para el desarrollo del proyecto.

II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

A. Residuos líquidos

En relación a la generación de residuos líquidos, se señala que las aguas residuales que se generen por la operación del proyecto, serán conducidas y recibirán un

tratamiento, ya que se cuenta con un Biodigestor Autolimpiable de la marca Rotoplas, modelo TOL-7000L, con capacidad de 7,000 litros.

Figura 13. Biodigestor autolimpiable.



El Biodigestor cuenta con las siguientes especificaciones técnicas y beneficios.

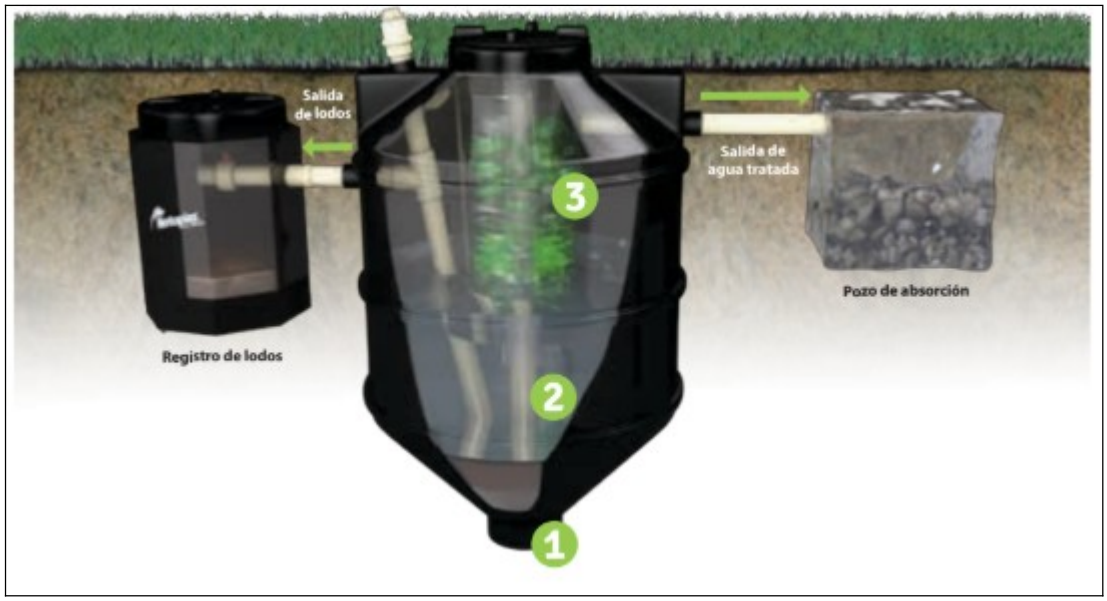
Especificaciones Técnicas

- Equipo para el tratamiento primario de aguas negras y grises.
- Sistema patentado de autolimpieza para purga de lodo, sin necesidad de usar equipo especial.
- Utiliza un filtro anaerobio interno que aumenta la eficiencia de tratamiento del agua, no requiere de electricidad para su funcionamiento o algún producto químico para tratar el agua.
- Fabricado con HDPE 100% virgen de una sola pieza (polietileno de alta densidad).

Beneficios

- El Biodigestor Autolimpiable Rotoplas:
- Utiliza un proceso anaerobio para realizar un tratamiento primario del agua.
- Puede ser instalado en viviendas que no cuenten con servicio de drenaje, con el fin de tratar las aguas residuales domésticas.
- Cuida el medio ambiente, previene la contaminación de mantos acuíferos.
- Es un sistema autolimpiable, al sólo abrir una llave se extraen los lodos residuales sin necesidad de usar equipo especializado.
- No requiere equipo electromecánico como bomba o camión de desazolve para su mantenimiento, eliminando costos adicionales para el usuario.
- Es hermético, construido de una sola pieza para evitar fugas y agrietamientos. Es ligero y fuerte ofreciendo una alta resistencia a impactos y a la corrosión.
- El Biodigestor Autolimpiable cumple con la NOM-006-CONAGUA-1997, "Fosas sépticas prefabricadas – especificaciones y métodos de prueba".

Figura 14. Esquema del funcionamiento del Biodigestor Autolimpiable



Funcionamiento

1. Entrada de agua residual.
2. Separación de lodos y agua (primera etapa).
3. Digestión anaerobia y paso a través de cama de lodos (segunda etapa).
4. Filtro anaerobio (tercera etapa).
5. Salida de agua tratada a riego de áreas verdes.

Mantenimiento

Abra la válvula para que el lodo acumulado y digerido, fluya al Registro de lodos. Una vez hecha la purga, se cierra la válvula y se mantiene así hasta el siguiente mantenimiento.

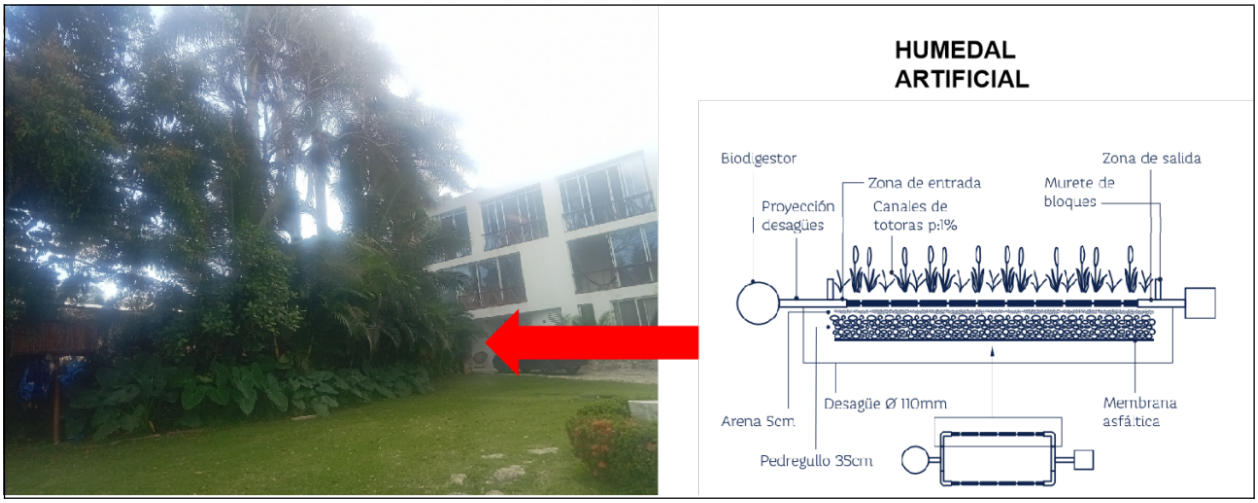
Los lodos generados, se secarán adicionándoles cal para su posterior disposición con el servicio de limpia del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco. En cuanto a las aguas tratadas en dicho sistema, se construirá un humedal artificial, previo a la etapa de operación, como sistema secundario, el agua resultante será utilizada para el riego de áreas verdes y no rebasará los límites máximos permitidos en la NOM-001-SEMARNAT-2010.

Humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal.

Los humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial son los humedales más utilizados en México para el tratamiento de las aguas residuales (CONAGUA 2015a). Este sistema se caracteriza por que el flujo de agua atraviesa por gravedad de manera horizontal el sustrato y las raíces de las plantas, permitiendo la descontaminación del agua a tratar de manera biológica y a su vez, disminuir la

materia orgánica y las distintas formas químicas de nitrógeno y fósforo, principalmente (García y Corzo, 2008).

Figura 15. Sitio donde se pretende ubicar el humedal subsuperficial de flujo horizontal.



Características de diseño

Para el diseño de este tipo de humedales se deben seguir los siguientes pasos (García, 2016):

a) Cálculo del área necesaria.

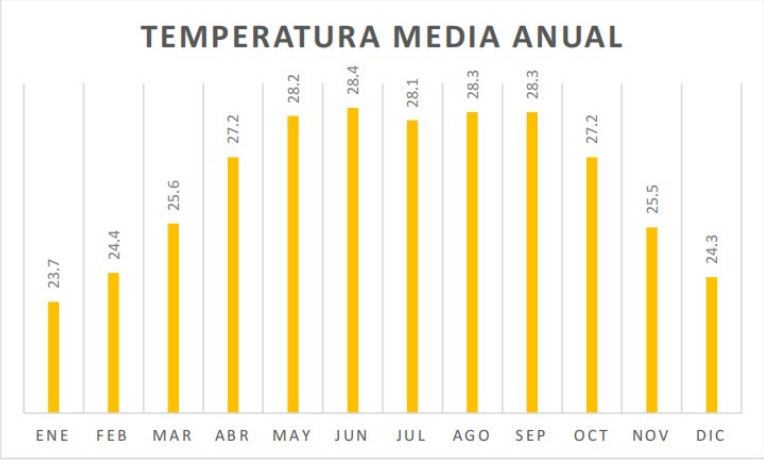
El cálculo del área que deberá tener el humedal, se obtuvo mediante la tabla de temperaturas que recomienda el Instituto Mexicano de Tecnologías de Agua (IMTA, 2022), conforme a lo siguiente:

Figura 16. Valor índice por usuario para dimensionar las unidades de tratamiento y el área del sistema, con base en la temperatura del agua (IMTA, 2022)

Unidad de tratamiento	Temperatura del agua, °C										
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tanque séptico	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	**0.0313**	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313
Humedal de lodos	0.0814	0.0814	0.0814	0.0814	0.0814	0.0814	0.0814	0.0814	0.0814	0.0814	0.0814
Humedal de flujo vertical	0.3422	0.3422	0.3422	0.3422	0.3422	0.3422	0.3422	0.3422	0.3422	0.3422	0.3422
Humedal de flujo horizontal	0.4176	0.3939	0.3717	0.3506	0.3308	0.3120	0.2944	0.2777	0.2620	0.2472	0.2332
Área del sistema por usuario	0.8724	0.8488	0.8265	0.8054	0.7856	0.7669	**0.7492**	0.7325	0.7168	0.7020	0.6880

Ahora bien, considerando que el mes más frío en la zona del proyecto es enero con una temperatura de 23.7 °C y que usualmente, la temperatura del agua de los humedales tiene aproximadamente 3 °C más que la temperatura ambiente, de hecho, los microorganismos que intervienen en la purificación viven dentro del agua, entonces se suman 3 a los 23.7 °C ya citados (IMTA, 2022) por lo que la temperatura de diseño será de 25°C, ya que es el máximo de temperatura que muestra la tabla de referencia.

Figura 17. Temperatura media anual en el área del proyecto



Se estima el área siguiendo el renglón del Humedal de flujo horizontal de la tabla que se muestra en la Figura 15, hasta donde coincide con la columna de 25 °C, el valor es de 0.2332 y se multiplica este valor por el número de usuarios del proyecto "Casa Xul-Ha", esto es 20 visitantes. El resultado es 4.64 m^2 que es el área mínima que deberá tener el humedal a una temperatura de 25 °C.

Para calcular el ancho del humedal para flujo en medio poroso, se recomienda la relación largo–ancho de: 2 a 1, 3 a 1 y 4 a 1, ya que mientras mayor es la relación largo-ancho se tiene mejor depuración de las aguas, por lo que este tendrá un largo de 1.5 m y ancho de 4.5 m, resultando una superficie de 6.75 m^2.

b) Profundidad del humedal.

La profundidad del humedal subsuperficial horizontal se recomienda de 1 m (Delgadillo et all, 2010)

c) Pendiente.

La pendiente de la superficie del humedal es plana (0% a 1%), este debe ser realizado con mucho cuidado para evitar que se formen charcos de agua sobre la superficie (García, 2016).

d) Sustrato

El substrato debe proporcionar un medio adecuado para el crecimiento de la planta y permitir la infiltración y movimiento del agua, esto requiere aproximadamente una conductividad hidráulica de 10-3 a 10-4 m-1 s-1 de lo contrario resultará un flujo superficial y canalizamiento del agua que reducirán la efectividad del sistema (García, 2016). Por lo anterior se utilizará una capa de grava fina de 20 mm y el espesor de la capa será de 60 cm que es lo máximo

que penetran las raíces de la planta seleccionada (*Typha tilapia*) (Fonseca, 210). Asimismo, se utilizará una geomembrana de 1.0 mm de espesor hecha a base de resinas vírgenes de polietileno de alta densidad.

e) Selección de la vegetación

Se utilizarán plantas de la especie *Typha latifolia* que es una planta firme, apta para crecer en diversas condiciones medioambientales, es de fácil propagación, produce cantidades importantes de biomasa y tiene capacidad para remover Nitrógeno y Fósforo por medio de la cosecha y la poda. Los rizomas de esta planta plantados a aproximadamente 60 centímetros producen una cubierta densa en menos de un año (Fonseca, 210).

El agua resultante del humedal artificial contará con todos los parámetros y límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, lo que garantiza un tratamiento adecuado durante la operación del proyecto y las aguas residuales tratadas serán reutilizadas para el riego de las áreas verdes del sitio.

B. Residuos sólidos

Durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos. Para su identificación, separación y disposición final, serán divididos en: Residuos Sólidos, Peligrosos y de Manejo Especial. Cabe señalar que tanto los Residuos Peligrosos y Residuos de Manejo Especial únicamente podrían generarse durante el mantenimiento del proyecto.

Por su parte, el Reglamento para la Prestación del Servicio Público de Limpia, Recolección, Transporte, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos

del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, define a los residuos sólidos como *"Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó; y los que provienen de actividades en casa-habitación, sitios y servicios públicos, establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso"*. Durante la operación y mantenimiento del proyecto, serán generados este tipo de residuos, es por ello serán separados como se describe a continuación:

a. Residuos sólidos (no peligrosos)

Este tipo de residuos serán separados de acuerdo con las características que presenten, se contendrán en sitios estratégicos mediante contenedores con tapa y debidamente etiquetados, como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 18. Tipo de contenedores de residuos sólidos.



Estos contenedores contienen tapa baja oscilante vaiven que permite depositar los residuos fácilmente, debido a su amplia apertura. Además, están rotulados y con colores diferentes para la fácil identificación de los residuos que deberán depositarse en ellos. Tiene una capacidad total: 159 lts y las dimensiones de cada bote son 28 x 71 x 31 cm, y peso total de 18 kg.

La recolección y transporte interno de los residuos sólidos desde las fuentes de generación hasta la zona de almacenamiento final, estará a cargo del personal de limpieza, el cual será debidamente capacitado y entrenado. Asimismo, dichos residuos serán entregados al servicio de limpia, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos del municipio de Othón P. Blanco.

b. Residuos Peligrosos

Son todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico, el ambiente o la salud del ser humano.

Si bien durante el mantenimiento del proyecto no se prevé la generación de residuos peligrosos, en caso, de que por las actividades de mantenimiento existiera la remota posibilidad de que se pudieran generar residuos de este tipo, en este apartado se proponen medidas para su manejo.

Para la correcta disposición de los residuos peligrosos, se colocarán contenedores mismos que estarán identificados con etiquetas, citando su contenido y características de riesgo, estos contenedores deberán estar en buenas condiciones, con su tapa; se identificará cada uno de los contenedores con su etiqueta correspondiente, conforme a la siguiente separación:

Materiales contaminados con hidrocarburos: cualquier tipo de material como madera, plásticos, piezas metálicas, paños absorbentes, trapos que se encuentren contaminados con diésel, aceites, lubricantes, grasas, gasolina y sus respectivos envases.

Residuos de tratamiento especial: dentro de este tipo de residuo se encuentran las baterías de vehículos, acumuladores, pilas, baterías, fluorescentes, focos y aceites usados.

La disposición de los residuos peligrosos generados, se realizará de la siguiente manera:

Aceites lubricantes, líquidos hidráulicos, dieléctricos y solventes usados: Serán recolectados en tanques, turriles u otros recipientes en forma separada, los cuales serán colocados dentro de sistemas de contención secundaria impermeables construidos o instalados en el área de almacenamiento de residuos peligrosos de los lugares de trabajo, hasta su transporte a los sitios de reciclaje o disposición final previamente seleccionados y aprobados.

Baterías gastadas: Serán devueltas al sitio de compra para su reciclaje y/o disposición final. Estas serán almacenadas temporalmente en el área de

almacenamiento de residuos peligrosos, dentro de los sistemas de contención secundaria debidamente construidos e impermeabilizados.

Filtros de aceite gastados: Los filtros contaminados serán almacenados temporalmente en el área de almacenamiento de residuos peligrosos, dentro de los sistemas de contención secundaria debidamente construidos e impermeabilizados, hasta sus transportes por la EPS-R hacia los sitios de disposición final previamente seleccionados y aprobados.

Trapos, estopas y/o aserrín impregnadas con aceites lubricantes, solventes, etc. Serán recolectados en turriles u otros recipientes, los cuales serán colocados dentro de sistemas de contención secundaria impermeables construidos o instalados en el área de almacenamiento de residuos peligrosos de los lugares de trabajo, hasta su transporte a los sitios de disposición final previamente seleccionados y aprobados.

Para la recolección y disposición final, se contratará a una empresa debidamente acreditada por las autoridades correspondientes, para que sea ésta quien recolecte los residuos periódicamente y los traslade a un sitio para su disposición final.

c. Residuos de Manejo Especial

Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Cabe señalar que durante el desarrollo del proyecto no se prevé la generación de este tipo de residuos, sin embargo, en caso de que en alguna de sus etapas esto ocurriera, la promovente deberá consultar ante las instancias ambientales gubernamentales donde se ubique el proyecto, si es necesario o no la integración de un Plan de Manejo específico para el tipo de residuos que se generarán; instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos, medianos y grandes generadores de estos residuos.

II.2.7. Generación de gases efecto invernadero.

El consumo energético destinado al uso de aire acondicionado para mantener una temperatura confortable, la iluminación, el agua caliente y las actividades relacionadas con la alimentación y el mantenimiento constituye la principal fuente de las emisiones de gases de efecto invernadero que se generarán por la operación y mantenimiento del proyecto "Casa Xul-Ha".

Estos sistemas, que demandan altos niveles de energía, generan grandes cantidades de CO_2, sobre todo cuando las instalaciones se encuestaran en mal estado. Es por ello que se dará mantenimiento a las instalaciones eléctricas e hidrológicas para identificar fugas y de ser el caso, repararlas inmediatamente. También se colocará señalética para concientizar a los usuarios, acerca del cuidado

del agua, del uso innecesario de la energía lumínica y del uso indiscriminado del agua.

Aunado a lo anterior, se llevarán a cabo acciones de reforestación con especies nativas en una superficie no menor a 1,313 m^2.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO **1**
III.1 INTRODUCCIÓN 1
III.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. 2
III.3. ESTRATEGIAS Y PROGRAMAS NACIONALES, SECTORIALES Y ESTATALES. 3
III.3.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024. 3
III.3.2. Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40. 4
III.3.3. Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024. 6
III.4. LEYES Y REGLAMENTOS. 9
9III.4.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). 9
II.4.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). 13
III.4.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. 15
III.4.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 16
III.4.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 19
III.4.6 Ley de Aguas Nacionales. 21
III.4.7. Ley General de Cambio Climático (LGCC). 22
III.4.8. Ley General de Vida Silvestre (LGVS). 24
III.5. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO. 25
III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 25
III.5.2. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa (POEM 32
III.5.3. Decreto mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Othón P. Blanco (POEL OPB). 49
III.5.4. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. 74
III.5.5. Decreto mediante el cual se establece el PDU Chetumal, Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha. 75
III.6. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 79
III.6.1. Área Natural Protegida "Caribe Mexicano" 79
III.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS 81
III.8. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN. 95

III.8.1. Región Hidrológica Prioritaria (RHP) Río Hondo. 95
II.8.2. Región Terrestre Prioritaria Río Hondo. 97

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

III.1 INTRODUCCIÓN

La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual se somete a Evaluación el desarrollo de un proyecto mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual se define conforme a la fracción XXI del artículo 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente como: *"El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo"*

Por lo antes señalado en este apartado, se presenta el análisis y vinculación que tiene como propósito el demostrar que el proyecto objeto de la presente MIA cumple con la legislación ambiental y es compatible con los diversos ordenamientos jurídicos de carácter Federal aplicables en materia ambiental, así como con los instrumentos de regulación del uso del suelo de carácter Estatal y Municipal que en función de la ubicación del sitio del proyecto le resultan aplicables, en cuanto a la procedencia para obtener la autorización en materia de impacto ambiental.

De conformidad a lo establecido en el artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y artículo 12 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de Áreas Naturales Protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Es así que a continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los diversos instrumentos jurídicos en observancia en primer lugar de Nuestra Carta Suprema.

III.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

La Constitución Política es el máximo ordenamiento jurídico, de ella emanan todas las leyes, reglamentos y demás normatividad. Es la base jurídica que define el tipo de nación que se busca y establece las bases para el actuar de los entes públicos y privados que habiten, visiten y desarrollen actividades en la República Mexicana. A continuación, se mencionan los artículos que se pueden vincular con el Proyecto.

Tabla 1. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 4.- *El varón y la mujer son iguales ante la ley. Esta protegerá la organización y el desarrollo de la familia "… Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado organizará el respeto de este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley …"*	El proyecto consiste en la operación y mantenimiento de la "Casa Xul-Ha", con lo que se pretende elevar la plusvalía de la zona. Por otro lado, el promovente reconoce la responsabilidad de prevenir y reparar cualquier daño ambiental que se pudiera causar durante la operación y mantenimiento del proyecto, así como compensar los daños que se pudieron haber provocado durante su construcción. Por ello, se entrega el presente documento, donde se comprometen acciones para asumir esta responsabilidad. Aunado a lo anterior, el proyecto se apega a las disposiciones establecidas por el Gobierno del Estado de Quintana Roo, así como por el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco.
Artículo 27.- *La propiedad de las tierras y aguas comprendida dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originalmente a la Nación, la cual ha tenido el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.*	
Artículo 73.- *El Congreso tiene la facultad: Para expedir leyes que establezcan la Concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de las respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.*	

De lo anterior, se concluye que el proyecto se apegará a lo que establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia ambiental y acatará lo señalado en

las Leyes Federales y sus reglamentos, así como en las disposiciones jurídicas regionales, estatales, municipales y locales.

III.3. ESTRATEGIAS Y PROGRAMAS NACIONALES, SECTORIALES Y ESTATALES.

III.3.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024.

El PROMARNAT cuenta con cinco objetivos prioritarios, de estos, se citan los que son vinculantes con el proyecto, así como sus estrategas:

Tabla 2. Vinculación del Proyecto con el PROMARNAT

Objetivo	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 1. *Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.*	***Estrategia 1.1.*** *Fomentar la conservación, protección y monitoreo de ecosistemas, agroecosistemas y su biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales, considerando instrumentos normativos, usos, costumbres, tradiciones y cosmovisiones de pueblos indígenas, afromexicanos y comunidades locales.*	Con el desarrollo del proyecto se promueve la conservación, protección y restauración de los ecosistemas, ya que dentro del polígono del proyecto se conservan áreas verdes con especies nativas.
Objetivo prioritario 2.- *Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y*	***Estrategia prioritaria 2.2.*** *Diseñar, establecer y coordinar políticas e instrumentos para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como promover y conservar sumideros de carbono, en concordancia con los compromisos nacionales e*	El proyecto promueve un desarrollo urbano sustentable al estar ubicado en una zona previamente urbanizada, evitando la expansión desordenada. Además, su diseño cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales, ahorro energético y manejo adecuado de residuos

Objetivo	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
tecnológicos disponibles.	*internacionales.* ***2.2.4.-*** *Promover un desarrollo urbano sustentable, incluyente y compacto, de movilidad y vivienda sustentables, con manejo de residuos sólidos y aguas residuales que reduzca las emisiones de efecto invernadero y que incremente la resiliencia y la capacidad adaptativa de las ciudades y zonas metropolitanas.*	sólidos que incrementan la resiliencia y la capacidad adaptativa de la localidad de Xul-Ha y la Laguna de Bacalar. Aunado a lo anterior, se realizarán actividades de capacitación y/o concientización con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos.
Objetivo 4. *Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.*	*Estrategia 4.1. Gestionar de manera eficaz, eficiente, transparente y participativa medidas de prevención, inspección, remediación y reparación del daño para prevenir y controlar la contaminación y la degradación.*	Se contará con medidas de prevención, inspección, remediación y reparación en caso de contaminación de suelo por derrame de hidrocarburos durante el mantenimiento del proyecto.

Aun cuando el proyecto se desarrollará en una zona urbanizada, es importante conservar el ecosistema aledaño a la Laguna de Bacalar, por lo que se promueve el desarrollo sustentable a través del tratamiento de aguas residuales, manejo adecuado de residuos sólidos y ahorro energético, con la finalidad de favorecer la resiliencia al cambio climático de la localidad de Xul-Ha y la Laguna de Bacalar, por lo que se apega a los tres objetivos prioritarios del PROMARNAT antes señalados.

III.3.2. Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo, para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Se integra por tres temas: 1. Pilares de Política Nacional de cambio climático (6 pilares), 2.

Adaptación a los efectos del cambio climático (3 ejes estratégicos) y 3. Desarrollo bajo en emisiones, (5 ejes estratégicos en materia de mitigación). Cada uno de estos temas contiene ejes estratégicos y líneas de acción mediante los cuales se definen los objetivos deseados. A cada uno de estos ejes le corresponden líneas de acción en donde la continuidad y la integración son fundamentales, muchas veces requiriendo la conjunción de los esfuerzos y participación de los tres niveles de gobierno, y de todos los sectores de la sociedad.

A continuación, se presentan la vinculación del proyecto con las líneas de acción que establece la ENCC.

Tabla 3. Vinculación del Proyecto con los Objetivos, estrategias y líneas de acción de la ENCC

Eje Estratégico	Línea de acción	Vinculación del proyecto
A3. (Adaptación) *Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen*	***A3.2*** *Garantizar la restauración, conectividad, aprovechamiento sustentable y conservación de los ecosistemas como bosques, selvas, sistemas costeros, mares, ecosistemas riparios, humedales y de las comunidades bióticas que albergan y sus servicios ambientales.*	Durante las obras constructivas del proyecto, se conservaron y reubicaron individuos de especies en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, de tal manera que se provea hábitat y sitios de refugio y alimentación de la fauna aledaña al sitio del proyecto, específicamente de aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que el proyecto no interfiere con corredores biológicos y preserva áreas verdes que sustentan la biodiversidad local. Se utiliza un sistema de tratamiento de agua residual, así como un manejo ecológico del agua. Respecto de la reducción de emisiones generadas por vehículos automotores, el proyecto no considera el manejo de alguna flota vehicular.
	A3.5 *Garantizar la conectividad ecohidrológica para la preservación de biodiversidad y servicios ambientales, la integralidad de los ecosistemas, la conservación de especies y el incremento de su resiliencia ante el cambio climático.*	
M2. (Mitigación) *Reducir la intensidad energética mediante*	***M2.7*** *Reducir las emisiones mediante la modernización de la flota*	

Eje Estratégico	Línea de acción	Vinculación del proyecto
esquemas de eficiencia y consumo responsable.	*vehicular, y del retiro y la disposición final de las unidades poco eficientes.*	Derivado de lo anterior, las medidas que se implementarán, apoyan la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático.

El promovente está consciente de la importancia de sumar esfuerzos para enfrentar los efectos del cambio climático, es por ello que el proyecto considera medidas para prevenir, mitigar y/o compensar que los impactos ambientales que se pudieran generar durante su desarrollo, y así apoya la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático, tomando en cuenta lo establecido en el ENCC.

III.3.3. Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024.

En el año 2012, México publicó la Ley General de Cambio Climático, la cual prevé dos instrumentos fundamentales para orientar e instrumentar la política pública en la materia. En este sentido, la ENCC abarca el mediano y largo plazo, y el PECC el corto plazo. En este programa, se establecen los objetivos, estrategias, acciones y metas para hacer frente al cambio climático mediante la definición de prioridades en materia de adaptación, mitigación e investigación. El PECC 2021-2024, plantea los siguientes objetivos prioritarios:

- Disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia.
- Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a fin de generar un desarrollo con bienestar social, bajo en carbono y que proteja la capa de ozono, basado en el mejor conocimiento científico disponible.

- Impulsar acciones y políticas sinérgicas entre mitigación y adaptación, que atiendan la crisis climática, priorizando la generación de cobeneficios ambientales, sociales y económicos.
- Fortalecer los mecanismos de coordinación, financiamiento y medios de implementación entre órdenes de gobierno para la instrumentación de la política de cambio climático, priorizando la co-creación de capacidades e inclusión de los distintos sectores de la sociedad, con enfoque de derechos humanos.

A continuación, se presenta el objetivo del PECC que se encontró vinculante con el proyecto, así como las respectivas estrategias y líneas de acción.

Tabla 4. Vinculación del Proyecto con los Objetivos, estrategias y líneas de acción del PECC 2021 -2024.

Objetivo	Estrategia	Acción Puntual	Vinculación con el proyecto
Objetivo 1. *Disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia.*	***1.3.-*** *Promover esquemas y acciones de manejo, conservación y restauración de la biodiversidad, ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos para fortalecer su conectividad y provisión de servicios ambientales potenciando la implementación de soluciones basadas en la naturaleza y comunidades.*	***1.3.5*** *Impulsar la conservación de especies prioritarias y de interés y su hábitat*	Como medida de compensación por los impactos que se pudieron haber generado durante la construcción del proyecto y por los que se pudieran generar durante la operación y mantenimiento del mismo, se propone un Programa de Reforestación en una superficie no menor de 1,313 m^2, de acuerdo con lo señalado en la *Acción correctiva* ***DOS*** de la Resolución Administrativa número 091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de

Objetivo	Estrategia	Acción Puntual	Vinculación con el proyecto
			Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo, y como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad.
Objetivo 2. *Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a fin de generar un desarrollo con bienestar social, bajo en carbono y que proteja la capa de ozono, basado en el mejor conocimiento científico disponible.*	***2.3.-*** *Promover el uso eficiente de recursos en los sectores residencial y comercial que contribuya al desarrollo de asentamientos humanos inclusivos y resilientes al clima.*	***2.3.3*** *Fomentar acciones del sector turístico enfocadas a promover la eficiencia energética en establecimientos hoteleros.*	El presente proyecto considera acciones de eficiencia energética como la colocación de iluminación LED de bajo consumo energético, sensores de movimiento para controlar la iluminación en áreas desocupadas y termostatos inteligentes para un control climático eficiente.
Objetivo 3. *Impulsar acciones y políticas sinérgicas entre mitigación y adaptación, que atiendan la crisis climática, priorizando la generación de cobeneficios ambientales, sociales y económicos.*	***3.1.-*** *Impulsar acciones para incrementar, preservar y restaurar las masas forestales y los ecosistemas naturales terrestres y acuáticos del país para contribuir a la adaptación al cambio climático y a la captura de carbono.*	*3.1.6 Promover la restauración de ecosistemas terrestres, insulares, marinos y de agua dulce, considerando el contexto del cambio climático.*	Se llevará a cabo un Programa de Reforestación en una superficie no menor de 1,313 m^2, de acuerdo con lo señalado en la *Acción correctiva* ***DOS*** de la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo y como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad.

Con las acciones descritas en la tabla, el proyecto se ajusta a los objetivos, estrategias, acciones y metas de esta Ley, para hacer frente al cambio climático.

III.4. LEYES Y REGLAMENTOS.

9III.4.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Esta Ley, es reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Lo dispuesto por esta Ley es de orden público e interés social.

Tabla 5. Vinculación del Proyecto con la LGEEPA

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 5. Son facultades de la federación: X.- La evaluación de impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de la ley, en su caso, la expedición de autorizaciones correspondientes. XI.- La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales, el suelo, las aguas nacionales, la biodiversidad, la flora y los demás recursos naturales de su competencia. Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en	Se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental, en cumplimiento de lo que establece la LGEEPA, toda vez que el proyecto consiste en la operación y mantenimiento de una vivienda residencial turística y un muelle, ubicados en ecosistema costero y en la zona federal de una laguna.

Artículo	Vinculación con el proyecto
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:IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; X. Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.	
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	La presente Manifestación de Impacto Ambiental tiene por objeto el cumplimiento de lo establecido en este artículo.
Artículo 37 TER. *Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.*	En el apartado de Normas Oficiales, se especifican y describen las que resultan aplicables al proyecto y cómo se cumplirá con cada una de ellas.
Artículo 110. *Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:* ***Fracción II.*** *Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.*	Se proponen las acciones preventivas y en su caso correctivas que sean necesarias para reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes móviles que se utilicen durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, como la colocación de iluminación LED de bajo consumo energético, sensores de movimiento para controlar la iluminación en áreas desocupadas y termostatos inteligentes

Artículo	Vinculación con el proyecto
	para un control climático eficiente.
Artículo 113. *No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.*	En todo momento se evitará la emisión de contaminantes atmosféricos que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, observando lo que esta Ley establece, sus reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas en la materia expedidas por la SEMARNAT.
Artículo 117. *Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:* ***I.*** *La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;* ***II.*** *Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;*	En todo momento se tomarán las medidas preventivas y en su caso correctivas que sean necesarias para evitar la contaminación de la laguna presente en la zona del proyecto. Bajo ninguna circunstancia se podrán verter desechos o residuos de tipo alguno que constituyan contaminación a dicho cuerpo de agua. Ya que el proyecto incluye el manejo adecuado de los residuos sólidos y el tratamiento de agua residual. Además, se realizarán actividades de capacitación y/o concientización con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos.
Artículo 134. *Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:* ***II.*** *Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;* ***III.*** *Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;*	Todos los residuos sólidos que se generen, así como cualquier residuo que pudiera constituir un contaminante del suelo, serán manejados y dispuestos en estricto apego a lo que establecen las leyes, reglamentos y normas oficiales que resulten aplicables.
Artículo 150. *Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la*	Los residuos peligrosos que se generen durante la operación y mantenimiento del proyecto, en su caso, se manejarán en estricto apego a lo que al respecto

Artículo	Vinculación con el proyecto
Secretaría.	establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento en la materia, así como a las Normas Oficiales Mexicanas.
Artículo 151. *La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.* *Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.*	Se contratará en su caso, con un Programa de Manejo de Residuos, y su disposición final será a través de un proveedor de dichos servicios y que cuente con las autorizaciones respectivas por parte de la SEMARNAT.
Artículo 155. *Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.* *En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.*	Se evitará la generación de ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y contaminación visual observando lo establecido en esta Ley y las que resulten aplicables, cumpliendo con los límites establecidos en las mismas, y llevando a cabo las acciones preventivas, y en su caso correctivas, que sean necesarias para evitar los efectos perjudiciales de dichos contaminantes. Entre ellas, evitar la generación de ruido durante la noche para no perturbar a la fauna, Elaborar un reglamento para los usuarios donde se indiquen los límites máximos permisibles de ruido dentro de la vivienda residencial turística.

Por lo anterior, en cumplimiento de lo señalado en la LGEEPA, se presenta la MIA, documento en el cual se describen las obras y actividades del proyecto, se realiza la caracterización ambiental de la zona, se evalúan los impactos ambientales que se pudieran generar y se establecen las medidas para prevenirlos, mitigarlos y/o compensarlos.

II.4.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

Este ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Tabla 6. Vinculación del Proyecto con el REIA.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 5. *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización…:* ***Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:*** *Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana... que afecte ecosistemas costeros,* ***R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:***	La presente Manifestación de Impacto Ambiental se presenta en cumplimiento de lo que establece el artículo 5 del presente reglamento, toda vez que el proyecto considera la operación y mantenimiento de una vivienda residencial turística y un muelle ubicados en ecosistema costero y en la zona federal de una laguna.
Artículo 9. *Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para*	En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental en su

Artículo	Vinculación con el proyecto
que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	modalidad Particular.
Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, ya que no se encuentra en ninguno de los supuestos para presentar una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

En cumplimiento a lo señalado en el RLGEEPAMEIA, se presenta la MIA en su modalidad Particular por tratarse de una vivienda residencial turística y un muelle ubicados en ecosistema costero y en la zona federal de una laguna.

III.4.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

El presente Reglamento, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en lo referente a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

Tabla 7. Vinculación del proyecto con las disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 13. …. **II.** Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	En caso de que durante la etapa de mantenimiento del proyecto fuera necesario el uso de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, se tomarán las medidas necesarias, como el mantenimiento periódico de las fuentes generadoras de gases contaminantes, para reducir y controlar las emisiones de dichos contaminantes a la atmósfera (gases, olores, partículas sólidas y liquidas), así como el uso de pinturas y productos de limpieza bajos en COVs (compuestos orgánicos volátiles) y evitar la quema de residuos.
Artículo 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	

El proyecto se ajusta a lo señalado en este Reglamento ya que, de ser el caso se dará mantenimiento periódico de las fuentes generadoras de gases contaminación la finalidad de prevenir la contaminación atmosférica.

III.4.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Esta Ley es reglamentaria de lo que dispone la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de los residuos en el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social.

Tabla 8, Vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 2.- *En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:* ***II.*** *La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;* ***IV.*** *Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños.* ***VII.*** *El acceso público a la información, la educación ambiental y la capacitación, para lograr la prevención de la generación y el manejo sustentable de los residuos.*	Se deberá prevenir y minimizar la generación de residuos, así como su liberación al ambiente y transferencia a otros sitios. Al mismo tiempo se asumirá el costo de su manejo integral, mediante un Programa de Manejo Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especia
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.*	Los residuos generados serán clasificados para su separación conforme a la Ley de Prevención y Gestión Integral de residuos para el Estado de Quintana Roo y a su Reglamento. Durante la etapa de operación del proyecto, se contará con contenedores debidamente identificados para el depósito de los residuos orgánicos e inorgánicos que se generen por

Artículo	Vinculación con el proyecto
	el personal y los visitantes, los cuales serán recolectados periódicamente y entregados al servicio del limpia del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco.
Artículo 19**.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes.* ***... ***VII**. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general*	Se realizará un Programa de Manejo Integral de Residuos y el llenado de bitácoras y manifiestos de generación. Es importante señalar que dicho manejo se realizará a través de una empresa debidamente autorizada, quien será la encargada de dichos residuos.
***Artículo 22.-** Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.*	En caso de que durante la etapa de mantenimiento se llegaran a generar residuos peligrosos, durante su manejo se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos, mediante la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos. Asimismo, se contratará a una empresa debidamente acreditada por las autoridades correspondientes, para que sea ésta quien recolecte los residuos periódicamente y los traslade a un sitio para su disposición final.
***Artículo 40.-** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.*	El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas.
***Artículo 41.-** Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.*	El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas, además se contará con un Programa de Manejo de Residuos.
***Artículo 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos*	Siempre que se contraten los servicios de empresas o gestores para el manejo de residuos peligrosos, se deberá corroborar

Artículo	Vinculación con el proyecto
residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. *La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.* *Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.*	que dichas empresas cuentan con la debida autorización vigente expedida por la Secretaría, para llevar a cabo ese servicio.
Artículo 43.- *Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.*	Se deberá notificar a la Secretaría o a las autoridades estatales y municipales correspondientes cuando se generen o manejen residuos peligrosos.
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*	Se contará con un Programa de Manejo de Residuo apegándose a lo dispuesto por esta Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables, (NOM-052-SEMARNAT-2005). Asimismo, las instalaciones donde se hubieren generado los residuos, así como en su caso los almacenes temporales de los mismos, deberán quedar libres de residuos peligrosos y de toda contaminación que pudiera representar un peligro a la salud o a los ecosistemas.

Artículo	Vinculación con el proyecto
generadoras de tales residuos.	
Artículo 54.- *Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.*	Los residuos peligrosos se clasificarán de conformidad con lo que establece la NOM-052-SEMARNAT-2005, evitando la mezcla de los mismos con otros materiales y con otros residuos que de acuerdo a la citada norma sean incompatibles.

Con la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial, el proyecto dará cumplimiento a lo señalado en esta Ley, ya que se consideran buenas prácticas de manejo de los residuos generados durante las etapas de operación y mantenimiento.

III.4.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Tabla 9. Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículos	Vinculación
Artículo 1. *El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.*	Durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, se atenderán las disposiciones presentes en este Reglamento en materia de residuos a través de un Programa de Manejo de Residuos.
Artículo 17. *Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlos en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.*	Si la generación anual de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial es igual o mayor a 10 toneladas se elaborará un Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial para ser evaluado y aprobado por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo.

Artículos	Vinculación
Artículo 42.- *Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:* *I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;* *II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y* *III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.* *Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.*	El proyecto no considera rebasar las cantidades de residuos citadas en este artículo, ya que cuenta con 5 villas con capacidad total de 20 personas (4 habitantes por villa); no obstante, si este fuera el caso, se hará el registro correspondiente ante la SEMARNAT.
Artículo 43.- *Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:* *...*	

Con la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial, el proyecto dará cumplimiento a lo señalado en este Reglamento, ya que consideran buenas prácticas de manejo de los residuos generados durante las etapas de operación y mantenimiento.

III.4.6 Ley de Aguas Nacionales.

Esta ley es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, lo que dispone tiene carácter de interés público y social, y su objeto es regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su control y distribución, así como la preservación de su calidad y cantidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla 10. Vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación con el proyecto
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.*	Se evitará en todo momento, arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales: basura, materiales, lodos 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 por las Normas Oficiales Mexicanas respectivas, para ello se contará con un Programa de Manejo de Residuos. Con respecto del agua residual que se generará durante la operación del proyecto, tal como se describe en el Capítulo II de la presente MIA, será depositada en un Biodigestor cuyo fin es dar un primer tratamiento a las aguas negras, esta agua será canalizada a un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, y el agua resultante se utilizará para el riego de áreas verdes, además deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007. Los lodos procedentes de la limpieza del Biodigestor serán secados al aire libre adicionándoles cal para eliminar microorganismos, tal como se recomienda en el Manual del Biodigestor (Anexo 6). Los lodos secos serán entregados a una empresa que cuente con los permisos ambientales para su disposición final, además cumplirán con lo establecido en la NOM-004-SEMARNAT-2002.

El proyecto se desarrolla en la zona federal de la Laguna de Bacalar, por lo que se llevarán a cabo medidas de protección del cuerpo de agua, como las que se señalan en la **Tabla 10**, de tal manera que se acata lo establecido en la presente Ley.

III.4.7. Ley General de Cambio Climático (LGCC).

La Ley General de Cambio Climático fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, y su última reforma publicada en el mismo medio el 6 de noviembre de 2020. Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. En la siguiente Tabla se presenta la vinculación del proyecto con el presente instrumento jurídico.

Tabla 11. Vinculación del proyecto con la LGCC.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto: *I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;* *II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;* *III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;*	El promovente cumplirá con la legislación en materia de cambio climático en todas las etapas de desarrollo del proyecto y en apego a la presente ley, para ello, se llevarán a cabo medidas de prevención, mitigación y/o compensación, propuestas ante los impactos ambientales generados a la atmósfera, entre las que se encuentran las siguientes: • Implementar un Programa de Reforestación en una superficie no menor de 1,313 m^2, de acuerdo con lo señalado en la *Acción correctiva* ***DOS*** de la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo y como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad. • Uso eficiente y aprovechamiento del agua mediante el uso del agua proveniente del

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; *…* *VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático.*	humedal artificial para riego de áreas verdes, asimismo, se han colocado sistemas ahorradores como inodoros con depósitos de baja capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo, y se hará una revisión periódica de la tubería hidráulica para identificar y reparar fugas. • Mantenimiento de áreas verdes con agua proveniente del Biodigestor. • Monitoreo de la calidad del agua proveniente del humedal superficial de manera anual conforme a la NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, para garantizar su eficiencia y prevenir la contaminación del subsuelo y del manto freático por el uso de agua contaminada en el riego de áreas verdes. • Colocación de señalética informativa para los usuarios, acerca del cuidado del agua. • Platicas de concientización a empleados respecto del eficiente consumo de agua y uso moderado el aire acondicionado • Ahorro de energía a través de la colocación de iluminación LED de bajo consumo energético, sensores de movimiento para controlar la iluminación en áreas desocupadas y termostatos inteligentes para un control climático eficiente.
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: *…* *II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;* *…* *IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;* *…* *VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;*	
Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: *…* *IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono,*	

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios.	

El promovente cumplirá con la legislación en materia de cambio climático en todas las etapas de desarrollo del proyecto de tal manera que el proyecto no contravenga lo establecido en la LGCC.

III.4.8. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

La Ley General de Vida Silvestre fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, y cuya última reforma fue publicada el 20 de mayo de 2021, en el mismo medio. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la presente Ley.

Tabla 12. Vinculación del proyecto con la LGVS

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
58. *Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:* *a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable,*	Como resultado de los muestreos de flora y fauna realizados, así como de la búsqueda bibliográfica, se obtuvo el registro de especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, mismos que ya se encontraban en el predio al momento de su adquisición, algunos individuos fueron reubicados y otros se conservaron en el sitio donde se encontraban.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
enfermedades o depredación, entre otros. *b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.* *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.*	

En todo momento, el proyecto dará cumplimiento a lo señalado en la LGVS, mediante la protección y conservación de la flora y fauna, con especial énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.5. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO.

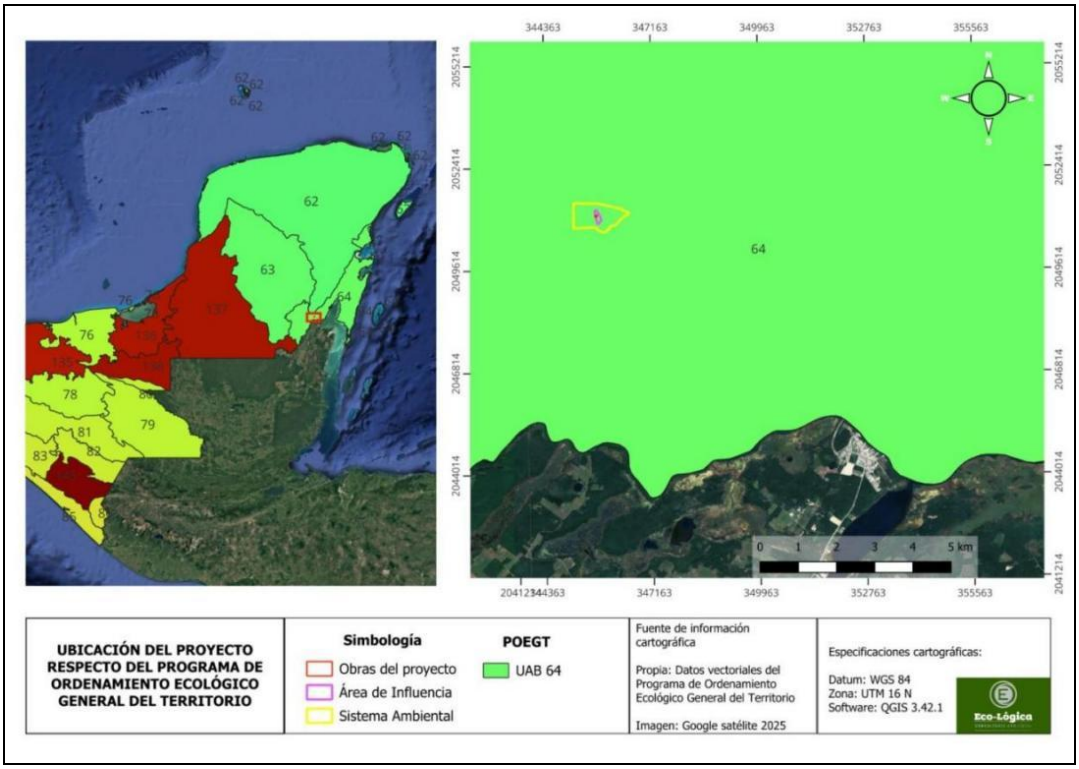
III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

De acuerdo con lo establecido en el artículo 20 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como con el artículo 19, y el artículo 22 en su fracción primera, del Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; el POEGT es un programa de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, que vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal obligadas a observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación. El objetivo del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Al mismo

tiempo, el POEGT establece lineamientos y estrategias tanto para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; como para la localización de las actividades productivas y asentamientos humanos. En la elaboración de dichos lineamientos y estrategias, el POEGT se basa en las características de disponibilidad y demanda de recursos naturales, así como en la ubicación de los asentamientos humanos existentes.

El proyecto se ubica en la Región Ecológica 6.33 dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 64, denominada "Karst del Sur de Quintana Roo".

Figura 1. Ubicación del proyecto respecto del POEGT.



En la tabla siguiente se muestran las características generales de ésta UAB, tal como son descritas en la ficha técnica del POEGT.

Tabla 123. Características generales de la UAB 64 "Karst del Sur de Quintana Roo"

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Nombre	Karst del Sur de Quintana Roo
Localización	Parte sureste del estado de Quintana Roo, al límite con el Mar Caribe
Superficie en km^2	9,729.2 m^2
Población	207,496 habitantes
Población Indígena	Maya
Estado Actual del Medio Ambiente 2008	**Medianamente estable**. Conflicto Sectorial Alto. Media superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Media. Densidad de población (hab/km^2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 1.7. Media marginación social. Medio índice medio de educación. Alto índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033	Inestable
Política Ambiental	Protección, Preservación y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de Atención	Media
Rectores del desarrollo	Preservación de Flora y Fauna - Turismo
Asociados del desarrollo	Agricultura
Otros sectores de interés	Ganadería - Minería

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Estrategias Sectoriales	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44.

A continuación, se señalan las Estrategias consideradas para la Unidad Ambiental Biofísica 64 "Karst del Sur de Quintana Roo", y cómo el proyecto se apegará a lo establecido en ellas.

Tabla 14. Vinculación del proyecto con las Estrategias Sectoriales de la UAB 64 "Karst del Sur de Quintana Roo"

Estrategias Sectoriales	Vinculación con el proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación ***1.*** *Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.* ***2.*** *Recuperación de especies en riesgo.* ***3.*** *Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.*	Como resultado de los muestreos de flora y fauna realizados, así como de la búsqueda bibliográfica, se obtuvo el registro de especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, mismos que ya se encontraban en el predio al momento de su adquisición, algunos individuos fueron reubicados y otros se conservaron en el sitio donde se encontraban. Aunado a lo anterior, se propone implementar un manual de buenas prácticas ambientales para informar a los usuarios de la vivienda, el tipo de fauna silvestre que se podría presentar en la zona del proyecto y que se debe evitar a toda costa el perturbar o colectar fauna de la zona, así como llevar a cabo un Programa de Reforestación en una superficie no menor de 1,313 m^2, de acuerdo con lo señalado en la *Acción correctiva* ***DOS*** de la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo y como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad.
B) Aprovechamiento sustentable ***4.*** *Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos*	El proyecto no considera actividades de aprovechamiento de los recursos naturales, sin embargo, se proponen medidas para prevenir, mitigar

Estrategias Sectoriales	Vinculación con el proyecto
naturales. ***5.*** *Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.* ***6.*** *Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.* ***7.*** *Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.* ***8.*** *Valoración de los servicios ambientales.*	y/o compensar los impactos ambientales al ecosistema y a sus servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales ***9.*** *Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.* ***10.*** *Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.* ***11.*** *Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.* ***12.*** *Protección de los ecosistemas.* ***13.*** *Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.*	El proyecto considera el manejo responsable del agua, ya que el abastecimiento de agua potable se realizará a través de la conexión a la red del organismo operador de la Comisión de Agua Potable del Estado de Quintana Roo, y el agua residual será tratada en un biodigestor como tratamiento primario y en un humedal superficial de flujo horizontal como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes. Asimismo, se han colocado sistemas ahorradores como inodoros con depósitos de baja capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo. Además, se hará una revisión periódica de la tubería hidráulica para identificar y reparar fugas, evitando así pérdidas de agua.
D) Dirigidas a la Restauración ***14.*** *Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.*	Adicionalmente, el proyecto incluye llevar a cabo un Programa de Reforestación en una superficie no menor de 1,313 m^2, de acuerdo con lo señalado en la *Acción correctiva* ***DOS*** de la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo y como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad, lo cual promoverá la infiltración de agua y la conservación de los recursos naturales.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y	Estas estrategias son compatibles con el proyecto, ya que permitirá el desarrollo económico de la zona,

Estrategias Sectoriales	Vinculación con el proyecto
actividades económicas de producción y servicios ***15.*** *Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.* ***15 bis.*** *Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.* ***21.*** *Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.* ***22.*** *Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.* ***23.*** *Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).*	generando empleos temporales y permanentes.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y Saneamiento ***28.*** *Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.* ***29.*** *Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.*	El proyecto considera el uso eficiente y aprovechamiento del agua proveniente del Biodigestor como primer tratamiento, para ser canalizada a un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes Asimismo, se han colocado sistemas ahorradores como inodoros con depósitos de baja capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo, y se hará una revisión periódica de la tubería hidráulica para identificar y reparar fugas. Aunado a lo anterior, se realizará el monitoreo de la calidad del agua proveniente del Humedal subsuperficial de flujo horizontal, de manera anual para garantizar su eficiencia y prevenir la contaminación del subsuelo por el uso de agua contaminada en el riego de áreas verdes.

Estrategias Sectoriales	Vinculación con el proyecto
	También se considera la colocación de señalética informativa para los turistas, acerca del cuidado del agua y la impartición de pláticas de concientización a empleados respecto del eficiente consumo de agua.
E) Desarrollo Social ***36.*** *Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.* ***37.*** *Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.*	El proyecto pertenece a la iniciativa privada, no al sector público, por lo que no es de su competencia fomentar la participación social en las actividades económicas y tampoco promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos, o bien, de inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico ***42.*** *Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.*	El proyecto pertenece a la iniciativa privada, no al sector público o rural, por lo que no es de su competencia integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria, así como tampoco Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial ***43.*** *Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.* ***44.*** *Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.*	

Derivado de lo anterior, se concluye que el proyecto se apega a lo establecido en los lineamientos y estrategias para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, objeto de este instrumento jurídico.

III.5.2. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa (POEM).

El POEM fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012. Este Ordenamiento, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El Ordenamiento señala que las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) en la porción terrestre, siguen en muchos casos la división geoestadística municipal del territorio oficialmente reconocida por el INEGI, existiendo sin embargo, algunos municipios que al tener atributos semejantes se fusionan como una sola UGA (no cambia el status municipal, simplemente, para fines de la aplicación de los lineamientos ecológicos, estrategias y acciones descritos en este documento, a esos municipios contenidos en una sola UGA, se les aplican las mismos acciones, al menos en la escala de las decisiones Federales), en otros casos los límites que se han considerado son los correspondientes a las poligonales decretadas para las Áreas Naturales Protegidas (ANP).

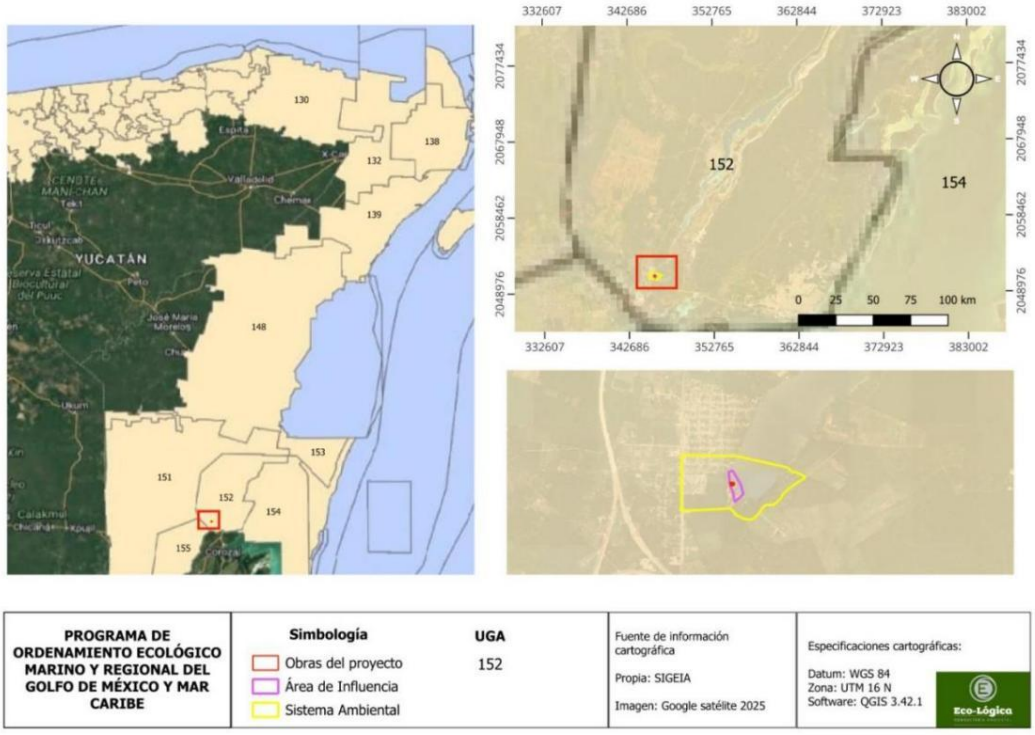
El POEM incluye 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales:

- **Área Marina**, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo a su ubicación.

- El **Área Regional** abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

El sitio del proyecto "Casa Xul-Ha" incide en la **UGA 152** denominada **"Bacalar"** como se muestra en la siguiente Figura:

Figura 2. Ubicación del proyecto respecto del POEM.



El **POEM** se compone de Acciones Generales aplicables a todas las UGAS, así como Acciones Específicas.

Figura 3. Acciones Específicas de la UGA 152 "Bacalar"

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	APLICA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	NA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

En la siguiente Tabla, se muestra la vinculación del proyecto con las Acciones Generales y Específicas del POEM.

Tabla 15. Vinculación del proyecto con el POEM

Acción		Vinculación con el Proyecto
ACCIONES GENERALES		
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El proyecto no se relaciona con la promoción del uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua, sin embargo, en las instalaciones se han colocado sistemas ahorradores como inodoros con depósitos de baja capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo, y se hará una revisión periódica de la tubería hidráulica para identificar y reparar fugas.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las	Estas actividades no son competencia del promovente.

Acción		Vinculación con el Proyecto
	demás autoridades competentes.	
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Por el tipo de proyecto, no se contraviene y no corresponde este tipo de actividades.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Se dará mantenimiento a las instalaciones eléctricas para identificar fallas y de ser el caso, repararlas inmediatamente. También se colocará señalética para concientizar a los usuarios, acerca del cuidado del uso innecesario de la energía lumínica y del aire acondicionado.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a	El proyecto cuenta con una superficie de 486.57 m^2 de áreas jardinadas con

Acción		Vinculación con el Proyecto
	los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	especies nativas, además, se propone realizar un Programa de Reforestación en una superficie no menor a 1,313 m^2 con el fin de proteger y conservar el ecosistema.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El proyecto no considera la introducción de especies invasoras.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Se propone realizar un Programa de Reforestación en una superficie no menor a 1,313 m^2, para ello se considerará lo señalado en esta Acción.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto no se localiza en los márgenes o zonas inmediatas al cauce natural de un río.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	Se propone realizar un Programa de Reforestación en una superficie no menor a 1,313 m^2, para ello se considerará lo señalado en esta Acción.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Se propone realizar la reforestación en una superficie no menor a 1,313 m^2, para ello se considerará lo señalado en esta Acción.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de	Estas actividades no son competencia del promovente.

Acción		Vinculación con el Proyecto
	las extensivas.	
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Se propone realizar un Programa de Reforestación en una superficie no menor a 1,313 m^2, para ello se considerará lo señalado en estas Acciones.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Estas actividades no son competencia del promovente.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El proyecto considera la colocación de iluminación LED de bajo consumo energético, sensores de movimiento para controlar la iluminación en áreas desocupadas y termostatos inteligentes para un control climático eficiente.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G035	Establecer medidas que incrementen la	El proyecto considera la colocación de

Acción		Vinculación con el Proyecto
	eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	iluminación LED de bajo consumo energético, sensores de movimiento para controlar la iluminación en áreas desocupadas y termostatos inteligentes para un control climático eficiente.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto no se trata de una instalación industrial.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G042	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna	Estas actividades no son competencia del promovente.

Acción		Vinculación con el Proyecto
	y externa de las especies pesqueras.	
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El presente proyecto considera un Programa de Manejo de Residuos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Estas actividades no son competencia del promovente.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto cuenta con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales consistente en un Biodigestor como primer tratamiento, para ser canalizada a un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la	El proyecto no considera la remoción de vegetación.

Acción		Vinculación con el Proyecto
	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Estas actividades no son competencia del promovente.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	En caso de que durante las etapas de operación y mantenimiento se generen residuos peligrosos, el promovente se apegará a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El proyecto se localiza en la zona de influencia del ANP Reserva de la Biósfera "Caribe Mexicano", a 77 Km de la poligonal de dicha ANP. Es importante señalar que el Programa de Manejo establece una serie de Reglas Administrativas de observancia obligatoria para todas aquellas obras o actividades que se pretendan llevar a cabo dentro de la poligonal del ANP, no así para la zona de influencia, de tal manera que no son aplicables al proyecto.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El desarrollo del proyecto no incluye la construcción de infraestructura costera. Sin embargo cabe señalar que, al momento de la adquisición del predio por parte del promovente, lo cual ocurrió en mayo de 2019, como se aprecia en la Escritura Pública Número 87055, Libro 2439, 52, Vol. 1, Tomo C, de fecha 3 de mayo de 2019 (Anexo 2), ya se encontraba una construcción (casa) y el muelle y la vegetación ya estaba impactada.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no se localiza en dunas costeras o cerca de ellas.
G063	Promover la elaboración de	Estas actividades no son competencia del

Acción		Vinculación con el Proyecto
	ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	promovente.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables,	Estas actividades no son competencia del promovente.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El proyecto se localiza en la zona de influencia del ANP Reserva de la Biósfera "Caribe Mexicano", a 77 Km de la poligonal de dicha ANP. Es importante señalar que el Programa de Manejo establece una serie de Reglas Administrativas de observancia obligatoria para todas aquellas obras o actividades que se pretendan llevar a cabo dentro de la poligonal del ANP, no así para la zona de influencia, de tal manera que no son aplicables al proyecto.
Acciones Específicas		
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proyecto cuenta con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales consistente en un Biodigestor como primer tratamiento, para ser canalizada a un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes

Acción		Vinculación con el Proyecto
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, -a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El proyecto no se localiza en dunas costeras o cerca de ellas.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto trata de la operación y mantenimiento de una vivienda residencial turística, no de actividades marítimas.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Se propone realizar la reforestación en una superficie no menor a 1,313 m^2, para ello se considerará lo señalado en esta Acción.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El proyecto no se localiza en dunas costeras o cerca de ellas.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto no se ubica en ANP.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Se propone realizar un Programa de Reforestación en una superficie no menor a 1,313 m^2, para ello se considerará lo señalado en esta Acción.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	En las áreas jardinadas del proyecto se localizan individuos de especies de flora que se localizan en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales ya se encontraban ahí al momento de la adquisición del predio por parte del promovente, mismas que han sido conservadas. Para dar a conocer la importancia de la

Acción		Vinculación con el Proyecto
		flora y fauna de la zona, se implementará un manual de buenas pláticas ambientales para informar a los usuarios de la vivienda, el tipo de fauna silvestre que se podría presentar en la zona del proyecto y que se debe evitar a toda costa el perturbar o colectar fauna de la zona. Además, se colocará señalética informativa y restrictiva respecto del cuidado de la flora y fauna.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	El proyecto cuenta con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales consistente en un Biodigestor como primer tratamiento, para ser canalizada a un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Por el tipo de proyecto, no se prevé realizar actividades que puedan provocar contaminación del suelo, sin embargo, si llegase a identificar algún tipo de contaminación, se llevarían a cabo acciones de remediación de acuerdo con la legislación aplicable.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	El proyecto no pertenece al ramo industrial.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.

Acción		Vinculación con el Proyecto
	peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto no se desarrolla en la zona de playa.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El proyecto no se desarrolla en dunas.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El proyecto no se desarrolla en zona costera. Por el tipo de proyecto y su ubicación, no se prevé la afectación a los patrones de corrientes de las aguas costeras.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto no se desarrolla en una zona arenosa, ya que, al momento de la adquisición del predio por parte del promovente, lo cual ocurrió en noviembre de 2019, como se aprecia en la Escritura Pública Número 87055, Libro 2439, 52, Vol. 1, Tomo C, de fecha 3 de mayo de 2019 (Anexo 2), el sitio ya estaba urbanizado y se encontraba una construcción (casa) y el muelle y la vegetación ya estaba impactada.
A032	Promover el mantenimiento de las	El proyecto no se desarrolla en playas o

Acción		Vinculación con el Proyecto
	características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	dunas costeras.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Dadas las características del proyecto, y el diseño y orientación del mismo, desde el punto de vista arquitectónico, se aprovechará al máximo la iluminación natural y el uso de materiales térmicos y equipos ahorradores de energía; asimismo, se interpreta que este criterio está enfocado a quienes desarrollen proyectos de infraestructura para la generación de energía.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	Se toma en cuenta lo indicado en esta Acción para realizar la sustitución de energía eléctrica por energía solar.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.

Acción		Vinculación con el Proyecto
	embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	
A048	Redimensionar, y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A049	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de actividades, por lo que no contraviene dicho criterio.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración	Estas actividades no son competencia del promovente.

Acción		Vinculación con el Proyecto
	ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El proyecto considera la aplicación de un Programa de Manejo de Residuos.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	Estas actividades no son competencia del promovente. En su caso, las descargas de aguas residuales serán tratadas en un Biodigestor como primera etapa, y en una segunda etapa en un humedal artificial de flujo subsuperficial, y se utilizarán para el riesgo de áreas verdes, además se ajustarán a los límites establecidos en la normatividad.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas	Se cuenta con 486.57 m^2 de áreas verdes que sirven como infiltración del agua

Acción		Vinculación con el Proyecto
	y turísticas.	pluvial.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El proyecto considera un Programa de Manejo de Residuos.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El proyecto no se ubica en la zona costera, sin embargo, se considera la aplicación de un Programa de Manejo de Residuos.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	Estas actividades no son competencia del promovente.
A074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	Estas actividades no son competencia del promovente.

Es importante señalar que el POEM, en su artículo TERCERO señala lo siguiente:

> ***Artículo Tercero.-*** *Conforme a los términos del "Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.*

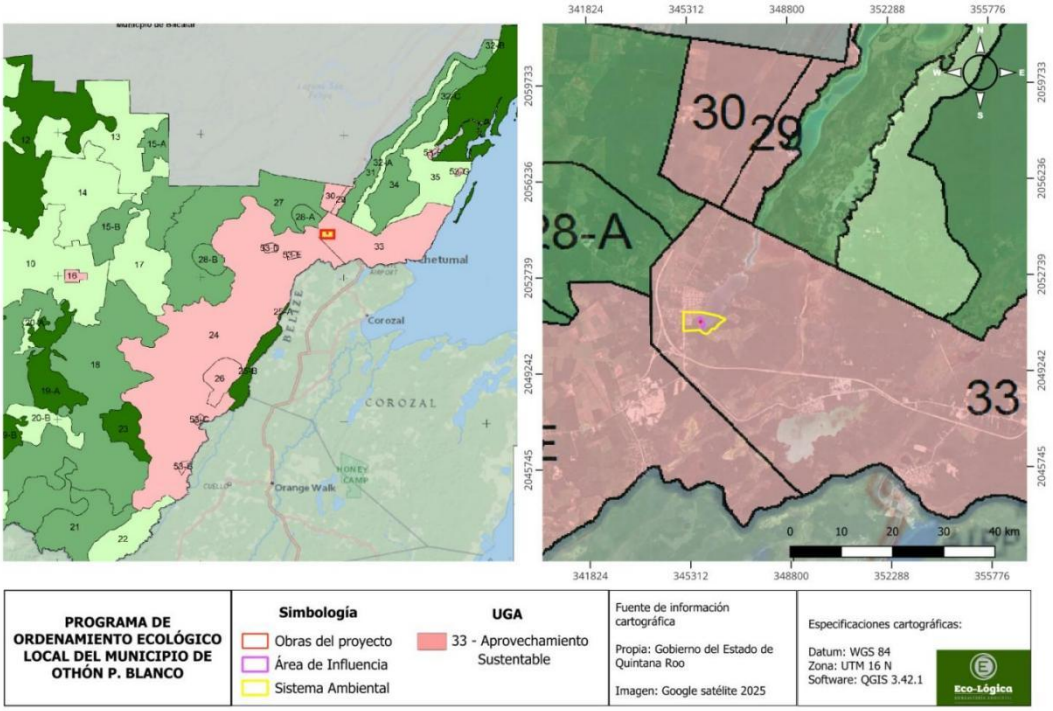
Al respecto, el Gobierno de Quintana Roo no ha expedido la parte Regional del POEM, no obstante, se realizó la vinculación con las Acciones establecidas en este Ordenamiento, con la finalidad de dejar asentado el cumplimiento que dará el proyecto a las Acciones que podrían ser de su competencia.

III.5.3. Decreto mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Othón P. Blanco (POEL OPB).

El Decreto mediante el cual se establece el POEL OPB fue publicado en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el 7 de octubre de 2015, y tiene por objeto regular e inducir el uso de suelo y las actividades productivas para lograr la protección del medio ambiente y la preservación, conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para evitar o disminuir el deterioro y degradación ambiental en el territorio del municipio de Othón P. Blanco, a fin de brindar un ambiente sano, que conserve su biodiversidad, riqueza y equilibrio natural y permita alcanzar una mejor calidad de vida para todos los habitantes del municipio.

El POEL OPB se compone de 54 UGA's, cada una de las UGA's está integrada por una Política, Lineamientos, Usos de Suelo, Estrategias y Criterios de Regulación Ecológica.
El proyecto está regulado por la **UGA 33** "PDU Chetumal, Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha".

Figura 4. Ubicación del proyecto con respecto del POEL OP.



La **UGA 33** tiene **Política de Aprovechamiento Sustentable**, la cual, de acuerdo con el POEL OPB, se define de la siguiente manera:

Política de Aprovechamiento Sustentable

Cuando la unidad ambiental presenta condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas, eficientes y socialmente útiles, dichas actividades contemplarán recomendaciones puntuales y restricciones leves, tratando de mantener la función de los ecosistemas y sus principales procesos prioritarios, promoviendo la permanencia o tasa de cambio del uso de suelo actual. Esta política cubre el 10.83% del territorio y se refleja principalmente en las zonas urbanas y de reserva urbana futura.

Al respecto, el proyecto es compatible con esta Política ya que está en una zona con asentamientos humanos, vialidades y servicios urbanos como electricidad, agua potable y

recolección de residuos. Además, conserva áreas verdes para infiltración de agua de lluvia promoviendo la función de los ecosistemas.

Tabla 16. Características de la **UGA 33**

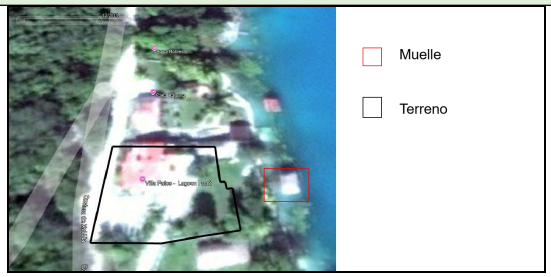
Criterios de delimitación	Esta UGA se delimitó conforme al decreto de Programa de Desarrollo Urbano del área metropolitana de Chetumal, Calderitas, Xul-Ha y a la ampliación de la reserva urbana de la Cuidad de Chetumal, publicada en el Periódico Oficial el 31 de agosto de 2005.
Lineamientos Ecológicos	• Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m^2 de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia. • Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad. • Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyecciones de al menos 15 años. Los centros de población con menos de 15,000 habitantes que carezcan de sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos que cumplan con la normatividad vigente deberán considerar dentro de su PDU, la presencia de al menos un sitio de disposición temporal de los RSU, o terminal de trasferencia. • Su aprovechamiento estará sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano.
Usos Compatibles	Desarrollo urbano y los que establezca su Programa de Desarrollo Urbano de centro de población.
Usos Incompatibles	Los que establezca su Programa de Desarrollo Urbano de centro de población.
Criterios de Regulación Ecológica	Urbanos (URB). 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10,11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18,19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33 y 35.

A continuación, se hace la vinculación del proyecto con los Criterios de Aplicación General que son de observancia general en todo el territorio municipal de Othón P. Blanco,

independientemente de la UGA en la que se ubique el proyecto y que le son aplicables de acuerdo con la naturaleza de "Casa Xul-Ha"; y los Criterios Ecológicos de aplicación específica, que son asignados a la **UGA 33**.

Tabla 17. Vinculación del Proyecto con los Criterios Generales de la **UGA 33.**

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Recurso prioritario: Agua	
CG-01. Es importante permitir la filtración de las aguas pluviales, por lo que todos los proyectos deben acatar lo dispuestos en el Artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	El citado artículo señala a la letra lo siguiente: *Artículo 132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable. Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo*. Al momento de la adquisición del predio por parte del promovente, lo cual ocurrió en noviembre de 2019 como se aprecia en la Escritura Pública Número 87055, Libro 2439, 52, Vol. 1, Tomo C, de fecha 3 de mayo de 2019 (Anexo 2), ya se encontraba una construcción (casa) y el muelle, como se muestra en la siguiente imagen tomada de Google Earth.

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	 Posteriormente se construyeron dos niveles más en toda la superficie del predio (467.79 m^2), para lo cual se obtuvo la Licencia de Construcción No. 000121 (Anexo 4), de fecha 11 de marzo de 2019, emitida por la Dirección General de Desarrollo Urbano, Medio Ambiente y Ecología del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, mediante la cual se otorga el permiso para llevar a cabo las obras del proyecto. Asimismo, la Oficina de Representación PROFEPA en el estado de Quintana Roo, mediante la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, instauró una multa económica así como acciones correctivas, entre las que se encuentra ingresar ante la SEMARNAT una MIA para poder obtener la autorización en materia de impacto ambiental para continuar con la ejecución del proyecto y reforestar una superficie no menor a 1,313 m^2, como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad. Por lo anterior, el promovente presenta la MIA en su modalidad Particular para solicitar a la Secretaría la autorización en materia de impacto ambiental por las etapas de operación y mantenimiento del proyecto y propone llevar a cabo un Programa de Reforestación en una superficie no menor a los 1,313 m^2.
CG-02. Para el adecuado desalojo de agua pluvial y agua residual, todos los proyectos deben contar con infraestructura por separado para el manejo y conducción de cada tipo de agua. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados, así como de talleres mecánicos deberá	El proyecto cuenta con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales consistente en un Biodigestor como primer tratamiento, para ser canalizada a un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	riego de áreas verdes. Con respecto del agua pluvial y de acuerdo con los planos arquitectónicos (Anexo 3) se cuenta con tubería independiente para su canalización hacia las áreas jardinadas. Para el abastecimiento de agua potable, se realizará a través de la conexión a la red del organismo operador CAPA. En cuanto al agua de lluvia, ésta será filtrada al subsuelo a través de las áreas jardinadas que sirven como superficie permeable.
CG-03. No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables o cualquier tipo de residuo considerado como peligroso, al suelo, cuerpos de agua. *En el caso de ecosistemas Marinos, se realizará de conformidad a lo establecido por la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas y su reglamentación.*	Se propone ejecutar un Programa de Manejo de Residuos, de tal manera que, en caso de generarse algún tipo de hidrocarburo y productos químicos no biodegradables o cualquier tipo de residuo considerado como peligroso, sean dispuestos en contenedores especiales y destinados a una empresa debidamente autorizada para su disposición final.
CG-04. Los cenotes y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo (en una franja de al menos 20 m contados a partir de la orilla), asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones paisajísticas de dichos ecosistemas.	El proyecto está cerca de la Laguna de Bacalar, cuya vegetación ha sido disminuida por los asentamientos humanos y la apertura de caminos de acceso. Es prescindible aclarar que, al momento de la adquisición del predio, ya se encontraban algunas obras construidas y se había realizado el desmonte de vegetación. Asimismo, durante las obras del proyecto llevadas a cabo por el promovente, se conservaron y reubicaron árboles y arbustos de especies nativas, con especial énfasis en aquellas listadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, garantizando así el mantenimiento de las condiciones paisajísticas del ecosistema.
CG-05. Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la	En ningún momento se pretende hacer uso de agroquímicos.

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
contaminación del recurso agua. Los resultados del monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental. En áreas cercanas a zonas de captación y/o extracción de agua deberán contar con el visto bueno de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado.	
CG-06. Las aguas residuales no deben canalizarse a pozos de inyección de agua pluvial, cuerpos de agua naturales, de pozos artesianos, de extracción de agua. Deberán disponerse a través del sistema de drenaje municipal o en caso de no contar con sistema de drenaje municipal, a través de algún sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo en todo momento con la normatividad vigente aplicable.	El promovente cuenta con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales, consistente en un Biodigestor como primer tratamiento, y antes del inicio de la operación del proyecto, será construido un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes. Con respecto del agua pluvial y de acuerdo con los planos arquitectónicos (Anexo 3) se cuenta con tubería independiente para su descarga hacia las áreas jardinadas.
CG-07. La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la CONAGUA, de conformidad con la normatividad aplicable.	De acuerdo con los planos arquitectónicos (Anexo 3) se cuenta con tubería independiente para la canalización de aguas pluviales canalización hacia las áreas jardinadas, por lo que las aguas pluviales no son canalizadas hacia ningún cuerpo de agua.
CG-08. No se permite la desecación y/o dragado de cuerpos de agua.	No se pretende llevar a cabo acciones de desecación y/o dragado de cuerpos de agua.
CG-09. Se permite la acuacultura en los cuerpos de agua artificiales, y las aguas residuales generadas no podrán disponerse a cuerpos de agua naturales o al subsuelo sin previo tratamiento. No se permite la acuacultura con especies exóticas en cuerpos de agua naturales.	No se pretende llevar a cabo prácticas de acuacultura.
CG-10. Los usos autorizados deben	El proyecto contempla el uso eficiente y

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
considerar acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático; estas acciones deberán ser presentadas en los estudios ambientales correspondientes, y validados por la autoridad correspondiente. Estas acciones deberán quedar especificadas en cualquiera de las modalidades solicitadas para su evaluación por la autoridad competente.	aprovechamiento del agua mediante el uso del agua proveniente del humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes. Asimismo, se han colocado sistemas ahorradores como inodoros con depósitos de baja capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo, y se hará una revisión periódica de la tubería hidráulica para identificar y reparar fugas. También se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar la contaminación del suelo y de la Laguna de Bacalar.
CG-11. Se permite la acuacultura cuando cumpla con uno de los tres supuestos siguientes: a) Los estanques de crecimiento cuenten con un sistema cerrado que evite la fuga de larvas o alevines hacia cuerpos naturales de agua o al acuífero b) Se garantice el tratamiento de las aguas residuales c) Cuente con una fuente de abastecimiento de agua distinta a rejolladas y dolinas.	No se pretende llevar a cabo prácticas de acuacultura.
CG-12. Todos los proyectos deberán considerar como alternativa para disminuir el consumo de agua de primer uso, que en el diseño de las edificaciones relacionadas al proyecto autorizado se considere la captación de agua de lluvia, así como el reúso de las aguas residuales tratadas. Se puede considerar también una combinación de ambas estrategias.	El proyecto considera el uso eficiente y aprovechamiento del agua mediante el uso del agua proveniente del Biodigestor como primer tratamiento, y antes del inicio de la operación del proyecto, será construido un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes. Asimismo, se han colocado sistemas ahorradores como inodoros con depósitos de baja capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo, y se hará una revisión periódica de la

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	tubería hidráulica para identificar y reparar fugas.
CG-13. Toda la infraestructura relacionada a los usos y actividades autorizadas, las construcciones preferentemente se construirán con base a las características del terreno, considerando principalmente que las construcciones no interrumpan ni modifiquen los flujos hídricos superficiales o subterráneos.	El proyecto no interrumpe ni modifica los flujos hídricos superficiales ya que cuenta con áreas jardinadas para la infiltración el agua de lluvia.
CG-14. En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberá colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	El proyecto no es un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos o Centro de Transferencia.
CG-15. Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	
CG-16. Los centros de transferencia de Residuos Sólidos Urbanos deberán acreditar ante las autoridades competentes, la impermeabilidad de los sitios de almacenamiento temporal de estos residuos, así como la infraestructura necesaria para el acopio y tratamiento de los lixiviados que se generen, con el fin de garantizar la no contaminación del suelo y manto freático.	

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
CG-17. Se deberá documentar en la bitácora ambiental los volúmenes de extracción de agua, con el fin de no exceder la capacidad del acuífero. (criterio nuevo).	El proyecto ya cuenta con suministro de agua mediante el servicio proporcionado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, y es dicha instancia administrativa quien determina la capacidad del acuífero.
Recurso prioritario: Suelo y subsuelo	
CG-18. El uso de material pétreo, sascab, caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados por la autoridad competente, conforme a la legislación vigente en la Materia.	Durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, no se pretende el uso de estos materiales.
CG-19. La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse de acuerdo con la normatividad aplicable y en los sitios y condiciones que determine la autoridad responsable.	Los residuos sólidos serán entregados periódicamente al servicio de limpia del municipio de Othón P. Blanco. En caso de generar algún residuo catalogado como peligroso, se destinará a una empresa autorizada para la disposición final de éstos.
CG-20. Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	En caso de encontrar algún vestigio arqueológico, se hará del conocimiento del INAH para que determine lo conducente.
CG-21. Los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros). C. Establecer las medidas necesarias	No se considera la construcción de campamentos o de apoyo de obras.

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos. En proyectos que involucren a más de 50 trabajadores de obra, se deberá contar con un programa interno de protección civil que abarque los planes de contingencia para huracán, incendio, salvamento acuático, entre otros, así como el personal adecuado para la supervisión de seguridad, protección civil e higiene en la obra.	
CG-22. El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el umbral máximo de aprovechamiento de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	Las actividades que se someten a evaluación en materia de impacto ambiental, no consideran el desmonte de vegetación, ni la construcción de obras que propicien el incremento en la erosión del suelo.
CG-23. En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	
CG-24. En los terrenos con pendientes mayores a 45 grados, así como en zonas inundables o con escorrentías no se permite la eliminación de la vegetación ni la construcción de obras que propicien el incremento en la erosión del suelo.	
CG-25. El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	No se pretende la instalación de energía eléctrica sobre algún derecho de vía.

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
CG-26. La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	No se pretende la ejecución de obras, excavaciones o dragados. En caso de generarse este tipo de residuos, se contratará a una empresa debidamente acreditada por las autoridades correspondientes, para que sea ésta quien recolecte los residuos periódicamente y los traslade a un sitio para su disposición final, además se llevará a cabo un Programa de Manejo de Residuos.
CG-27. Los proyectos relacionados a las actividades productivas de cada UGA no podrán solicitar más del 25% del total del umbral de densidad y/o aprovechamiento estipulado para cada UGA. (de acuerdo a la definición de umbral estipulado en el glosario). La superficie de aprovechamiento y/o desmonte para cada predio dentro de la UGA está regulada por los criterios específicos. (se modificó la redacción del criterio).	El proyecto no se relaciona con actividades productivas.
CG-28. No se permite la transferencia de densidades ni porcentajes de desmonte entre predios ubicados en UGA's distintas.	El proyecto no considera la transferencia de densidades ni porcentajes de desmonte
Recurso prioritario: biodiversidad, flora y fauna	
CG-29. En el desarrollo de los usos de suelo y actividades permitidas, deberán plantearse como primera opción de aprovechamiento aquellos sitios que ya están abandonados, por ejemplo: potreros, bancos de materiales para la construcción, así como las áreas desmontadas, sin vegetación aparente o con vegetación secundaria herbácea y arbustiva u otras áreas afectadas, salvo disposición legal en contrario.	Al momento de la adquisición del predio por parte del promovente, lo cual ocurrió en noviembre de 2019 como se aprecia en la Escritura Pública Número 87055, Libro 2439, 52, Vol. 1, Tomo C, de fecha 3 de mayo de 2019 (Anexo 2), ya se encontraba una construcción (casa) y un muelle, por lo que se aprovecharon las estructuras existentes.
CG-30. En el tratamiento de plagas y enfermedades de cultivos, jardines, áreas	En caso de requerirse de algún producto para combate de plagas en áreas jardinadas o en el sitio

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	donde se llevará a cabo el Programa de Reforestación, se usarán únicamente los de origen orgánico y que estén publicados en el catálogo vigente por la CICOPLAFEST.
CG-31. Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1.- Solo se permitirá el uso y manejo de las especies exóticas que estén certificadas por la SAGARPA y SEMARNAT, a través de sus instancias administrativas competentes; en el caso de peces exóticos, éstos además sólo podrán ser cultivados en sistemas cerrados (estanques). 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua. 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Todas las especies exóticas autorizadas deberán contar con un Programa de Manejo autorizado por la autoridad competente. 6. Sólo se permite la acuacultura de especies nativas en cuerpos de agua	El proyecto no prevé el manejo de especies de flora y fauna exóticas.

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
interiores, con excepción de aquellos cuerpos de agua localizados en la Costa Maya, en la que sólo se permitirá la acuacultura en estanques, al Poniente de la carretera estatal pavimentada.	
CG-32. En la superficie del predio autorizada para su aprovechamiento, en forma previa al desmonte y/o a la nivelación del terreno, debe realizarse un Programa de rescate selectivo de flora y recolecta de material de propagación, a fin de aprovechar el material vegetal que sea susceptible para obras de reforestación, restauración y/o jardinería.	Las obras constructivas ya se realizaron y se conservaron y rescataron individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 mismos que forman parte de las áreas jardinadas. Asimismo, se considera realizar un Programa de Reforestación en una superficie no menor a 1,313 m^2, de acuerdo con lo señalado en la *Acción correctiva* ***DOS*** de la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo y como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad.
CG-33. Previo al desarrollo de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar un Programa de rescate y reubicación selectiva de fauna, poniendo especial atención a las especies protegidas y las de lento desplazamiento.	
CG-34. En tanto no se instale y opere una planta de acopio y reciclaje de aceites automotriz y comestibles degradados, quienes generen estos residuos deberán contratar la recolección de dichos productos con empresas debidamente autorizadas. Queda estrictamente prohibida la disposición de dichos recursos en cualquier otro lugar que no esté debidamente autorizado por las autoridades competentes.	En caso de llegar a generar este tipo de residuos, se colocarán en contenedores especiales y se entregarán a empresas autorizadas para su disposición final.
CG-35. Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de la generación de composta que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o dentro del territorio municipal donde lo disponga la autoridad competente en la	No se contempla la remoción de vegetación o despalme, sin embargo, se propone reforestar una superficie no menor de 1,313 m^2, de acuerdo con lo señalado en la *Acción correctiva* ***DOS*** de la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo y como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad.

CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
materia. Los sitios de composteo deberán considerar mecanismos para evitar la proliferación de fauna nociva.	
CG-36. En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	Durante las actividades de operación y mantenimiento, no se prevé afectación a la fauna, por lo que no es necesario llevar a cabo medidas de rescate y/o reubicación. Sin embargo, se colocará señalética para concientizar a los usuarios sobre la importancia de la protección y conservación de la fauna de la zona.
CG-37. En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 500 metros, con excepción de áreas urbanas.	No se llevarán a cabo obras de construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica.
CG-38. Para disminuir la huella ambiental, se recomienda que en las diferentes construcciones se realice la selección y uso de materiales orgánicos de la región, o inorgánicos de muy bajo o nulo procesamiento industrial.	
CG-39. En todas las actividades productivas que contemplen desmonte y despalme, se debe ejecutar un programa de reforestación con especies nativas en las zonas de conservación dentro del mismo predio y en las zonas consideradas como áreas de restauración designadas por la autoridad competente en la materia.	El proyecto no implica actividades productivas.

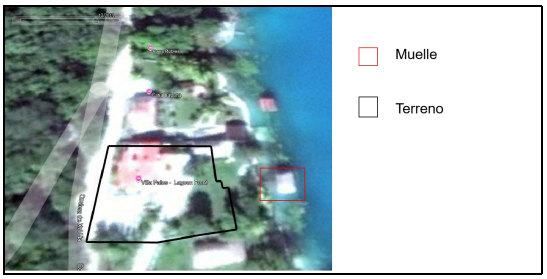
Tabla 18. Vinculación del Proyecto con los Criterios Específicos de la **UGA 33**

CRITERIOS ESPECÍFICOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Recurso prioritario: Agua	

URB-01. En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán diseñar, instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reúso de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia. El sistema de tratamiento que se proponga deberá cumplir con la NOM-003- SEMARNAT-1997 y las condiciones particulares de descarga establecidas por la autoridad correspondiente.	Las aguas residuales que se generen por la operación del proyecto, serán conducidas y recibirán un tratamiento, ya que se cuenta con un Biodigestor como primer tratamiento, para ser canalizada a un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, el agua resultante se utilizará para el riego de áreas verdes y deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-003- SEMARNAT-1997.
URB-02. Para prevenir efectos adversos derivados del cambio climático por elevación del nivel del mar y para garantizar el libre flujo del agua subterránea, las edificaciones colindantes a la Zona Federal Marítimo Terrestre deberán ser piloteadas y desplantadas a un nivel de cuando menos de 2.5 metros por arriba de la altitud máxima sobre el nivel medio del mar (msnm).	El proyecto no se sitúa en una Zona Federal Marítimo Terrestre, pero sí se encuentra en la Zona Federal de un cuerpo de agua (Laguna de Bacalar), y aunque existe una alberca y una palapa en dicha zona, no se interrumpen el flujo del agua ya que se cuenta con 486.57 m^2 de superficie permeable (áreas jardinadas).
URB-03. Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales, así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de sascaberas en desuso y en zonas bajas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	
URB-04. Los proyectos de campos de golf deben considerar al menos los siguientes elementos: Ubicación de pistas fuera de los flujos preferenciales de aguas subsuperficiales y subterráneas. Uso de una capa subyacente al césped, que garantice la no infiltración de los agroquímicos al subsuelo y manto freático. Implementación de un sistema de drenaje pluvial con trampas para sedimentos,	El proyecto no corresponde con un campo de golf, es una vivienda residencial turística.

lodos y basura. Las aguas pluviales así tratadas, podrán ser drenadas hacia las zonas de humedales y hacia pozos de captación de excedentes de aguas pluviales. Esto último a través de un estudio que justifique la no afectación del humedal y del acuífero. Uso de las aguas residuales tratadas procedentes de las plantas de tratamiento, para el riego del campo de golf- áreas verdes. Los excedentes de agua tratada, deben ser infiltrados al acuífero salado. Uso de agroquímicos que cumplen a nivel nacional con lo dispuesto por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), así como dos características principales, que sean de baja toxicidad y poca vida media. Uso de especies de pasto que tengan como características principales: a) especie perenne de clima cálido, b) especie halófila que tolere para el riego, el uso de agua potable y marina, hasta una amplia variedad de aguas recicladas (alternativa, gris, efluente, no potable, residual, salobre), implicando bajos costos de mantenimiento, c) especie que requiera para su mantenimiento, un mínimo de pesticidas y razonables aplicaciones de fertilizantes, d) especie eficaz para renovar y utilizar los nutrientes críticos, e) especie apropiada para zonas con drenajes deficientes, zonas pantanosas o inundaciones frecuentes, f) especie de amplio uso en zonas susceptibles al efecto de huracanes y g) una especie de rápido crecimiento y poca invasividad.	
URB-05. Las aguas residuales derivadas de sistemas de producción de industria ligera deberán ser tratadas a través de un proceso previamente evaluado y aprobado en materia de impacto ambiental por la autoridad competente, en apego a la normatividad vigente.	El proyecto no está relacionado con la industria.
URB-06. En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas y el arrastre de sedimentos diferentes a los cuerpos de agua naturales, hacia zonas inundables y/o áreas	El proyecto se encuentra totalmente construido, sin embargo, durante las etapas de operación y mantenimiento se llevará a cabo un Programa de Manejo de Residuos para su adecuado manejo evitando que los residuos sean

costeras adyacentes.	arrastrados al cuerpo lagunar. En cuanto a las aguas residuales, serán canalizadas a un Biodigestor para un primer tratamiento y posteriormente a un humedal artificial como sistema secundario de tratamiento, mismo que será construido antes de que de inicio la etapa de operación del proyecto. El agua del humedal artificial cumplirá con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-2021 y de la NOM-003-SEMARNAT-1997, y el agua resultante será utilizada para riego de áreas verdes
URB-07. Los lagos artificiales para almacenamiento de agua de riego para campos de golf, se impermeabilizarán con la instalación de geomembranas para asegurar la no infiltración al subsuelo de materiales contaminantes.	Si bien el proyecto no se trata de un campo de golf, contará con un humedal artificial subsuperficial horizontal como segundo tratamiento de las aguas residuales, y el agua resultante se utilizará para riego. Para impedir la infiltración de esta agua al subsuelo, se utilizará una geomembrana de 1.0 mm de espesor hecha a base de resinas vírgenes de polietileno de alta densidad.
URB-08. Los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales deberán ser manejados, almacenados y dispuestos conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002. Se presentará un reporte trimestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental. El reporte de contener como mínimo: tipo y características de la planta de tratamiento de aguas residuales, volúmenes de agua tratados, volumen de lodos generados, tratamiento aplicado a los lodos y todos los referidos en la Norma correspondiente.	Se dará mantenimiento al Biodigestor cada 12 meses, Los lodos procedentes de la limpieza del Biodigestor serán secados al aire libre adicionándoles cal para eliminar microorganismos, tal como se recomienda en el Manual del Biodigestor (Anexo 6). Los lodos secos serán entregados a una empresa que cuente con los permisos ambientales para su disposición final., además cumplirán con lo establecido en la **NOM-004-SEMARNAT-2002.** Se entregará un reporte de la limpieza del Biodigestor, tal como se requiere en este Criterio.
URB-09. En áreas urbanas, los ecosistemas inundables importantes por su función ecológica como sitios de alimentación y abrevadero de diversas especies de fauna (selvas bajas, tulares, tintales, sabanas, entre otros), deberán ser incluidos como áreas de conservación y/o como áreas verdes y no podrán ser considerados en la superficie de	Esta facultad no compete al promovente, sin embargo, se cuenta con 486.57 m^2 de áreas verdes con individuos arbóreos y arbustivos que sirven como sitios de alimentación, anidación y percha de diferentes especies de aves.

desplante del proyecto.	
URB-10. Alrededor de los cenotes, acceso a cuevas y otros cuerpos de agua se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por la vegetación natural existente con una anchura mínima de 20 metros y una máxima equivalente a la anchura máxima del espejo de agua, siempre y cuando esta exceda los 20 metros. En esta franja sólo se permitirá el aclareo siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	En la orilla de la laguna, se cuenta con árboles y arbustos nativos que ya estaban ahí al momento de la adquisición del predio por parte del promovente.
URB-11. Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.	Al momento de la adquisición del predio por parte del promovente, lo cual ocurrió en noviembre de 2019 como se aprecia en la Escritura Pública Número 87055, Libro 2439, 52, Vol. 1, Tomo C, de fecha 3 de mayo de 2019 (Anexo 2), ya se encontraba una construcción (casa) y el muelle, como se muestra en la siguiente imagen tomada de Google Earth.  Posteriormente se construyeron dos niveles más en toda la superficie del predio (467.79 m^2), para lo cual se obtuvo la Licencia de Construcción No. 000121 (Anexo 4), de fecha 11 de marzo de 2019, emitida por la Dirección General de Desarrollo Urbano, Medio Ambiente y Ecología del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, mediante la cual se otorga el permiso para llevar a cabo las obras del proyecto. Para su autorización, se presentó al Ayuntamiento los Planos Arquitectónicos de diseño, mismos que se anexan a la Presente MIA (Anexo 3). El proyecto únicamente corresponde a las etapas de operación y mantenimiento de la "Casa Xul-Ha".

Recurso prioritario: Suelo y subsuelo	
URB-12. En el desarrollo de los proyectos en zonas urbanas, se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el composteo del material vegetativo resultante del desmonte que se autorice. Para el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas del desmonte deberán dar cumplimiento a la normatividad aplicable. El material composteado será utilizado preferentemente dentro del predio y la composta restante deberá ser destinada donde lo indique la autoridad municipal competente.	El proyecto no considera llevar a cabo desmonte o movimiento de tierras.
URB-13. En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos, suburbanos o rurales, ni para la disposición de residuos vegetales en áreas abiertas.	
URB-14. Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto, para su evaluación en materia de impacto ambiental.	
URB-15. En áreas urbanas y turísticas, se deberá instalar una malla perimetral o cortina vegetal para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	No se consideran actividades que pudieran emitir polvos, ya que no se realizarán trabajos de construcción. No obstante, la zona del proyecto ya cuenta con una barrera vegetal.
URB-16. Las áreas de equipamiento deberán incorporar como mínimo el 20 % de superficie como área verde permeable, según lo establecido en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la	El citado artículo señala a la letra lo siguiente: *Artículo 132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración*

sustituya.	*de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable. Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo*. Al momento de la adquisición del predio por parte del promovente, lo cual ocurrió en noviembre de 2019 como se aprecia en la Escritura Pública Número 87055, Libro 2439, 52, Vol. 1, Tomo C, de fecha 3 de mayo de 2019 (Anexo 2), ya se encontraba una construcción (casa) y el muelle, como se muestra en la siguiente imagen tomada de Google Earth.  Posteriormente se construyeron dos niveles más en toda la superficie del predio (467.79 m^2), para lo cual se obtuvo la Licencia de Construcción No. 000121 (Anexo 4), de fecha 11 de marzo de 2019, emitida por la Dirección General de Desarrollo Urbano, Medio Ambiente y Ecología del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, mediante la cual se otorga el permiso para llevar a cabo las obras del proyecto. Asimismo, la Oficina de Representación PROFEPA en el estado de Quintana Roo,

	mediante la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, instauró una multa económica así como acciones correctivas, entre las que se encuentra ingresar ante la SEMARNAT una MIA para poder obtener la autorización en materia de impacto ambiental para continuar con la ejecución del proyecto y reforestar una superficie no menor a 1,313 m^2, como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad. Por lo anterior, el promovente presenta la MIA en su modalidad Particular para solicitar a la Secretaría la autorización en materia de impacto ambiental por las etapas de operación y mantenimiento del proyecto y propone llevar a cabo un Programa de Reforestación en una superficie no menor a los 1,313 m^2.
URB-17. En hoteles, campos de golf y clubes deportivos, los residuos orgánicos deberán emplearse en la generación de composta para utilizarse en sus áreas verdes, en un área acondicionada para tal efecto dentro del predio.	El proyecto considerará lo señalado en este criterio para el abono de las áreas verdes.
URB-18. Los desechos peligrosos y biológico infecciosos no podrán disponerse en los sitios para la disposición final de los residuos sólidos urbanos autorizados y/o depósitos temporales del servicio municipal. Estos deberán ser canalizados a través de empresas certificadas para el manejo y disposición final de este tipo de residuos.	En caso de generarse este tipo de residuos, se contratará a una empresa debidamente acreditada por las autoridades correspondientes, para que sea ésta quien recolecte los residuos periódicamente y los traslade a un sitio para su disposición final, además se llevará a cabo un Programa de Manejo de Residuos.
URB-19. Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	Durante las etapas de operación y mantenimiento, no se hará acarreo de materiales pétreos.
URB-20. Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de	El proyecto no pretende el uso de plantas de premezclado.

residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	
URB-21- Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto no pretende ser un crematorio o cementerio.
URB-22. Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	
URB-23. Los nuevos desarrollos no interferirán con el derecho de las personas de acceso al mar. Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	El proyecto no se encuentra cercano al mar o playa.
Recurso prioritario: Biodiversidad, flora y fauna	
URB-25. Los proyectos de tipo urbano, suburbano y/o turístico deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la CONABIO. Para proyectos mayores a 1 ha, la selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de las áreas jardinadas deberá sustentarse en un Programa de Arborización y Ajardinado que deberá acompañarse al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	La superficie del proyecto es menor a una Hectárea, sin embargo, en el área jardinada se cuenta con individuos arbóreos y arbustivos de especies nativas, algunas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
URB-26. Para mitigar el aumento de la	No es competencia del promovente la dotación

temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un (1) km entre dichos parques.	de espacios para parques o espacios recreativos.
URB-27. Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano establecidas en el Programa de Desarrollo Urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	El proyecto no se ubica en una Reserva Territorial.
URB-28. En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, áreas de donación y/o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	En el área jardinada se cuenta con individuos arbóreos y arbustivos de especies nativas, algunas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
URB-29. En predios urbanos donde el desmonte se realice de manera parcial, será obligatorio mantener y acondicionar la superficie remanente con vegetación. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá presentar un programa de reforestación a la autoridad correspondiente como parte de las condicionantes en materia de impacto ambiental.	Las etapas de operación y mantenimiento no requieren desmonte de vegetación, asimismo, se cuenta con 486.57 m^2 de áreas verdes con individuos arbóreos y arbustivos. Además, se propone llevar a cabo un Programa de Reforestación en una superficie no menor de 1,313 m^2, de acuerdo con lo señalado en la *Acción correctiva DOS* de la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo y como medida de compensación por las obras de construcción que se realizaron con anterioridad.
URB-30. Las superficies destinadas como áreas verdes deberán mantenerse con cubierta vegetal original dentro de los predios; pero si éstas estuviesen afectadas o con vegetación	Se cuenta con 486.57 m^2 de áreas verdes con individuos arbóreos y arbustivos.

escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles y palmas por hectárea.	
URB-33. Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar y/o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	El proyecto no se sitúa en una Zona Federal Marítimo Terrestre.
URB-35. Todos los desarrollos deberán mantener sin intervención el 100% del manglar de acuerdo al artículo 60 Ter de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022- SEMARNAT-2003 y el 100% de la primera duna costera y duna embrionaria.	Si bien en sitio del proyecto se identificó un individuo de manglar, éste no forma parte de una comunidad de mangle ya que la zona se encuentra impactada por asentamientos humanos y apertura de caminos de acceso. Asimismo, tal como se señala en el Capítulo II de la presente MIA, derivado de la revisión en imágenes de satélite de Google Earth, se desprende que desde 1969, el predio ya se encontraba en una zona lotificada y desprovista de vegetación, por lo que el proyecto no pretende llevar a cabo la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar.

Del análisis realizado a los criterios ecológicos antes descritos, el desarrollo del proyecto es congruente con el POEL OPB, toda vez que el proyecto se llevará a cabo en un sitio que ya se encuentra impactado por el establecimiento de asentamientos humanos y la apertura de caminos de acceso, además, es importante considerar que los mayores impactos ambientales se ocasionaron durante la remoción de vegetación, lo cual ocurrió previo a la

adquisición del predio por parte del promovente. Asimismo, se propondrán medidas para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales que se pudieran generar durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

III.5.4. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.

El Programa de Desarrollo Urbano (PDU) del Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 22 de diciembre de 2005. Este PDU señala que *"Para contar con las bases normativas suficientes para la administración del desarrollo urbano, el gobierno municipal se abocó a la elaboración de programas y proyectos que permitan ordenar y fomentar el desarrollo urbano tal es el caso de los Programas de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana Chetumal – Calderitas - Xul-Há y el de Bacalar, mismos que generarán en estos casos la capacidad de seguimiento y evaluación del desarrollo urbano. Sin embargo, esto no es extenso sobre el territorio municipal ya que las otras localidades requieren de Programas que ordenen su crecimiento."* [1]

Aunado a lo anterior, el Decreto mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Othón P. Blanco, señala que la localidad de Xul-Ha se encontraba regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Laguna de Bacalar, no obstante, mediante el Artículo TERCERO TRANSITORIO se derogó dicho PDU.

[1] *(https://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/transparencia/93/I/f/2022/PLANES%20Y%20PROGRAMAS%20DE%20DESARROLLO%20URBANO/PLANES%20Y%20PROGRAMAS%20DE%20DESARROLLO%20URBANO%20OPB.pdf)*

TERCERO.-Se deroga el Decreto por el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Laguna de Bacalar, Quintana Roo, México, publicado el 15 de marzo de 2005, con Número 5 Bis, Tomo 1, Época sexta, del Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo; y el Decreto mediante el cual se reforma el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya ,Quintana Roo, del 31 de Octubre de 2006, con Número 96 Extraordinario, Tomo III, Época Séptima del Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, en todo lo Concerniente al Municipio de Othón P. Blanco.

Por lo anterior, considerando que el POE OPB y el PDU Chetumal, Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha, son las publicaciones más recientes, se realiza la vinculación del proyecto con estos dos instrumentos jurídicos.

III.5.5. Decreto mediante el cual se establece el PDU Chetumal, Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha.

El PDU se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 31 de agosto de 2005.

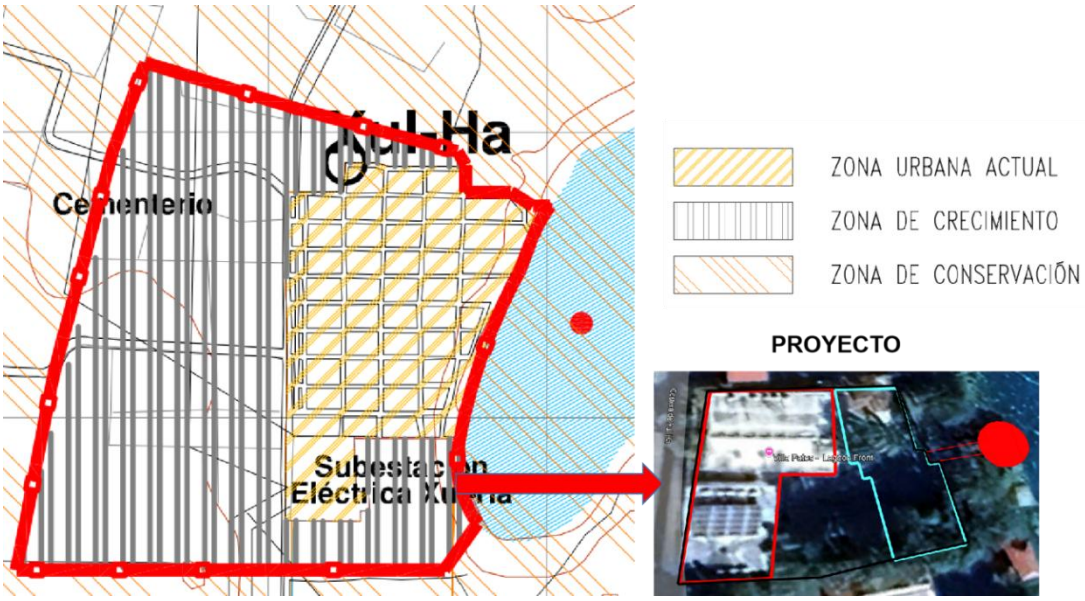
El PDU queda delimitado por una poligonal que partiendo del norte de Calderitas a un kilómetro del límite del centro de población, sobre el litoral de la Bahía, prosigue hasta alcanzar un punto a 1.5 Km. al noroeste del límite de esta población, donde se intersecta con la carretera a la Laguna Guerrero, desde ahí continúa en línea recta con dirección sur poniente hasta un punto situado a 2 Km. al norte del acceso a Subteniente López, desde allí se orienta con rumbo norponiente hacia Xul-Há llegando a un punto situado a 1 Km. al noroeste de XulHá sobre la carretera a Felipe Carrillo Puerto, desde este punto continua en forma paralela a la carretera federal 307 con rumbo sur oriente hasta el Río Hondo (límite internacional), por el cual sigue hasta desembocar en la Bahía de Chetumal y prosigue por la línea de la costa con al rumbo al norte hasta alcanzar el punto inicial.

Este Programa se divide en Zonificación Primaria y Zonificación Secundaria, las cuales se describen a continuación.

Zonificación Primaria

Esta clasificación considera a Xul-Há dentro de los límites actuales del centro de población como zona urbana con vocación y habitacional popular, industrial y distributiva comercial.

Figura 5. Zonificación Primaria



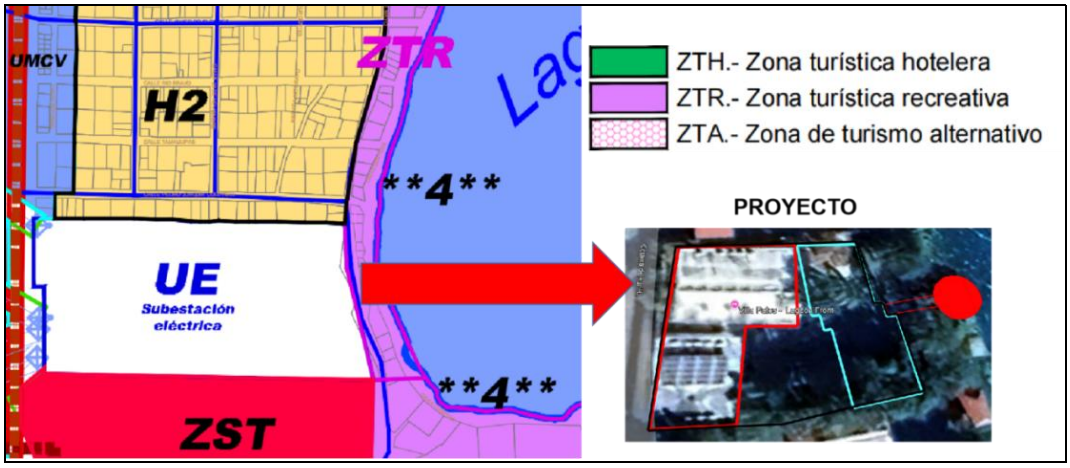
Zonificación secundaria

Esta zonificación es el factor decisivo en la estrategia urbana ya que sobre la misma se determina usos del suelo, coeficientes de ocupación del suelo, coeficientes de utilización del suelo y densidades máximas y mínimas permisibles, lo cual permite orientar las relaciones urbanas y la acción de los sectores privado y social.

Esta Zona considera como centro urbano a la localidad de Xul-Há. Asimismo, dentro de la zonificación se establecen densidades, coeficientes de ocupación y coeficientes de uso del suelo, con el objetivo de posibilitar que los costos de urbanización sean rentables con base

en la densidad esperada, así como para dar mejor aprovechamiento a la infraestructura. De acuerdo con el plano de Zonificación Secundaria del PDU, el proyecto incide en la Zona Turístico Recreativa, que se refiere a las actividades de carácter turístico-recreativo que se realizan en el borde costero de la Bahía de Chetumal así como en los bordes de las lagunas Milagros y de Xul-Há, (fuera del área urbana).

Figura 6. Zonificación Secundaria



Las densidades (Hab/Ha), ocupación en Intensidad permitidas en la Zona Turístico Recreativa se muestran en la Figura:

Figura 7. Especificaciones del PDU

	DENSIDAD: 100.00 CTO/HA 40.00 VIV/HA	**SUPERFICIE LOTE:** 2,500.00M² MÍNIMO **FRENTE MÍNMO:**

Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-Há. Municipio de Othón P. Blanco

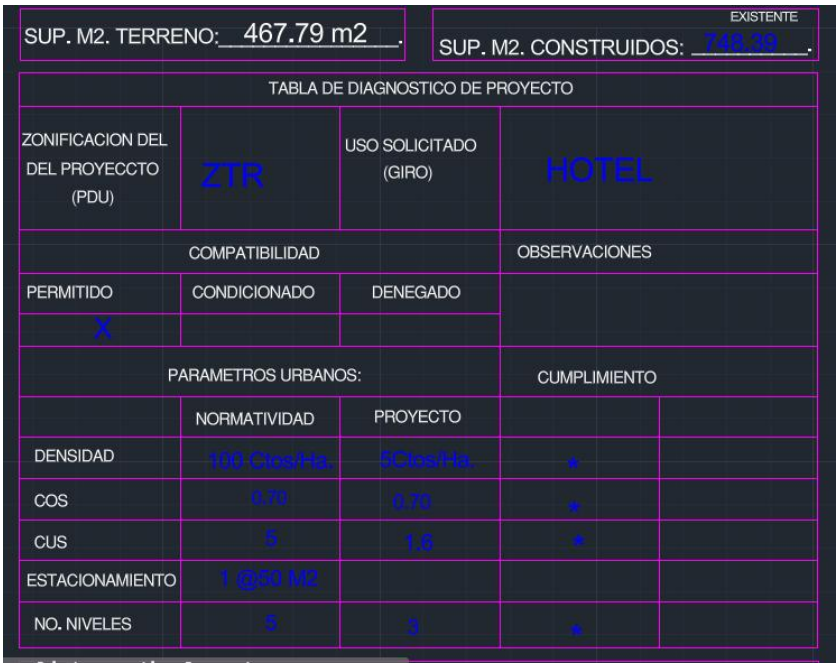
ZTR Zona turístico recreativa		40.00 MTS. LINEALES
	COS: 70%	**CUS:** 5.00
	ALTURA: 5 NIVELES 18.00 MTS.	**ESTACIONAMIENTO:** CONSULTAR NORMAS PARTICULARES.
	RESTRICCIONES: FRONTAL: 6.00 MTS. LATERALES: 2.00 MTS. POSTERIOR: 5.00 MTS.	**USOS PERMITIDOS, PROHIBIDOS Y CONDICIONADOS:** CONSULTAR MATRIZ
		COEFICIENTE DE MODIFICACIÓN DEL SUELO: 75%

Al respecto, de acuerdo con los planos arquitectónicos (Anexo 3), el proyecto se ajusta a las especificaciones indicadas tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 19. Especificaciones del PDU y del proyecto

Especificaciones	PDU	Proyecto
Densidad	100 Ctos/Ha	5 Ctos/Ha
Superficie Lote	2,500.00 m^2 min	467.79 m^2
Frente Mínimo	40 mts lineales	6 mts
C.O.S.	70%	70%
C.U.S.	5.0	1.6
Altura	5 niveles 18 metros	3 niveles

Figura 8. Tabla de especificaciones del proyecto tomada de los planos arquitectónicos (Anexo 3)



Asimismo, se cuenta con una Licencia de Construcción No. 000121 (Anexo 4), de fecha 11 de marzo de 2019, emitida por la Dirección General de Desarrollo Urbano, Medio Ambiente y Ecología del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, mediante la cual se otorga el permiso para llevar a cabo las obras del proyecto.

III.6. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

III.6.1. Área Natural Protegida "Caribe Mexicano"

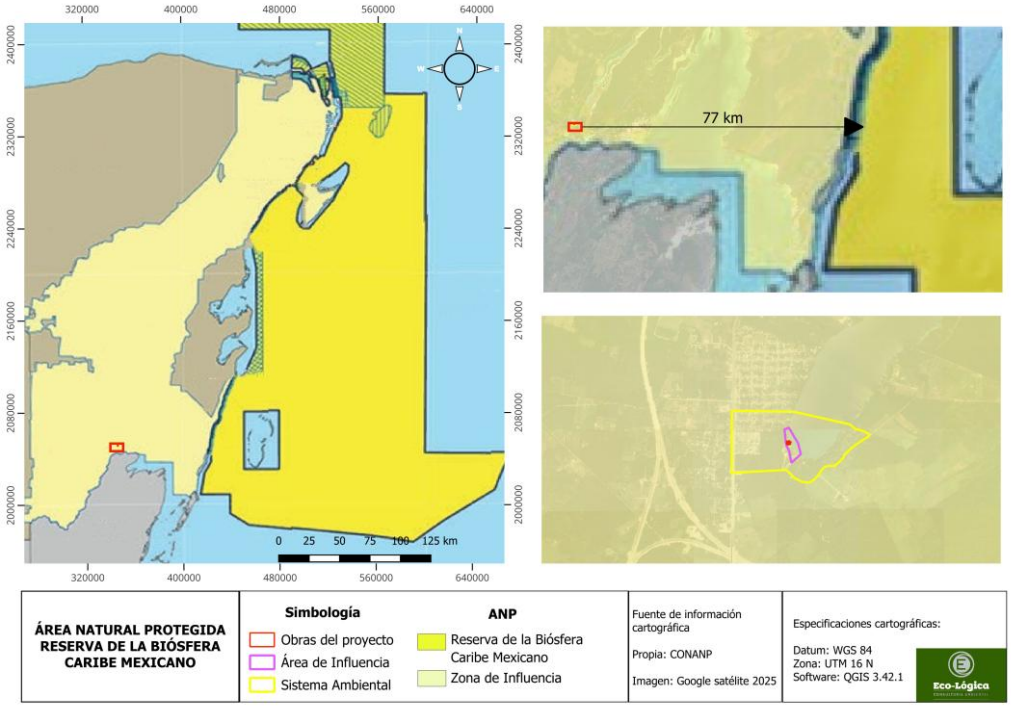
En 07 de julio de 2016, se publica en el Diario Oficial de la Federación el DECRETO por el que se declara Área Natural Protegida (ANP), con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano y el 30 de noviembre de 2018, se publica en el mismo medio, su Programa de Manejo.

Esta ANP se ubica en el margen oriental de la Península de Yucatán, a partir del Norte franco del oeste del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena hasta el límite del mar territorial con Belice; localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum, así como frente a las costas de los municipios de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo. Ocupa una superficie total de 5, 754,055 hectáreas, de las cuales 5, 725,465 hectáreas (99.50%) corresponden a la porción marina y 28,589 hectáreas (0.50%) a la porción terrestre.

La Reserva de la Biósfera "Caribe Mexicano" está conformada por seis zonas núcleo con una superficie total de 1 millón 932 mil 648-48-79.18 hectáreas, y por la que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3 millones 821 mil 406- 87-52.42 hectáreas.

De acuerdo con el análisis realizado en el Sistema de Información geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, el proyecto se localiza en la zona de influencia del ANP, a una distancia de 77 Km de la poligonal envolvente de dicha ANP, como se muestra en la siguiente Figura.

Figura 9. Ubicación del proyecto respecto del ANP "Caribe Mexicano"



De conformidad con lo señalado en los artículos 3o., fracción XIV y 74 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas, se describe como superficies aledañas a la poligonal de un área natural protegida que mantienen una estrecha interacción social, económica y ecológica con ésta. Por su parte, en el Programa de Manejo se indica que la zona de influencia abarca la totalidad del estado de Quintana Roo, así como las porciones marinas entre la Reserva de la Biósfera y otras Áreas Naturales Protegidas y los límites con la costa del estado, sin incluir a las Áreas Naturales Protegidas de carácter Federal existentes.

Aunado a lo anterior, se tiene que el Programa de Manejo del ANP Reserva de la Biósfera “Caribe Mexicano”, establece una serie de Reglas Administrativas de observancia obligatoria para todas aquellas obras o actividades que se pretendan llevar a cabo dentro de la poligonal del ANP, no así para la zona de influencia, de tal manera que no son aplicables al proyecto. Sin embargo, considerando que el proyecto se localiza en la zona de influencia de la Reserva de la Biósfera “Caribe Mexicano”, que es de suma importancia conservar los

ecosistemas que rodean a cualquier ANP ya que los ecosistemas no tienen fronteras y que los impactos ambientales que se generen en las zonas aledañas al ANP repercuten en su conservación, se proponen medidas para compensar los impactos ambientales que se generaron durante la construcción del proyecto, así como medidas para prevenir, mitigar y/o compensar los que se pudieran ocasionar durante las etapas de operación y mantenimiento, entre las que se encuentran la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial y de un Programa de reforestación, así como el tratamiento de aguas residuales a través de un biodigestor como primer etapa y de un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal como segunda etapa del tratamiento, las aguas resultantes serán utilizadas para el riego de áreas verdes.

III.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

A continuación, se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que tienen vinculación con el proyecto.

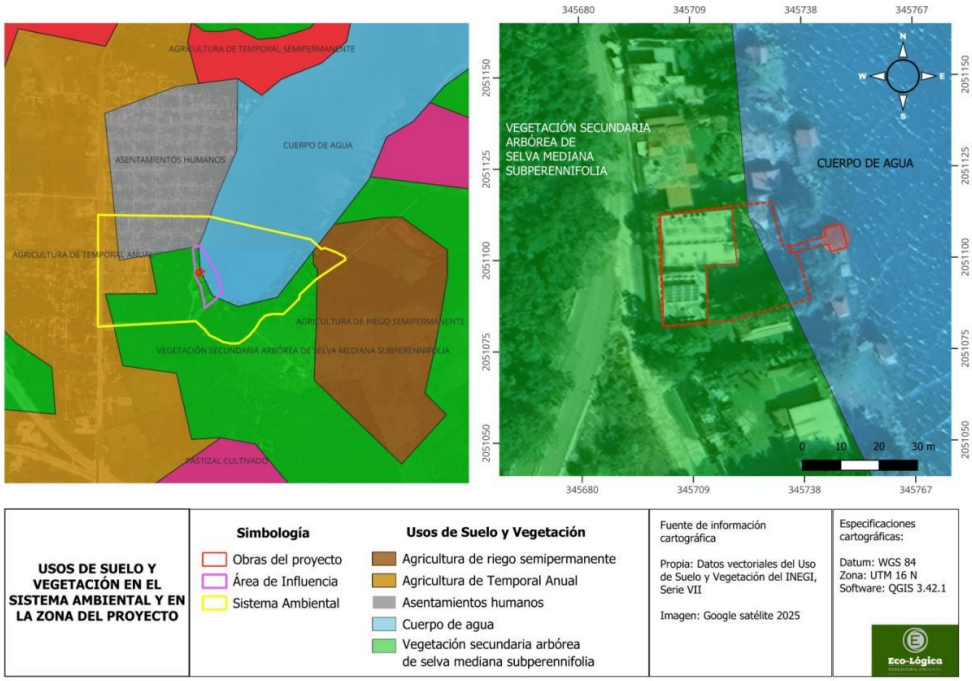
Tabla 20. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	En caso de generar residuos peligrosos, se atenderá en todo momento al manejo, transporte y disposición que marcan estas normas, además se contará con un Programa de Manejo de Residuos.
NOM-054- SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	
NOM-059-SEMARNAT-2010 Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a	Como resultado de los muestreos de flora y fauna realizados, así como de la búsqueda bibliográfica, se obtuvo el registro dentro del predio del proyecto de especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010,

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
protección especial y que establece especificaciones para su protección.	mismos que ya se encontraban en el predio al momento de su adquisición, algunos individuos fueron reubicados y otros se conservaron. Además, se colocará señalética informativa y restrictiva para los usuarios acerca del cuidado de la flora y fauna de la zona.
NOM-001-SEMARNAT-2021 Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Las aguas tratadas del Biodigestor serán conducidas a un humedal artificial como sistema secundario de tratamiento, mismo que será construido antes de que de inicio la etapa de operación del proyecto. El agua del humedal artificial deberá cumplir con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-2021 y de la NOM-003- SEMARNAT-1997, y el agua resultante será utilizada para riego de áreas verdes.
NOM-003- SEMARNAT-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.	
NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. -Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	Los lodos procedentes de la limpieza del Biodigestor serán secados al aire libre adicionándoles cal para eliminar microorganismos, tal como se recomienda en el Manual del Biodigestor (Anexo 6). Los lodos secos serán entregados a una empresa que cuente con los permisos ambientales para su disposición final, además cumplirán con lo establecido en la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Respecto de la presencia de mangle en la zona del proyecto, se identificó un individuo de la especie *Conocarpus erectus* el cual se encontraba en el predio previo al inicio de las obras y éste se ha mantenido sin sufrir alteraciones, a una distancia aproximada de 15 metros de distancia del proyecto, no obstante, de acuerdo con los tipos de suelo conforme a la carta del INEGI Serie VII, el uso de suelo en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, no se reportan comunidades de mangle. Asimismo, conforme a la zonificación del PDU "Chetumal, Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha", el proyecto se localiza en la Zona Turística Recreativa, y como se ha venido señalando a lo largo de los Capítulos II y III de la presente MIA, la zona del proyecto está urbanizada.

Figura 10. Usos de suelo y vegetación del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del proyecto.



Aunado a lo anterior, es preciso señalara que el individuo de mangle se localiza en la poligonal del predio identificado por la PROFEPA, no así en la poligonal de los planos arquitectónicos (Anexo 3), como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 11. Ubicación del individuo de Mangle con respecto del proyecto.



No obstante, toda vez que existe un cuerpo de agua cercano (Laguna de Bacalar) y un individuo de mangle, se realiza la vinculación del proyecto con la **NOM-022-SEMARNAT-2003**, ACUERDO que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 y el artículo **60 TER** de la Ley General de Vida Silvestre.

DECRETO por el que se adiciona un artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre.

> ***Artículo 60 TER**.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*
>
> *Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.*

Al respecto, si bien en el sitio del proyecto se identificó un individuo de manglar, este no forma parte de una comunidad de mangle ya que la zona se encuentra impactada por asentamientos humanos y apertura de caminos de acceso. Asimismo, tal como se señala en el Capítulo II de la presente MIA, derivado de la revisión en imágenes de satélite de Google Earth, se desprende que desde 1969, el predio ya se encontraba en una zona lotificada y desprovista de vegetación, por lo que el proyecto no pretende llevar a cabo la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar.

NOM-022- SEMARNAT-2003

Que establece las especificaciones para la preservación, conservación y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

Tabla 21. Vinculación del proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Especificación	Vinculación con el Proyecto
4.0 Especificaciones El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos: La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; Su productividad natural; La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; Cambio de las características ecológicas; Servicios ecológicos; Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).	En el sitio del proyecto se identificó un individuo de mangle perteneciente a la especie *Conocarpus erectus*, el cual se encontraba en el predio previo al inicio de las obras y éste se ha mantenido sin sufrir alteraciones. Considerando que el proyecto consiste en la operación y mantenimiento de una vivienda residencial turística, no se considera la alteración de la integridad del flujo hidrológico de la laguna, o cambio en sus características ecológicas y servicios ambientales, ya que se tiene una superficie de 486.57 m^2 para áreas jardinadas y como superficie permeable para la absorción del agua de lluvia.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	Durante la operación y mantenimiento del proyecto no se prevé el flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica del humedal costero.
4.2 Construcción de canales que, en su caso,	El proyecto no considera la construcción de

Especificación	Vinculación con el Proyecto
deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración	canales.
4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	El proyecto no considera el establecimiento de infraestructura marina fija o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	El proyecto no se trata de la construcción de bordos.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Durante la operación y mantenimiento del proyecto, se llevarán a cabo medidas para evitar la dispersión de residuos sólidos, urbanos y peligrosos hacia la laguna. Además, se implementarán actividades de capacitación y/o concientización con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	No se prevé el vertimiento de agua hacia el humedal, ya que se cuenta con un Biodigestor como primer tratamiento, para ser canalizada a un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, el agua resultante se utilizará para el riego de áreas verdes y cumplirá con las especificaciones establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-003- SEMARNAT-1997.
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	

Especificación	Vinculación con el Proyecto
descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	
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.	El proyecto no considera la extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	No se introducirán especies perjudiciales, en las áreas jardinadas se plantaron y conservaron especies nativas.
4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	El proyecto no se desarrolla cerca de una franja de vegetación con manglar, ya que la zona está urbanizada, además, antes de iniciar las obras, ya se encontraba un individuo de mangle a aproximadamente 15 metros de la construcción de la vivienda residencial turística objeto del proyecto, por lo que, con las actividades del proyecto correspondientes a la etapa de operación y mantenimiento, no se afectará el balance del aporte hídrico. Para evitar el consumo inadecuado el agua, se han colocado sistemas ahorradores como inodoros con depósitos de baja capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo. Además, se hará una revisión

Especificación	Vinculación con el Proyecto
	periódica de la tubería hidráulica para identificar y reparar fugas, evitando así pérdidas de agua. Además, se llevarán a cabo las siguientes medidas: • Inspeccionar periódicamente el estado de tuberías, llaves, conexiones, contenedores, a fin de identificar posibles fugas de agua. • Colocar señalética informativa para los usuarios, acerca del cuidado del agua. • Realizar pláticas de concientización a empleados respecto del eficiente consumo de agua. • Instalar un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, en el cual se verterán las aguas provenientes del biodigestor y a su vez se utilizará el agua para el riego de aguas verdes.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	No se prevé la construcción o trazo de una vía de comunicación ya que, al ser una zona urbanizada, existen caminos de acceso al sitio del proyecto.
4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	

Especificación	Vinculación con el Proyecto
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	El proyecto no incluye este tipo de obras.
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	El proyecto no se desarrolla cerca de una franja de vegetación con manglar, ya que la zona está urbanizada, además, antes de iniciar las obras, ya se encontraba un individuo de mangle a aproximadamente 15 metros de la construcción de la vivienda residencial turística objeto del proyecto. Además, de acuerdo con los tipos de suelo conforme a la carta del INEGI Serie VII, el uso de suelo en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, no se reportan comunidades de mangle.
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	El proyecto consiste únicamente en la operación y mantenimiento de una vivienda residencial turística.
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.	No se llevará a cabo el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	El proyecto no contempla obras de dragado.

Especificación	Vinculación con el Proyecto
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Los residuos serán entregados periódicamente al servicio de limpia del Municipio de Othón P. Blanco, además se contará con Programa de Manejo de Residuos. Además, se realizarán actividades de capacitación y/o concientización con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	No se plantea la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas, o infraestructura acuícola.
4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	El proyecto no solicita la autorización de canalización en área de manglar.
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la	El proyecto no hace referencia a unidades de producción acuícola.

Especificación	Vinculación con el Proyecto
canalización	
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio	
4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	El proyecto no considera canales de llamada o actividades extractivas.
4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	Durante las etapas de operación y mantenimiento que se someten a evaluación a través de la presentación de esta MIA, no se llevará a cabo la construcción de palafitos o actividades náuticas.
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	
4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas	Si bien se considera la visita de turistas, el acceso a la laguna es a través de las áreas verdes, se evitará la compactación del sustrato

Especificación	Vinculación con el Proyecto
flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	dando mantenimiento a dichas áreas. Además, no se tiene registro de que la zona sea un sitio de anidación de tortugas. Respecto de las aves, éstas perchan en los árboles del predio y no se identificaron nidos.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	Al momento de la adquisición del predio, el sitio se encontraba fraccionado por el establecimiento de asentamientos humanos y la apertura de caminos de acceso, y en virtud de que el presente proyecto solo considera la operación y mantenimiento de una vivienda residencial turística, no se prevé que se incremente la fragmentación del ecosistema del humedal. No obstante, se propone llevar a cabo un Programa de Reforestación en por lo menos 1,313 m^2 con especies nativas.
4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	No se considera la construcción de canales.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	Se dará mantenimiento constante a las áreas verdes para evitar la compactación del suelo por el paso de los visitantes del proyecto.
4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	El proyecto no trata de actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar.
4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	El sitio del proyecto no está considerado como un corredor biológico, toda vez que es una zona impactada por el establecimiento de asentamientos humanos y por la apertura de caminos de acceso.

Especificación	Vinculación con el Proyecto
4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	El promovente considera la reforestación de por lo menos 1,313 m^2 con especies nativas, lo que favorecerá regeneración natural de la unidad hidrológica y el hábitat de la fauna. Además, no se vertirán aguas residuales al manto freático ya que se cuenta con un Biodigestor para su tratamiento, las aguas resultantes se canalizarán a un humedal artificial para un segundo tratamiento, finalmente se usarán para el riego de áreas verdes.
4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	El proyecto no considera un programa de restauración de manglares.
4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	El promovente considera realizar un Programa de Reforestación en por lo menos 1,313 m^2 con especies nativas, y se tomará en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se lleve a cabo.
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	No se introducirán especies exóticas, en las áreas jardinadas se conservaron y reubicaron especies nativas.
4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	Se hará un seguimiento de cinco años al sitio que se pretende reforestar, tal como lo indica esta especificación.
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	El Sistema Ambiental delimitado para el proyecto, forma parte de la Región Hidrológica denominada: RH-33 Yucatán Este, por lo que en el Capítulo IV de la presente MIA se muestra el

Especificación	Vinculación con el Proyecto
	análisis de los componentes bióticos y abióticos de esta unidad hidrológica.
ACUERDO que adiciona la especificación 4.43 a la 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.	
"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."	Si bien en el sitio del proyecto se identificó un individuo de manglar, este no forma parte de una comunidad de mangle ya que la zona se encuentra impactada por asentamientos humanos y apertura de caminos de acceso. Asimismo, tal como se señala en el Capítulo II de la presente MIA, derivado de la revisión en imágenes de satélite de Google Earth, se desprende que desde 1969, el predio ya se encontraba en una zona lotificada y desprovista de vegetación. No obstante, se proponen las siguientes medidas de compensación en beneficio del humedal: • Implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial*, con la finalidad de evitar la quema de basura; para ello se contratará y dará seguimiento al servicio de recolección, transporte y disposición de residuos; en caso de generarse residuos peligrosos, se obtendrá el registro como generador de residuos peligrosos, ante la SEMARNAT- • El agua proveniente del humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, para prevenir la contaminación del subsuelo y del manto freático por el uso de agua contaminada en el riego de áreas verdes. • Contratar y dar seguimiento al servicio de recolección, transporte y disposición de residuos; en caso de generarse residuos peligrosos, se obtendrá el registro como generador de residuos peligrosos, ante la SEMARNAT. • Se han colocado sistemas ahorradores

Especificación	Vinculación con el Proyecto
	como inodoros con depósitos de baja capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo. Además, se hará una revisión periódica de la tubería hidráulica para identificar y reparar fugas, evitando así pérdidas de agua • Colocar señalética informativa y restrictiva para los usuarios, acerca del cuidado del agua, flora y fauna.

III.8. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN.

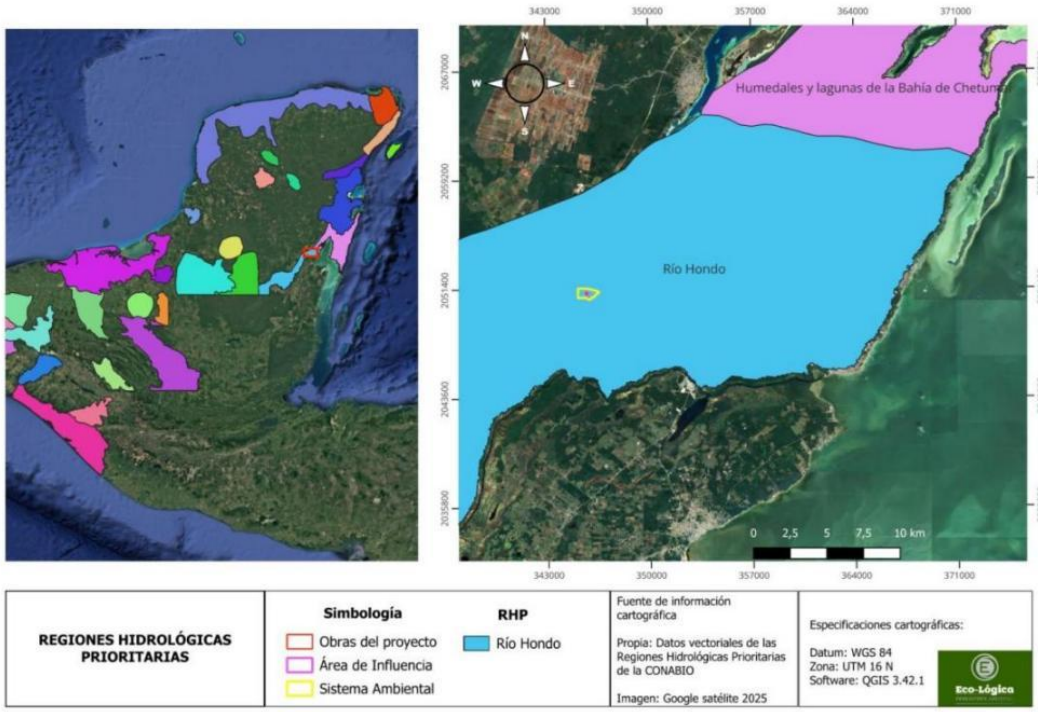
Uno de los primeros referentes en el país para planear e invertir fondos para la conservación y conocimiento de la biodiversidad fueron los ejercicios de regionalización coordinados por la CONABIO entre 1998 y 2000, que contaron con el apoyo de diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Se realizaron talleres multidisciplinarios para delimitar las regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad: terrestres (RTP), marinas (RMP) e hidrológicas (RHP), con el fin de identificar zonas de la mayor importancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor grado de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos.

Al respecto, el polígono incide en su totalidad en la RHP Río Hondo y en la RTP Río Hondo.

III.8.1. Región Hidrológica Prioritaria (RHP) Río Hondo.

El proyecto incide en la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) Río Hondo, como se muestra en la siguiente Figura.

Figura 12. ubicación del proyecto respecto del RHP Río Hondo.



El RHP tiene una extensión de 2,688.54 km^2; se caracteriza por tener suelos tipo Regosol, Vertisol y Rendzin. Sus principales recursos hídricos son: Lénticos: cenotes, lagunas Milagros, Negra y Encantada, humedales; y Lóticos: ríos Hondo y Azul, arroyo Aguadulce, manantiales.

Los tipos de vegetación que prevalecen son selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, sabana y pastizal cultivado. La flora característica se compone de Acacia *globulifera*, Annona glabra, la chaca *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri, Capparis flexuosa*, *C. incana*, la palma nakax *Coccothrinax readii*, *Cordia sebestena*, el chechén *Metopium brownei*, *Pithecellobium lanceolatum*, la palma kuka *Pseudophoenix sargentii*, el mangle rojo *Rhizophora mangle*. Fauna característica: de copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Eucyclops conrowae, Thermocyclops inversus*; de peces *Astyanax aeneus* y *Cichlasoma meeki*; de aves como el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, el colibrí vientre-canelo *Amazilia yucatanensis*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, el carpintero yucateco *Centurus pygmaeus*, la chara yucateca *Cyanocorax*

yucatanicus, el granatelo yucateco *Granatellus sallaei*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis*, la pachacua yucateca *Nyctiphrynus yucatanicus*. Zona de mayor abundancia de la nutria *Lutra longicaudis* y el manatí *Trichechus manatus,* los cuales se encuentran amenazados junto con las aves *Falco columbarius, Geranospiza caerulescens, Jabiru mycteria, Mycteria americana, Penelope purpurascens y el chipe encapuchado Wilsonia citrina*.

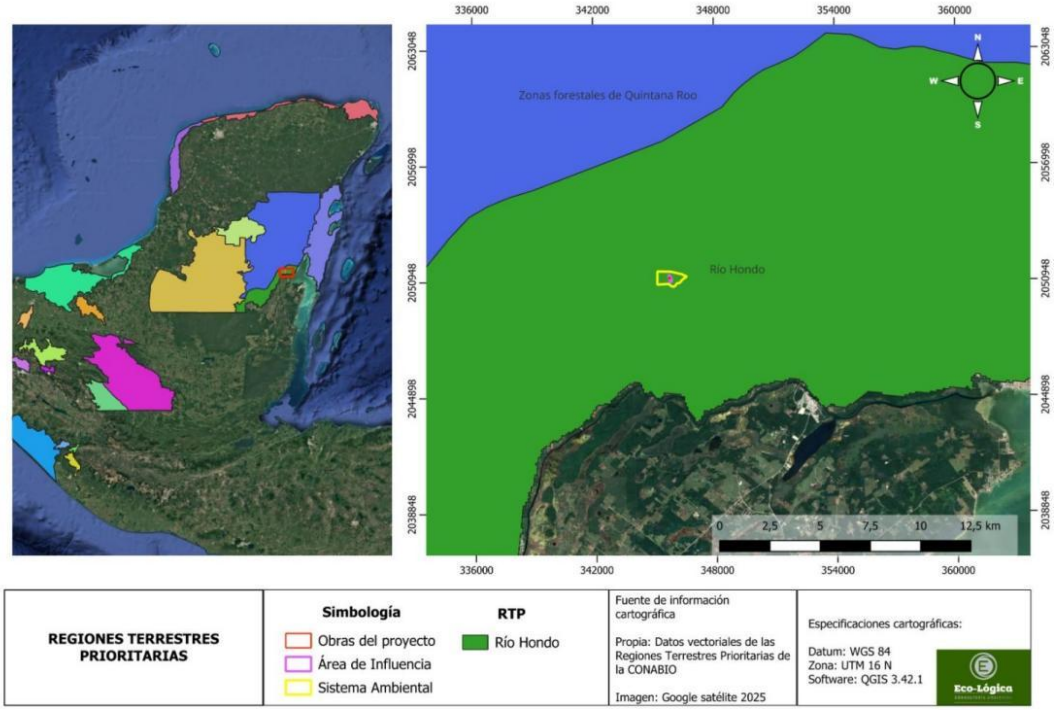
Esta RHP ha sido impactada por la desforestación debido al incremento en la agricultura y ganadería y al uso intensivo forestal; por la contaminación por agroquímicos y materia orgánica; por la introducción de especies exóticas como la *tilapia Oreochromis mossambicus* y *O. niloticus*; y por el uso de venenos para pesca y trampas no selectivas, así como la explotación hídrica para riego agrícola.

Al respecto, con las obras del proyecto no se pretende afectar la hidrodinámica del RHP o bien, alterar la calidad del agua, ya que el proyecto cuenta con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales, consistente en un Biodigestor como primer tratamiento, y antes del inicio de la operación del proyecto, será construido un humedal artificial superficial de flujo horizontal, el agua resultante se utilizará para el riego de áreas verdes y cumplirá con las especificaciones establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-2021. Adicionalmente, el proyecto prevé diversas medidas como llevar a cabo un Programa de Manejo de Residuos para evitar la contaminación del agua por el vertimiento de cualquier tipo de deshechos y acciones de reforestación para incrementar la superficie de absorción de agua de lluvia.

II.8.2. Región Terrestre Prioritaria Río Hondo.

El proyecto incide en la Región Terrestre Prioritaria Río Hondo, como se muestra en la siguiente Figura.

Figura 13. Ubicación del proyecto respecto de la RTP Río Hondo.



El RTP Río Hondo tiene una superficie de 2,555 km^2. Su importancia radica en su diversidad biológica, por la importancia del sistema hidrológico y como corredor biológico entre el sur de la península de Yucatán con Belice y Guatemala. El tipo de vegetación predominante es el de selvas medianas subperennifolias.

Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

- Selva mediana subperennifolia. Comunidad vegetal de 15 a 30 m de altura en donde un 25 a 50 % 61% de las especies tiran las hojas.
- Agricultura, pecuario y forestal. Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, 21% puede ser permanente o de temporal.
- Otros. Otros usos no definidos que ocupan el 18%

El establecimiento de ejidos, el crecimiento de la población, el incremento de la agricultura y ganadería, el uso forestal y el uso de agroquímicos, son los principales problemas ambientales que enfrenta el RHP.

Al respecto, la vivienda residencial turística se ubica en una zona previamente modificada a causa de lotificaciones y caminos, así mismo su operación contempla el tratamiento de agua residual mediante un biodigestor y un humedal artificial, para posteriormente utilizar el agua tratada en actividades de riego de áreas verdes; no se plantea la deforestación de vegetación de ningún tipo, al contrario, se llevará a cabo un Programa de Reforestación en una superficie de al menos 1,313 m^2; el consumo de agua potable será provisto de fuentes legales, sin alterar cuerpos de agua naturales; no se instalará iluminación intensa ni se generará ruido constante que pueda alterar la fauna silvestre, y se implementará un programa de manejo de residuos cuya disposición final será en sitios autorizados. Además, se realizarán actividades de capacitación y/o concientización con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos

En virtud de lo anterior, la operación del proyecto no modificará los componentes ambientales de la RTP Río Hondo, ya que no implica deforestación, ni alteración de cuerpos de agua, ni desplazamiento de fauna, por lo que se considera compatible con los objetivos de conservación de la región, e incluso contribuirá con la economía local.

CAPÍTULO IV

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

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 1

IV.1 Delimitación del Área de Influencia. 1

IV.2 Delimitación del sistema ambiental. 2

IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental. 5

IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA. 5

IV.3.1.1 Medio abiótico. 5

A) Clima 5

B) Temperatura 8

C) Precipitación 8

D) Vientos 10

E) Fenómenos Meteorológicos. 11

a. Vientos fuertes 11

b. Ciclones y huracanes 12

F) Geología y Geomorfología 16

a) Hundimientos 20

G) Edafología 22

H) Hidrología 24

a. Hidrología superficial 24

b. Laguna de Bacalar 28

c. Hidrología subterránea 32

d. Acuífero 33

e. Balance del Acuífero 36

f. Disponibilidad del Acuífero 37

g. Inundaciones 38

IV.3.1.2 Medio biótico 40

A) Caracterización y composición de la vegetación del SA 40

B) Tipos de Vegetación 42

C) Tipos de Vegetación en el SA, AI y AP 46

D) Muestreo de vegetación en el SA 47

E) Caracterización de la fauna del SA 68

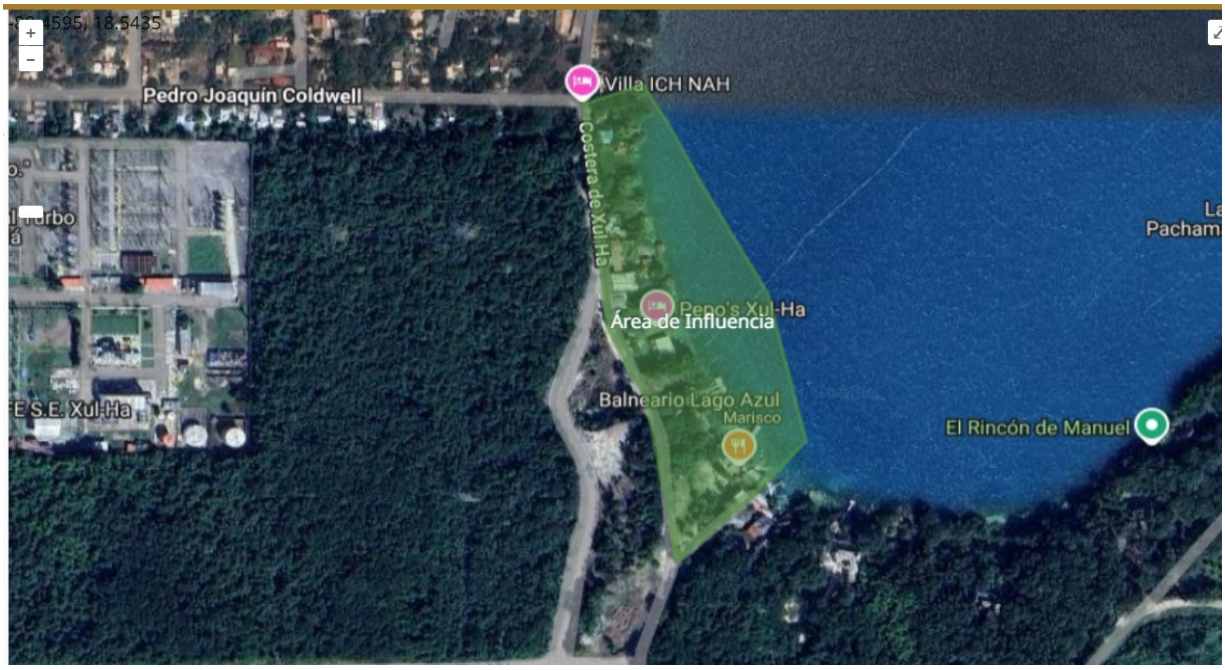
F) Registros Históricos 69
G) Registro de fauna en el SA 70
a. **Anfibios y reptiles** 70
b. Aves 71
c. Mamíferos 72
H) Riqueza y abundancia de especies en el SA y AI 72
a. Anfibios 72
b. Reptiles 73
c. Aves 73
d. Mamíferos 74
I) Índice de Biodiversidad de Shannon-Wiener de fauna para el SA. 75
a. Anfibios 76
b. Reptiles 76
c. Aves 77
d. Mamíferos 78
J) Análisis de muestreos en el predio de fauna 79
IV. 3.1.3 Medio socioeconómico. 83
A) Población 83
B) Salud 85
C) Servicios 85
a) Medios de comunicación 85
b) Medios de transporte 85
c) Servicios públicos 86
d) Energéticos 86
e) Agua potable 86
f) Educación 87
g) Zonas de recreo 87
IV.3.1.4 Paisaje 87
IV.3.1.5 Análisis de la visibilidad. 88
IV.4 Calidad visual del pasaje 90
IV.5. Diagnóstico ambiental 93

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

IV.1 Delimitación del Área de Influencia.

Para el caso particular del proyecto "Casa Xul-Ha" se definió el Área de Influencia (AI) conforme a los procesos que se llevan a cabo en la zona donde se encuentra el Área del Proyecto (AP), específicamente a los alrededores del predio del proyecto, mismo que se presenta en la siguiente imagen:

Figura 1. Área de influencia del proyecto



Esta área fue delimitada con base en los usos de suelo y vegetación colindantes al predio del proyecto, así como las carreteras, obteniéndose un AI con una superficie de **35,150** m^2 o **3.51 Ha**.

Es de suma importancia señalar y reiterar que si bien, el proyecto se encuentra totalmente construido y por lo tanto se someten a evaluación las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, dentro del presente estudio también son consideradas las afectaciones que pudieron llegar a ocurrir durante la etapa de construcción, por lo que el área de influencia antes delimitada, considera el rango de afectaciones que se ocasionaron y que podrían ocasionarse durante las diferentes etapas que componen al proyecto.

IV.2 Delimitación del sistema ambiental.

El Sistema Ambiental, como concepto, corresponde a un término geográfico que designa un área o extensión mayor que puede, a su vez, contener o mantener un conjunto de unidades territoriales de menor extensión que se conservan ligadas unas a otras en función de atributos determinados para su agrupación.

Así, siendo que la asignación de los criterios comunes obedece, por lo general y con frecuencia, a razones relacionadas con la administración territorial por lo que resulta habitual que la zonificación ambiental colisione con los atributos ambientales que existen y se observan a nivel del suelo lo que implica que cuando el eje rector ambiental de la regionalización se doblega ante las demandas administrativas se generan productos, zonas o áreas, extensos y cargadas de incertidumbre.

De acuerdo a lo anterior y conforme a lo señalado en la "Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Turístico Modalidad: particular", el Sistema Ambiental (SA) es definido como "la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la zona donde se pretende establecer el proyecto" y a su vez se

indica que para la delimitación de esta área se pueden considerar los siguientes criterios:

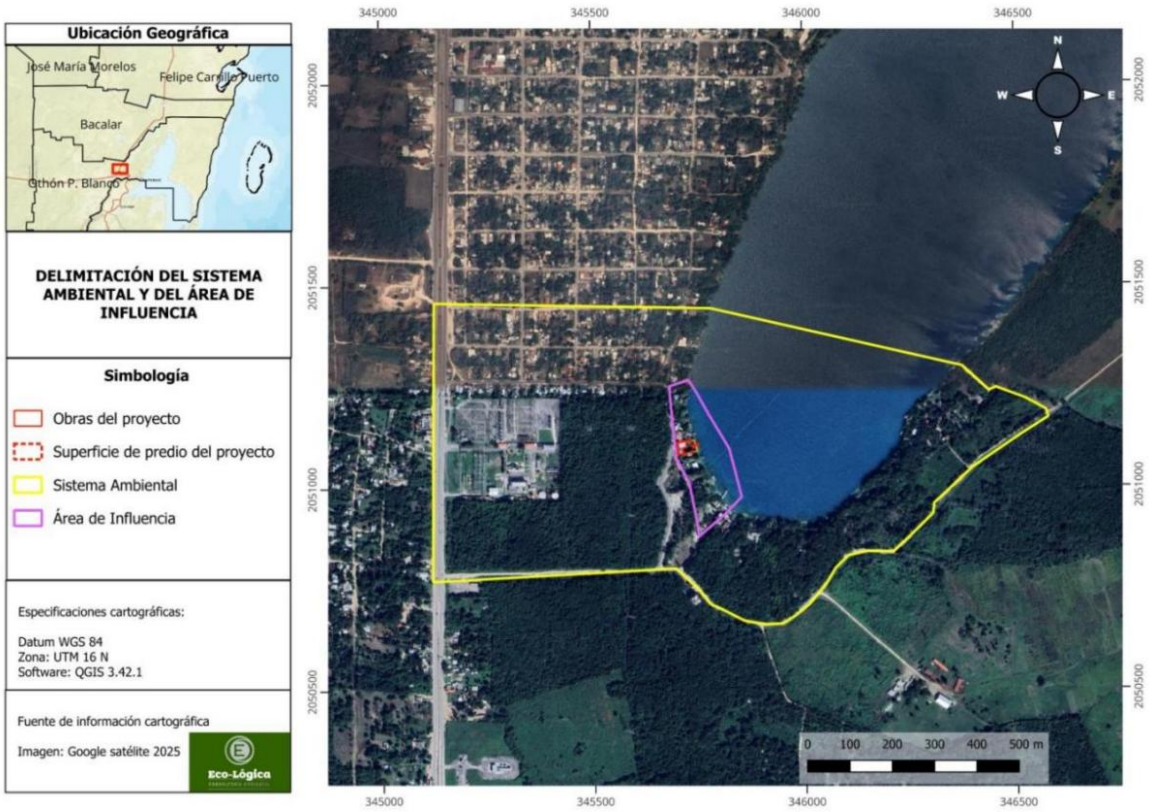
- Límites naturales de los elementos bióticos y abióticos existentes.
- Procesos ecosistémicos, con los cuales interactuarán las obras y actividades del proyecto.
- Caminos, carreteras y/o vías generales de comunicación.
- Unidades de Gestión Ambiental de ordenamientos ecológicos.
- Zonificación de usos de suelo.
- Decretos de áreas naturales protegidas.
- Microcuencas.
- Topoformas.

En función de lo anterior, y con la finalidad de tener un SA que se adapte tanto a la superficie del predio del proyecto "Casa Xul-Ha" como al sitio donde se realizará la obra, se optó por tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Usos de Suelo y Vegetación (Serie VII INEGI 2018)
- Carreteras, vialidades, veredas
- Cuerpos de agua

Una vez determinados los criterios que se ajustan a la realidad de la superficie de las obras se obtuvo un SA que cuenta con una superficie de **813,497 m^2** o **81.3 Ha**, obteniéndose el siguiente polígono:

Figura 2. Delimitación del Sistema Ambiental y del Área de Influencia



En vista del polígono antes presentado y tomando en cuenta la superficie del predio para el proyecto "Casa Xul-Ha" se considera que el SA es coherente considerando las dimensiones del proyecto.

IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental.

IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.

Este apartado está orientado a caracterizar de manera retrospectiva la calidad ambiental del SA, de tal forma que se defina, cómo es su estructura y cómo es su funcionamiento, a través del análisis de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de importancia sustantiva. En este análisis se identifican y describen las tendencias de deterioro que registra el SA y que pudieran haber incidido de manera determinante en la calidad ambiental que registra actualmente. Además, se analizan integralmente tanto las características ambientales generales del SA el cual cuenta con una superficie de **813,497 m^2** o **81.3 Ha**, su Área de Influencia, que presenta una superficie de **35,150** m^2 o **3.51 Ha** como las propias del sitio donde se pretenden desarrollar las actividades.

IV.3.1.1 Medio abiótico.

A) Clima

El clima en el SA, AI y AP de acuerdo con la clasificación de acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1978), indica la distribución del tipo climático denominado: Aw1(x'), el cual se refiere un clima cálido subhúmedo, con un régimen de lluvias de tipo intermedio (que ocurre entre verano e invierno).

Por otra parte, presenta una oscilación térmica entre los 5 y 7 °C. Además, el predio se ubica dentro de la isoterma de los 26 °C y entre las isoyetas de los 1,200 y 1,300 mm de precipitación anual. Los vientos dominantes (regulares) para el SA varían entre los cuadrantes Este y Sureste. Los vientos del Este se presentan de junio a octubre y los

del Sureste de enero a mayo. La velocidad media de estos vientos es en promedio de 3- 3.5 m/seg (10-25 km/h). Los vientos periódicos, también llamados "nortes", cuyo centro se localiza en Canadá, desciende hacia México con una dirección Norte-Sureste y presentan velocidades de 30 m/s. Considerando la ubicación de la zona de estudio debemos tomar en cuenta que el paso repetido de grandes masas de aire húmedo provenientes tanto del Mar Caribe como del Océano Pacífico, proporcionan un aporte de humedad considerable que se ve reflejado en una muy alta precipitación promedio para el sistema ambiental.

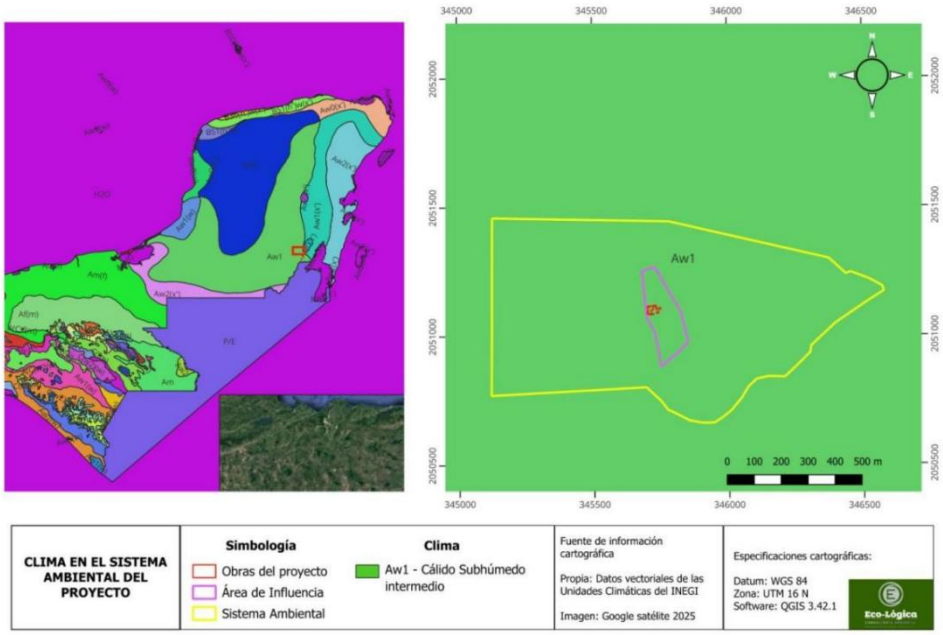
Al pasar la Zona Intertropical Cálida al norte durante los meses más calientes, la Península de Yucatán se encuentra en uno de los extremos de su oscilación, lo que ocasiona que frecuentemente haya colisiones de grandes masas de aire con diferentes temperaturas que dan origen a la formación de frentes.

Particularmente para el SA, AI y AP, que se encuentran en la parte sur de la Península de Yucatán, el efecto de este desplazamiento de la zona intertropical cálida ocasiona con frecuencia fuertes chubascos y tormentas, en especial durante el final de la primavera y el inicio del verano.

Otro de los factores que determinan el clima del SA, AI y AP se forma en el Atlántico y el Caribe como consecuencia del desplazamiento de la zona intertropical cálida y son las "ondas tropicales", las cuales son desplazadas hacia la Península por vientos regionales de intercambio de temperatura. Las primeras ondas de la temporada pueden identificarse fácilmente por las grandes nubes de tormenta que las acompañan y que se desplazan hacia el oeste del Caribe una o dos veces a la semana durante todo el verano. Estas nubes de gran desarrollo vertical traen consigo a la Península fuertes lluvias y vientos, así como tormentas eléctricas. La zona de estudio, al igual que las regiones que la rodean, está expuesta a la fuerte influencia de fenómenos meteorológicos extremos como las tormentas tropicales y huracanes.

Los huracanes son vientos periódicos que se originan en zonas marítimas situadas al oriente de los continentes en el lado sur del Trópico de Cáncer. Los huracanes son fenómenos de turbulencia causados por una corriente de aire caliente que se forma en el trópico y que va al polo norte compensando la diferencia en temperatura entre el ecuador y el polo. Una contracorriente de norte a sur a una altura de casi 10 Km compensa la diferencia en presión. Esta circulación de vientos norte sur y sur norte a nivel del hemisferio norte, en conjunto con la circulación diaria de la tierra que causa los vientos alisios son los principales factores desde el punto de vista de los vientos para crear situaciones que pueden formar ciclones. Es por esta razón que los huracanes generalmente vienen del oriente con los vientos alisios.

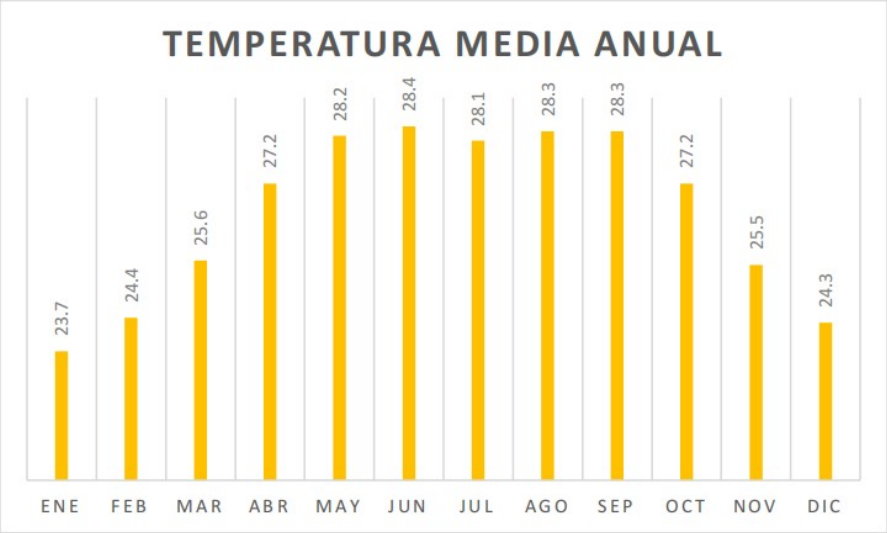
Figura 3. Clima en el AP, AI y AP



B) Temperatura

Para el caso del SA, AI y AP se identificó que del periodo de registro de la Estación Meteorológica 23049 "I.N.I.A. CAECHET" del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, se han calculado los valores medios mensuales de temperatura, resultando 26.6 °C la temperatura media; siendo enero el mes más frio con una temperatura de 23.3° C y junio como el mes más caluroso con 28.4 °C.

Figura 4. Temperatura en el AP, AI y AP



C) Precipitación

Las precipitaciones medias mensuales históricas registradas por la Estación Meteorológica con clave 23049 de la estación "I.N.I.A. CAECHET" se presentan en la siguiente Figura; la precipitación total anual es de 1272.1 mm, siendo febrero el mes más seco con 27.2 mm y junio el mes más lluvioso con 219.8mm, por lo que se concluye que, para el caso del SA, AI y AP, se presentan estas mismas características.

Figura 5. Diagrama de Precipitación y Temperatura

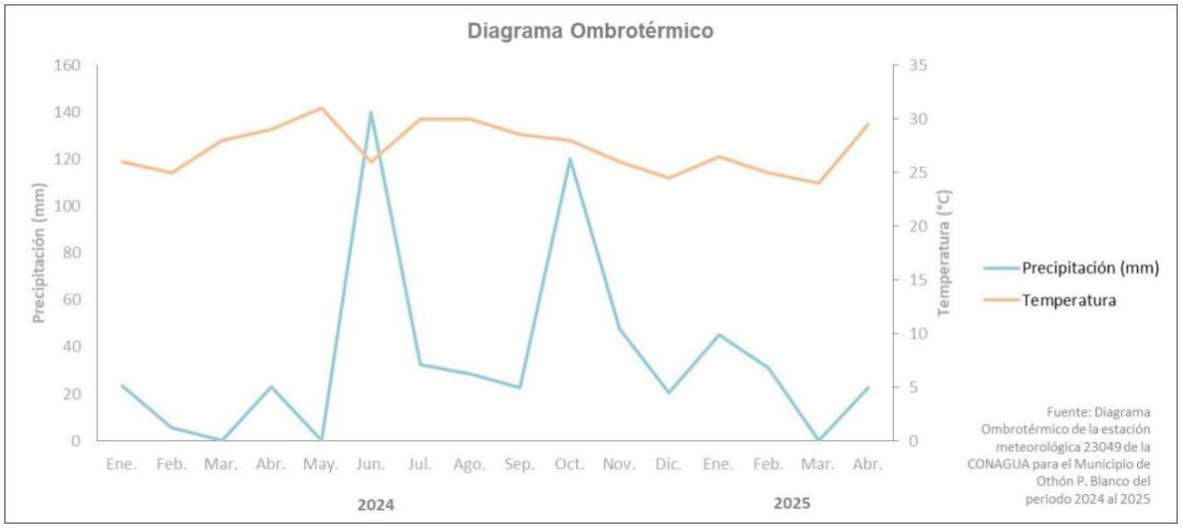
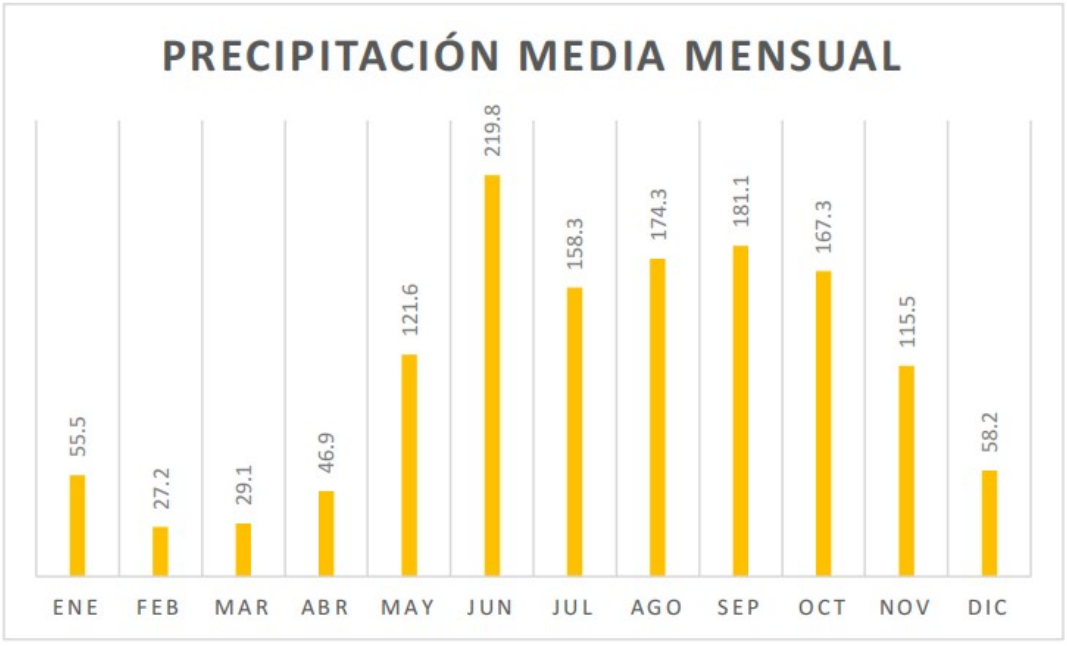


Figura 6. Precipitación en el AP, AI y AP



D) Vientos

El SA presenta dos componentes principales durante el año, el primero y más importante en la región se presenta en primavera y verano, cuando dominan los vientos del sureste, con una fuerte influencia de vientos del este. El segundo es a fines de otoño e inviernos, donde los vientos provienen del norte. La velocidad media de los vientos es de 10 a 15 km/h de marzo a junio y de septiembre a diciembre descienden hasta 8 km/h, estas velocidades se encuentran tanto para el SA, AI y AP.

Figura 7. Dirección del viento en el AP, AI y AP

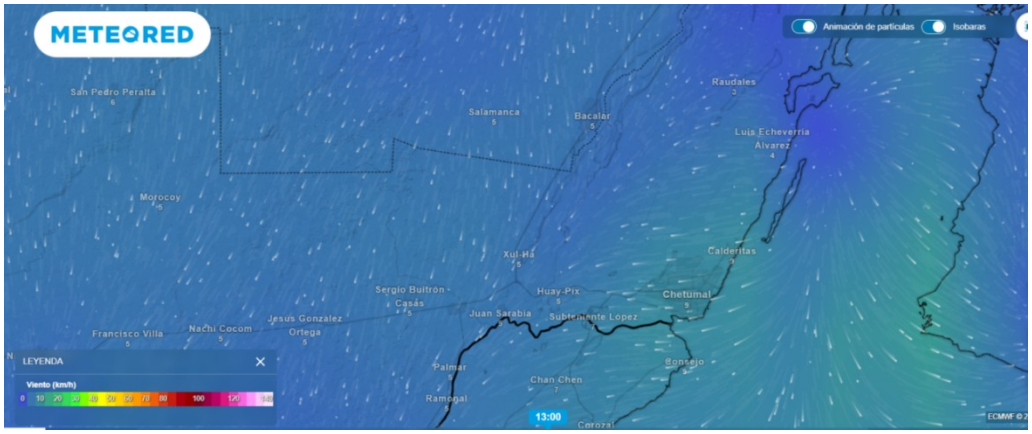
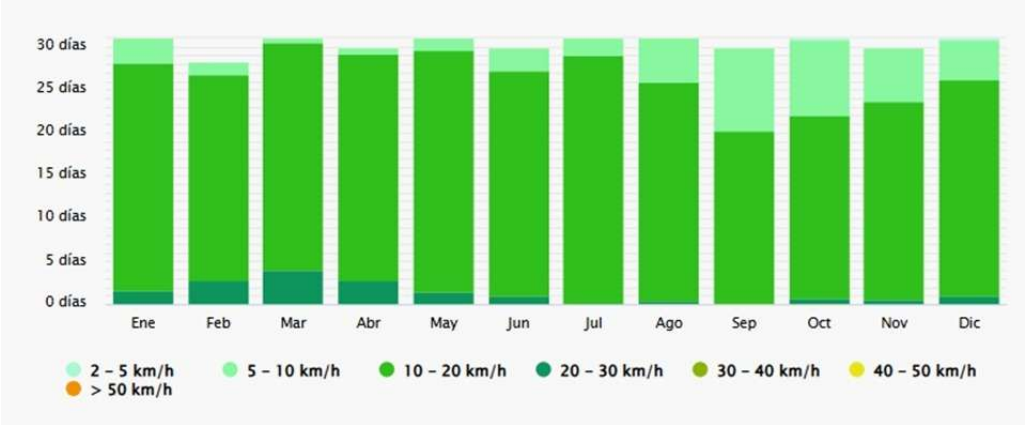


Figura 8. Velocidad del viento en el Municipio de Othón P. Blanco

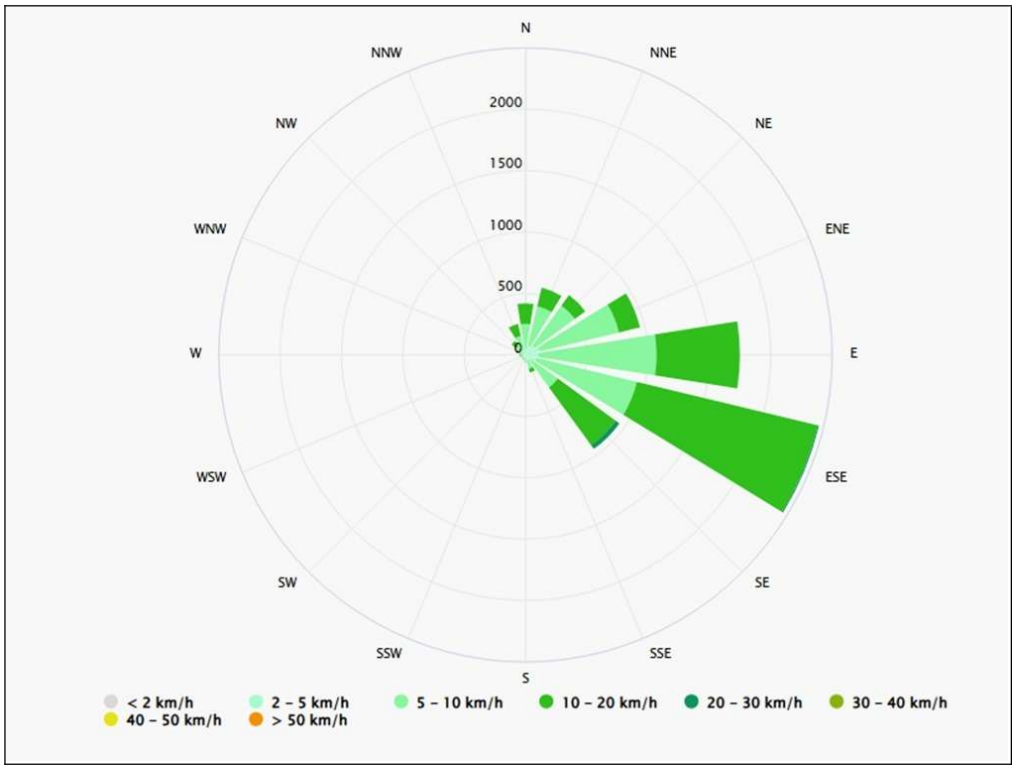


E) Fenómenos Meteorológicos.

a. Vientos fuertes

Los vientos dominantes en el SA, AI y AP son los alisios que se presentan casi todo el año con dirección del este al oeste o suroeste. La velocidad promedio es de 10 a 20 km/h (viento moderado) de acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional y al Departamento de Energía de E.U. Por otra parte, la Escala de Beaufort, que es una medida empírica para la intensidad del viento, nombra a este rango de velocidad como Bonancible (Brisa moderada) y sus efectos son: se levanta polvo y se agitan las copas de los árboles, a continuación, se muestra una gráfica de la rosa de los vientos, donde se ejemplifica lo antes señalado.

Figura 9. Rosa de viento en el Municipio de Othón P. Blanco.



b. Ciclones y huracanes

Los ciclones tropicales son típicos de la temporada de verano, y aunque estadísticamente se pueda observar una baja influencia de estos sistemas en el SA, AI y AP, depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes lo afectan directa o indirectamente. Estos sistemas al encontrarse muy cerca de las costas y dependiendo de la amplitud del radio del sistema, favorecen lluvias de fuertes a intensas, así mismo, provocan vientos fuertes y oleaje elevado.

De acuerdo con la información que se tiene en la base de datos de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), se han formado más de 731 sistemas en la región del Atlántico Norte, el Caribe y el Golfo de México. De los cuales 41 han impactado a la península de Yucatán y 15 han llegado al nivel de Huracán. La península de Yucatán es muy susceptible al embate de un huracán debido al clima tropical que presenta y a su ubicación entre los mares del Caribe, el Atlántico y el Golfo de México.

La zona del SA, AI y AP se caracteriza por la ausencia de prominencias morfológicas de importancia, por ello, generalmente los sistemas que ingresan a esta zona pierden poca energía, por lo que las afectaciones más importantes se dan por vientos, precipitaciones e inundaciones. De lo expuesto, el SA, AI y AP se encuentra expuesto a fenómenos meteorológicos que lo hace vulnerable a huracanes y tormentas tropicales.

En particular, Quintana Roo es la zona de mayor incidencia de huracanes en la República Mexicana. El 46% de los huracanes que tocaron costas mexicanas en un periodo de 50 años, pasaron por este estado. Las de Quintana Roo han sido tocadas por más de 30 huracanes en los últimos 25 años, principalmente la zona norte y centro del Estado. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de

tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar pueden causar efectos destructivos en la zona costera.

Los vientos generados por el huracán Gilberto en 1988 registraron velocidades de hasta 320 kilómetros por hora (INE/SEMARNAT), causando grandes destrozos en la zona costera. Los huracanes más recientes que tuvieron un impacto de mayor magnitud en la localidad fueron el Stan los días 2 y 3 de octubre de 2005 y el Wilma los días 21-23 de octubre de 2005. Ambos causaron daños severos en la localidad: cortes en vías de circulación, pérdida de viviendas y cuartos de hotel, cortes en el suministro de energía eléctrica y de agua potable, derribo de árboles y mobiliario urbano, e inundaciones severas.

Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje, a continuación, se presenta una tabla con los huracanes que han afectado al estado de Quintana Roo de 1995 al 2014.

Tabla 1. Huracanes que han afectado al estado de Quintana Roo de 1995 al 2014.

AÑO	HURACÁN	LUGAR ENTRADA A TIERRA	ETAPA Y CATEGORIA	PERIODO	VIENTOS MAXIMOS (KM/HR)
1995	Roxane	Tulum	Huracán categoría 3	7 al 21 de octubre	185
1996	Dolly	Felipe Carrillo Puerto	Huracán categoría 1	19 al 25 de agosto	125
2000	Keith	La Unión	Huracán categoría 1	28 de septiembre al 6 de octubre	140
2005	Emily	Cozumel y Playa del Carmen	Huracán categoría 5	10 al 21 de Julio	269

AÑO	HURACÁN	LUGAR ENTRADA A TIERRA	ETAPA Y CATEGORIA	PERIODO	VIENTOS MAXIMOS (KM/HR)
2005	Wilma	Cozumel y Puerto Morelos	Huracán categoría 5	15 al 28 de octubre	324
2007	Dean	Mahahual	Huracán categoría 5	13 al 23 de agosto	270
2008	Arthur	Suroeste de Chetumal	Huracán categoría 2	31 de mayo a 2 de junio	160
2008	Dolly	Cozumel y Cancún	Huracán categoría 2	20 al 24 de Julio	160
2010	Karl	Al norte del poblado de Calderitas	Huracán categoría 3	14 al 18 de septiembre	195
2011	Rina	Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Huracán categoría 2	23 al 28 de octubre	174
2011	Harvey	Othón P. Blanco y Bacalar	Tormenta Tropical	19 al 22 de agosto	91
2011	Don	Benito Juárez	Tormenta Tropical	27 al 30 de Julio	83
2012	Ernesto	Othón P. Blanco y Bacalar	Huracán categoría 1	1 al 10 de agosto	140
2014	Hanna	José María Morelos	Tormenta tropical	22 al 28 de octubre	64
2016	Colin	Isla Mujeres, Cozumel, Solidaridad, B. Juárez. Cárdenas, Puerto Morelos	Tormenta tropical	Del 05 al 07 de junio	83
2016	Earl	Othón P. Blanco	Huracán categoría I	Del 02 al 06 de agosto	120
2017	Harvey	Felipe C. Puerto,	Huracán	Del 17 de agosto	213

AÑO	HURACÁN	LUGAR ENTRADA A TIERRA	ETAPA Y CATEGORIA	PERIODO	VIENTOS MAXIMOS (KM/HR)
		Othón P. Blanco, Tulum, José M. Morelos, Bacalar.	categoría 4	al 01 de septiembre	
2017	Nate	Cozumel, B. Juárez, P. Morelos, I. Mujeres, L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Huracán categoría 1	Del 04 al 09 de octubre	148
2017	Franklin	Tulum, Felipe C. Puerto, José María Morelos, Bacalar, Othón P. Blanco	Huracán categoría 1	Del 07 al 10 de agosto	138

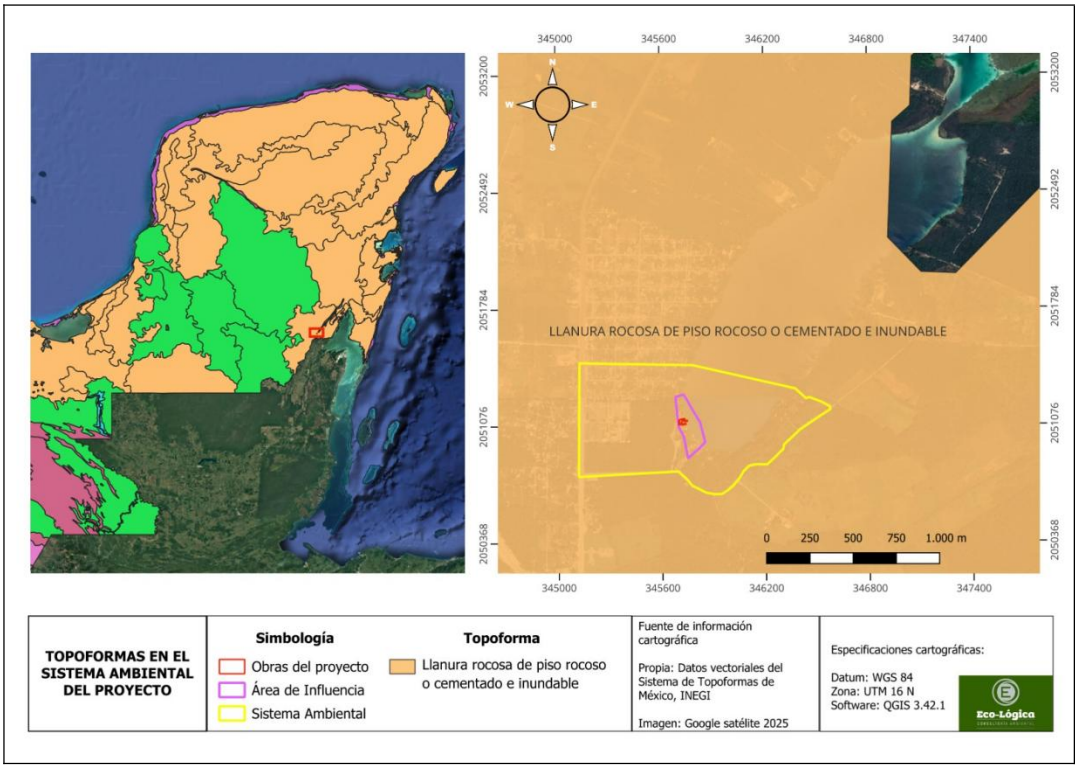
Al respecto, el Municipio de Othón P. Blanco, en el cual se ubica la zona del proyecto, destaca como uno de los municipios más afectados, ya que fue impactado directamente en al menos 5 ocasiones en un periodo de 19 años, incluyendo huracanes como Karl (2010) y Ernesto (2012), y tormentas tropicales como Harvey (2011). El huracán más fuerte que lo ha afectado fue Harvey (2017), categoría 4, con vientos de 213 km/h. También enfrentó el huracán Earl (2016) y la tormenta tropical Franklin (2017).

Este historial demuestra que Othón P. Blanco es un municipio vulnerable a fenómenos ciclónicos, por lo que es esencial mantener actualizados los planes de prevención, respuesta y resiliencia comunitaria.

F) Geología y Geomorfología

El SA, AI y AP se encuentran situados dentro de la provincia fisiográfica "Planicie Costera Sudoriental", especialmente en la "Planicie de Sotavento" (Rezedowski 1983), la cual incluye la parte central de Veracruz, Tabasco, parte de Chiapas y toda la península de Yucatán, específicamente dentro de la subprovincia denominada "Costa baja de Quintana Roo" cuyas topoformas son llanuras de piso cementado susceptible de inundación (Figura 7).

Figura 10. Sistema de Toporformas en el SA, AI y AP.



El desarrollo geomorfológico de esta región se inicia durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea que ha sido modelada por una intensa disolución

como son las dolinas, la acumulación de arcillas de descalcificación, el relieve ruiniforme y los cenotes. Durante el Cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de depósitos de litoral, por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez.

En la actualidad el SA se modifica rápidamente de acuerdo a procesos físico-geográficos, por lo que esta zona costera se ha clasificado como costa acumulativa (potamogénica y marisma), ya que la acumulación parte de la fuente interior de ríos y la consecuente depositación se hace a través de estuarios y deltas. Independientemente del esquema potamogénico, es posible identificar otro ámbito del paisaje que se desarrolla en las tierras bajas sujetas a inundación o en condiciones de mayor humedad como son las llanuras de intermareas, de inundación temporal, de pantano o manglar que se caracterizan por el predominio de la baja energía física del medio subacuático y por una alta densidad en la vegetación.

La formación de la Península de Yucatán, en la cual se encuentra enclavado el SA, AI y AP, es reciente, se constituye de una amplia losa formada por el depósito de sedimentos marinos durante el Terciario y por levantamientos epirogénicos que se iniciaron en el Cenozoico Superior. Desde entonces esta gran losa ha sufrido hundimientos y elevaciones alternas. Durante el Mioceno Superior comenzó un levantamiento que se fue de nuevo hundiendo en el Plioceno. La losa está constituida por calizas granulosas, blanquecinas y deleznables, llamadas "saskab", cuya formación y juventud no han permitido su mineralización.

Figura 11. Geología en la Península de Yucatán.

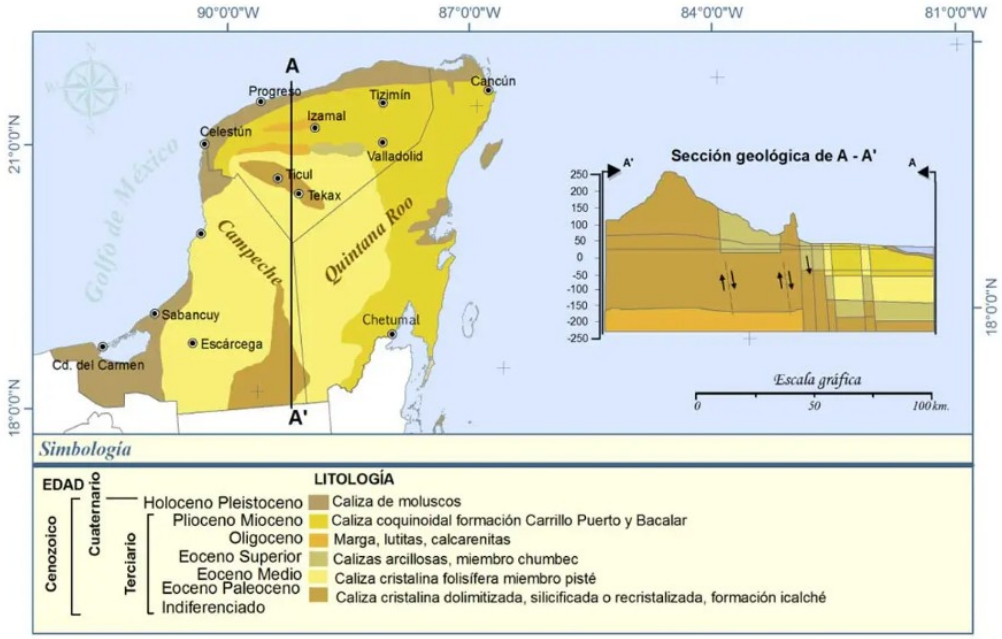
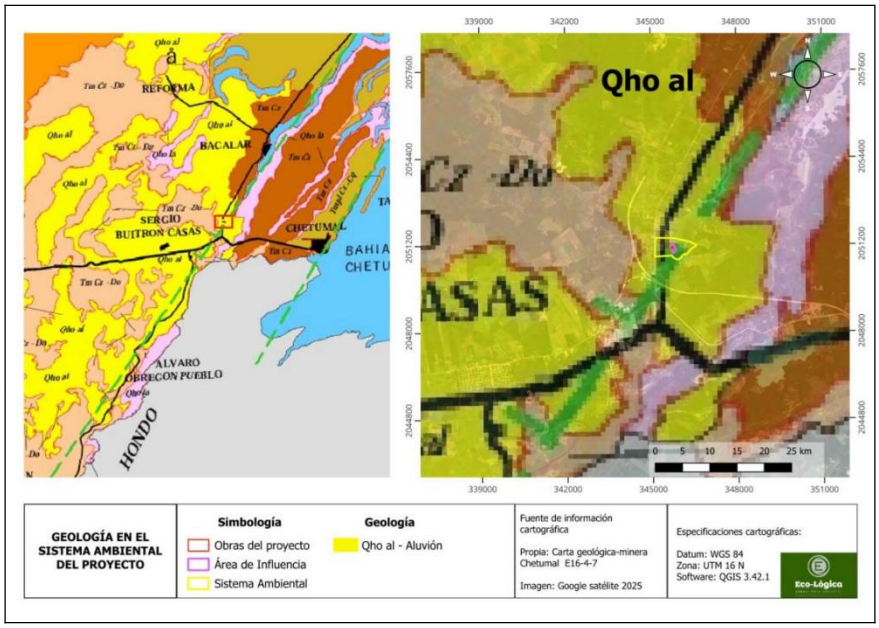


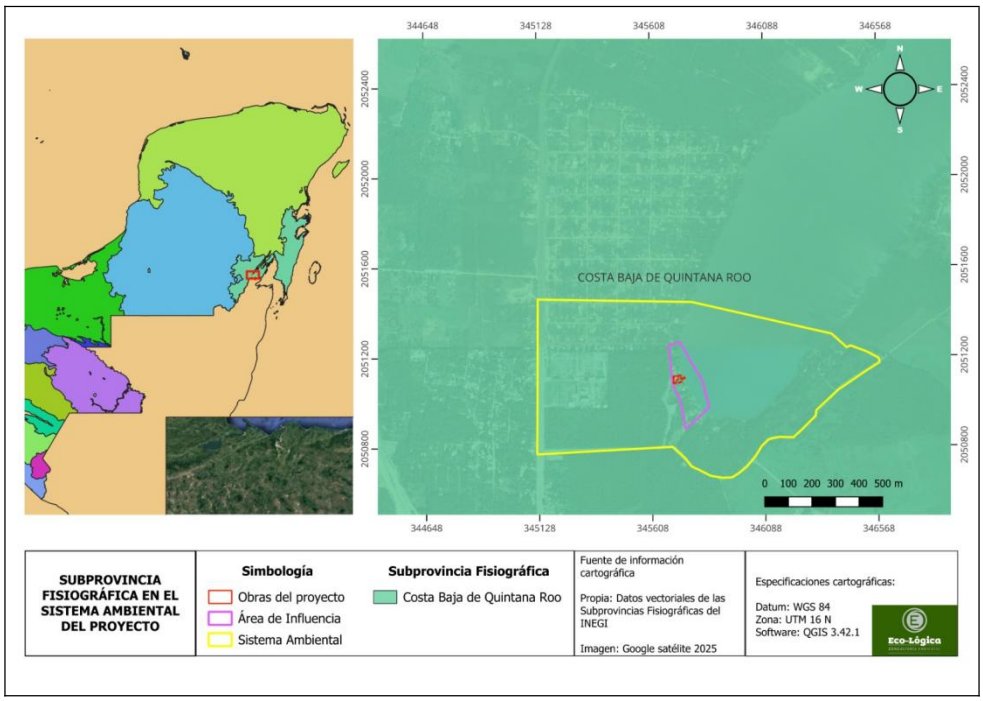
Figura 12. Geología en el AP, AI y AP.



Estudios paleontológicos establecen que las rocas aflorantes más antiguas datan del Paleoceno-Eoceno. Las rocas aflorantes en el sistema ambiental, al igual que en todo el estado de Quintana Roo, contienen como media 93.37% de $CaCO_3$ y 1.02% de $MgCO_3$.

Tanto el SA, AI y AP se localizan en la subprovincia denominada Costa Baja de Quintana Roo, que se extiende a lo largo del borde centro oriental del estado; se caracteriza por su relieve escalonado descendente de poniente a oriente, con poca elevación sobre el nivel del mar, en esta subprovincia existen grandes extensiones inundables, algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

Figura 13. Subprovincia del SA, AI y AP.



En cuanto al tipo de unidades geológicas según INEGI, se pueden encontrar en la región rocas sedimentarias (calizas) y suelos.

a) Hundimientos

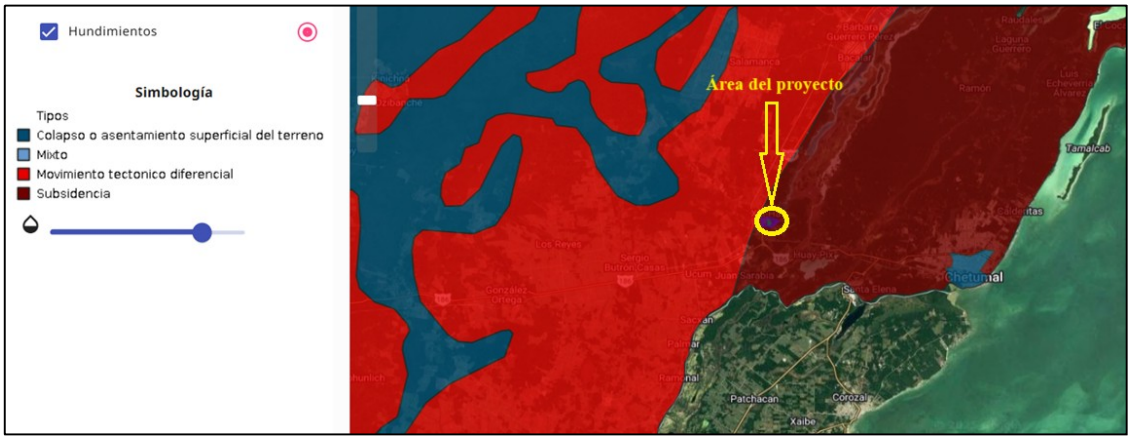
Un hundimiento es un movimiento vertical descendente de roca, suelo o material no consolidado, por acción y efecto de la gravedad. Representa aquellas zonas en donde ha ocurrido colapso por gravedad, disolución y derrumbes de techos de cavernas naturales o hechas por el hombre. También comprende los hundimientos menores debido a compactación del terreno o por reacomodo del suelo por sobre explotación de aguas subterráneas.

Los peligros geológicos originados por hundimiento del terreno se interpretan e identifican mediante las fuentes de información de desastres históricos tanto de documentos bibliográficos y hemerográficos, así como de registros específicos. Se requiere considerar la información de estructuras geológicas como fallas normales o zonas subcirculares de hundimiento (cenotes) originados por disolución de rocas de carbonato de calcio (caliza), cavidades naturales (cavernas) o hechas por el hombre.

Es importante considerar los temas de deforestación, erosión, degradación y abandono de suelos de cultivo, la presencia de agua superficial, subterránea, los desechos de agua negras y drenajes sin tubería o superficiales en zonas urbanas y sub urbanas. Así como el análisis de información disponible de registros geofísico que permitan evaluar la posibilidad de hundimientos potenciales y de los usos de suelo de la zona de estudio. La delimitación de zonas de hundimientos potenciales se obtiene mediante la fotointerpretación de fotografías aéreas, ortofotos e imágenes de satélite y mediante la verificación de trabajo de campo, considerando como guía fundamental la presencia de movimientos verticales, cavidades y asentamientos en el terreno.

Es importante señalar que el SA, AI y AP se encuentran en un sitio donde existe riesgo de hundimiento, lo que se observa en la siguiente imagen:

Figura 14. Hundimientos en el AP, AI y AP.



Es importante señalar que el proyecto se ubica en una zona de subcidencia, que es es el hundimiento o descenso del suelo, a menudo gradual, debido a diversos factores como la extracción de agua subterránea, la actividad minera, o el colapso de cavidades subterráneas. Este fenómeno puede causar daños a edificios e infraestructura, además de afectar la calidad de los acuíferos, no obstante, se tiene que el promovente presenta los planos arquitectónicos del proyecto (Anexo 3), en los que se presenta el plano estructural en los que se establecen las características estructurales que presenta el proyecto, además de que el diseño del proyecto está enfocado en la protección de las obras ante esta situación.

G) Edafología

Los suelos de Quintana Roo, y en consecuencia del SA, AI y AP, se originaron a partir de la intemperización de la roca madre. En algunos lugares críticos, existe únicamente una capa de hojarasca que yace directamente sobre las rocas, constituyendo manchones rodeados de afloramientos rocosos en cuyas fracturas, se acumula algo de arcilla y humus que permiten el desarrollo de vegetación.

En el sistema ambiental de acuerdo con la cartografía del INEGI, pueden encontrarse 3 clasificaciones diferentes, dos de las cuales no corresponden a ningún tipo edafológico, un por ser un cuerpo de agua (Laguna de Bacalar) y otro por ser una zona habitada (zona urbana de la ciudad de Bacalar). El tercer tipo corresponde al suelo clave LPhurz+VRhugl+LVcrlep/3, que corresponde a una unidad de suelo tipo Leptosol húmico (réndzico) como suelo predominante más Vertisol húmico (gleyco) como suelo secundario; y Luvisol lúmico epiléptico como suelo terciario, con clase textural fina.

El término Leptosol deriva del vocablo griego "leptos" que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos.

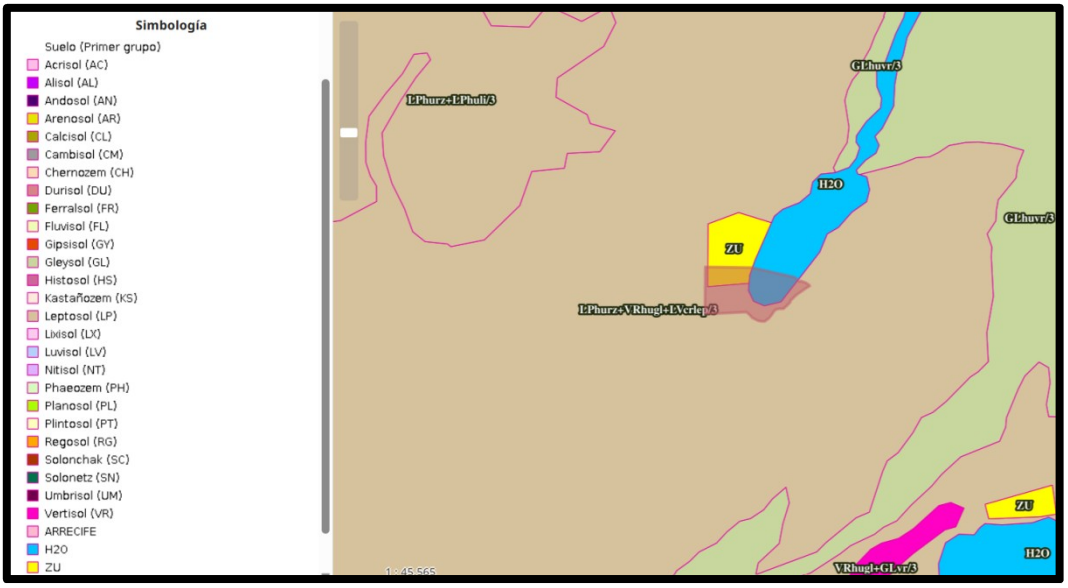
Por su parte suelo tipo húmico se refiere, del latín hummus: tierra, se refiere a suelos con una capa superficial obscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes importantes para las plantas; mientras que el tipo rendzico, que significa laja pedregosa, corresponde a suelos someros con afloramientos de lajas, son arcillosos y arcillo-limosos y se localizan en las partes más altas y quebradas del

terreno, encontrándose en las hendiduras que forma una y otra piedra. Su profundidad varía entre 20 a 30 cm, no tienen una fase química determinada dentro de la región, la fase física es lítica y generalmente tienen una textura fina.

La descripción de los grupos edáficos identificados en el sistema ambiental, va de lo general a lo particular, considerando que cada uno se encuentra compuesto por dos o más unidades o subunidades de suelo, cuya mezcla provee de características particulares a cada grupo.

El tipo de suelo LPhurz (Leptosol húmico réndzico), por tanto, corresponden a suelos cuya profundidad está entre los 10 y los 25 centímetros, son de alta fertilidad natural, se utilizan en el trópico en el cultivo y explotación de caoba y otras especies forestales, así como en el cultivo de cítricos, papaya, henequén y pastizales.

Figura 15. Edafología en el SA, AI y AP.



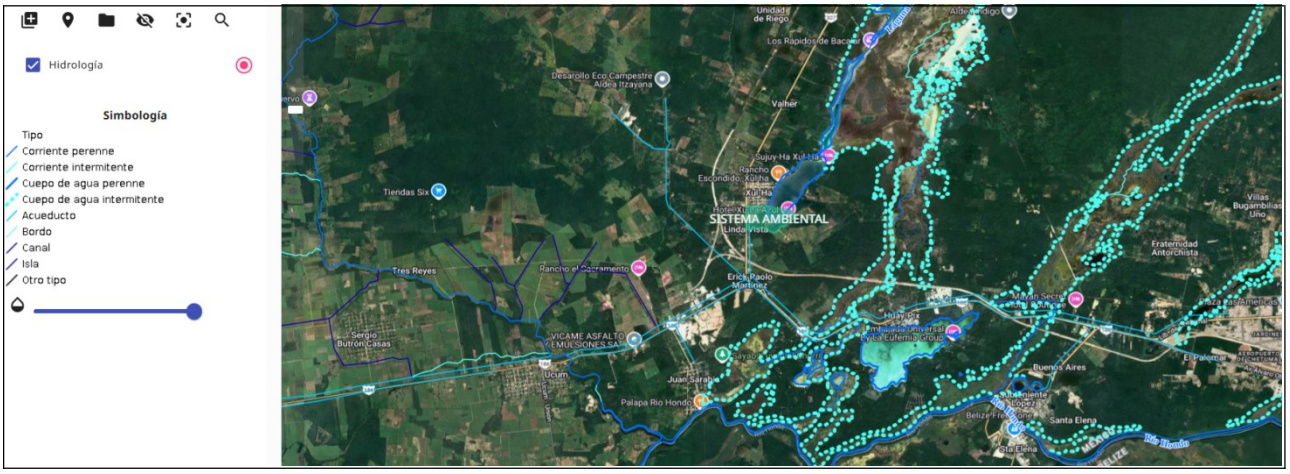
H) Hidrología

a. Hidrología superficial

La zona donde se localiza el SA, AI y AP, corresponde a la Región Hidrológica denominada: RH-33 Yucatán Este, (Quintana Roo), abarca los tres estados de la Península de Yucatán con una superficie total de 39,579 km^2 en México, pero continúa en la república de Guatemala y Belice. Tiene la mayor extensión del estado ya que ocupa el equivalente al 68.23% de su superficie, ubicada desde poco más al norte de la parte media hasta el sur de la entidad, limita al norte con la región hidrológica 32, al este con el Mar Caribe y la Bahía de Chetumal, al Sur con Belice y Guatemala, al oeste con Campeche, colindando con la RH-31 y al noroeste con el estado de Yucatán.

La principal corriente superficial es el Río Hondo, que nace en Guatemala con el nombre de Río Azul; su curso tiene una longitud total de 125 km y está orientado de noreste a suroeste; constituye el límite sur de Quintana Roo y el límite internacional entre México y Belice, y desemboca en el Mar Caribe en la Bahía de Chetumal. Su cuenca tributaria tiene extensión total de 9,958 km^2, distribuida entre los países que la comparten como sigue: 4,107 km^2 corresponden a México; 2,873, a Guatemala, y 2,978, a Belice. El río Hondo tiene régimen permanente y escurrimiento medio anual de 1,500 millones de metros cúbicos (Mm^3), estimándose que un 15% de este volumen es generado en las temporadas de lluvia, durante las cuales conduce caudales de 40 a 60 m^3/seg.; el otro 85% del volumen escurrido procede del subsuelo, que le aporta un caudal base de 20 a 30 m^3/seg. El agua del río tiene salinidad del orden de 700 ppm. (UQROO, PEOT Q Roo).

Figura 16. Hidrología superficial en la zona del proyecto el SA, AI y AP.



Todas las demás corrientes de la entidad son de régimen transitorio, bajo caudal y muy corto recorrido, y desembocan a depresiones topográficas donde forman lagunas; éstas son efímeras, con excepción de las de Bacalar, Chichancanab y Chunyaxché, que son permanentes debido a que en ellas aflora la superficie freática.

La laguna de Bacalar, la de mayor extensión, tiene longitud de unos 50 Km. Y ancho de 2 a 3 Km. La isla de Cozumel carece totalmente de red de drenaje superficial.

El área del Sistema Ambiental en la que se circunscribe el proyecto denominado "Boca de Agua Bacalar", se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica denominada "Yucatán Este (Quintana Roo), con el número identificador 33 y la Clave de Región Hidrológica RH33, abarcando un área de 39,089.46 km^2 y un perímetro de 1,889.22 km.

Dentro de esta encontramos que se circunscribe la Cuenca denominada Bahía de Chetumal y Otras con Clave de Cuenca A, abarcando un área de 20,807.93 km^2 y un perímetro 1,580.67 km.

Dicho Sistema Ambiental se encuentra inmerso dentro de la subcuenca hidrográfica RH33Ac, Varias /Cuenca Bahía de Chetumal y otras /R.H. Yucatán Este (Quintana Roo)

la cual presenta las siguientes características: En la base de datos de INEGI posee el número identificador 283, su clave de subcuenca compuesta es RH33Ac de la Región Hidrográfica RH33 Yucatán Este (Quintana Roo) y en la Cuenca denominada "Bahía de Chetumal y Otras", con Clave de Cuenca Compuesta A y Clave de Subcuenca c, recibiendo el nombre de Subcuenca "Bahía de Chetumal", siendo un tipo de subcuenca Exorreica siendo el lugar principal hacia donde drena el Mar Caribe.

Tiene un total de 27 descargas de drenaje. Otros puntos de drenaje secundarios son: la Subcuenca RH33Bb Xpechil - Felipe Carrillo Puerto - Chunhuhab, Ycactúm, L. Paiyagua teniendo 1 sola descarga hacia esta zona.

El perímetro que abarca la subcuenca es de 927.23 km y un área de 7,574.65 km^2, teniendo una densidad de drenaje de 0.3730 y un coeficiente de compacidad de 3.0044. La longitud promedio de flujo superficial de la Subcuenca es de 0.67024128686327077748 km.

La subcuenca posee una elevación máxima de 300 m y su elevación mínima se encuentra a nivel del mar. La pendiente media es de 2.55 %, su Elevación Máxima en Corriente Principal es de 130 m y la mínima es de 19 m, la Longitud de la Corriente Principal es de 128284 m, su pendiente es de 0.086 % y la Sinuosidad es de 1.62138902757919.

Figura 17. Regiones hidrológicas en México

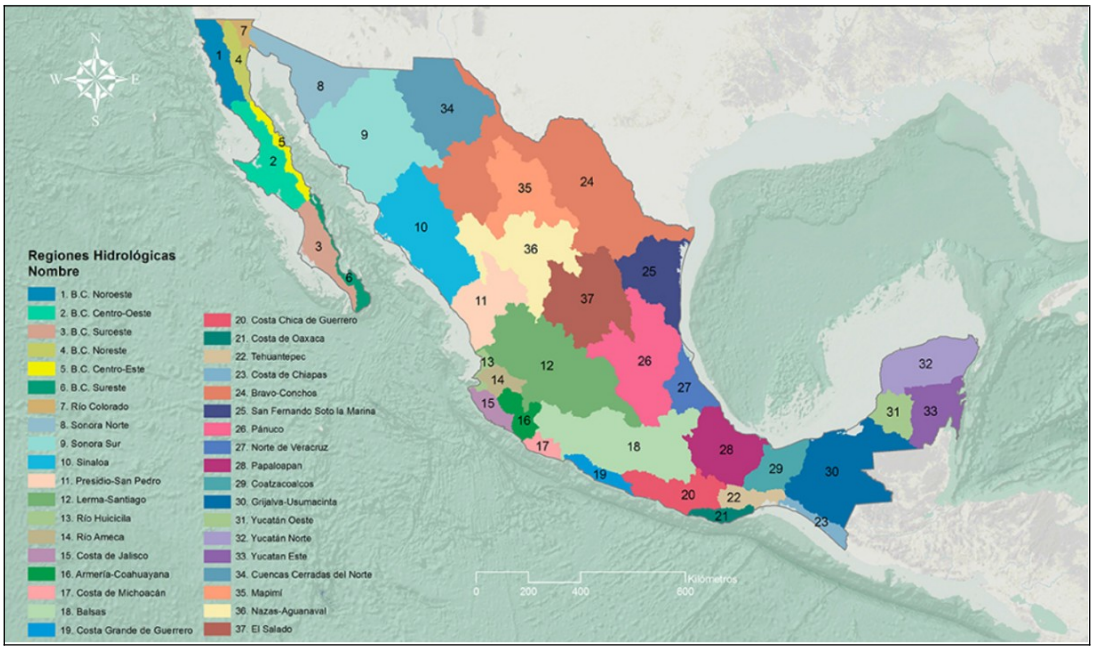


Figura 18. Cuencas hidrológicas en la Península de Yucatán.

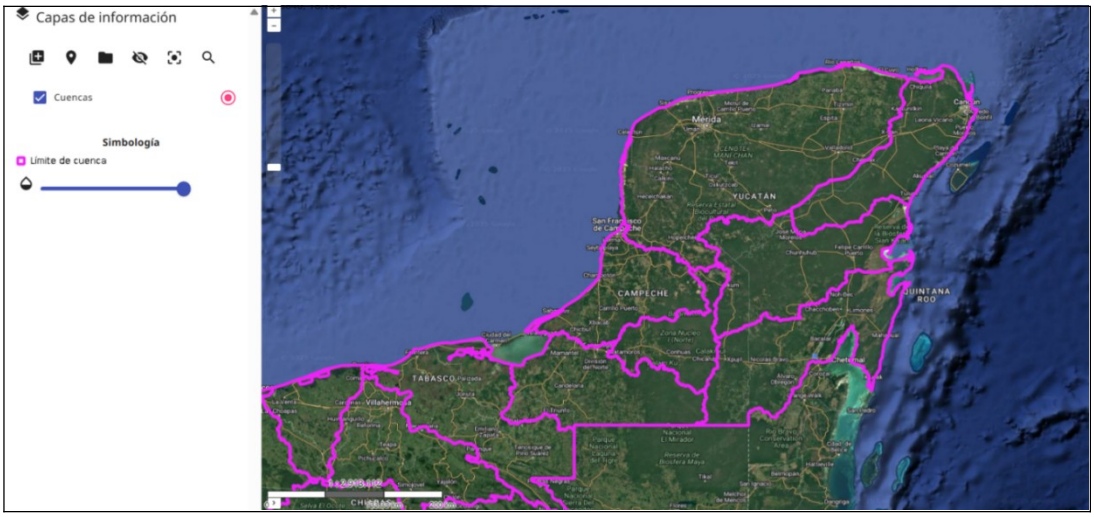


Figura 19. Subcuencas hidrológicas en la Península de Yucatán.

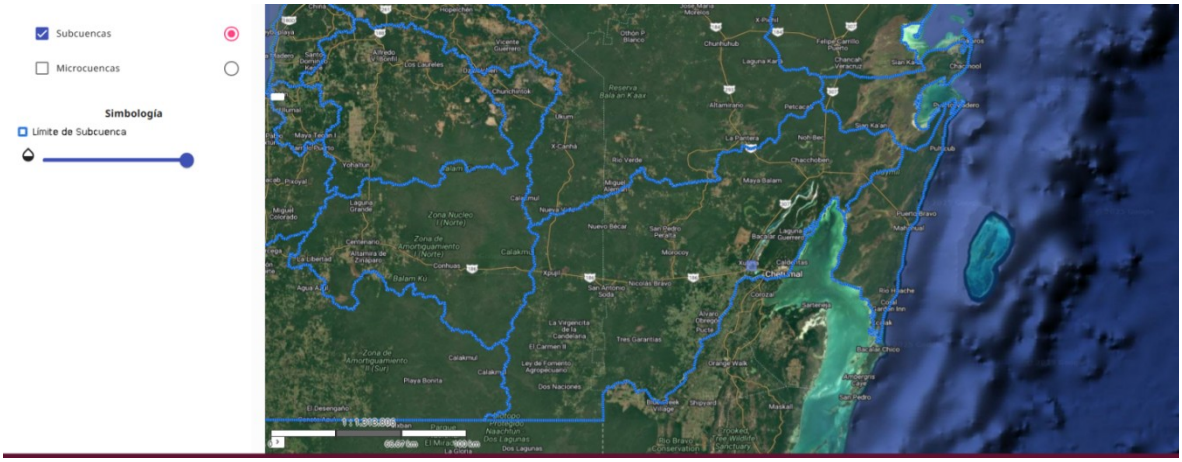
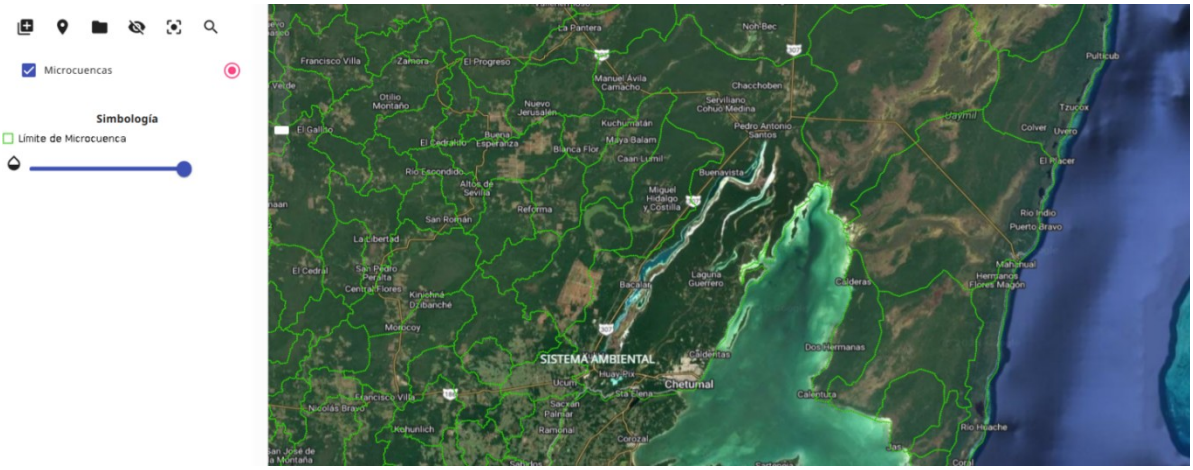


Figura 20. Microcuencas hidrológicas en la Península de Yucatán

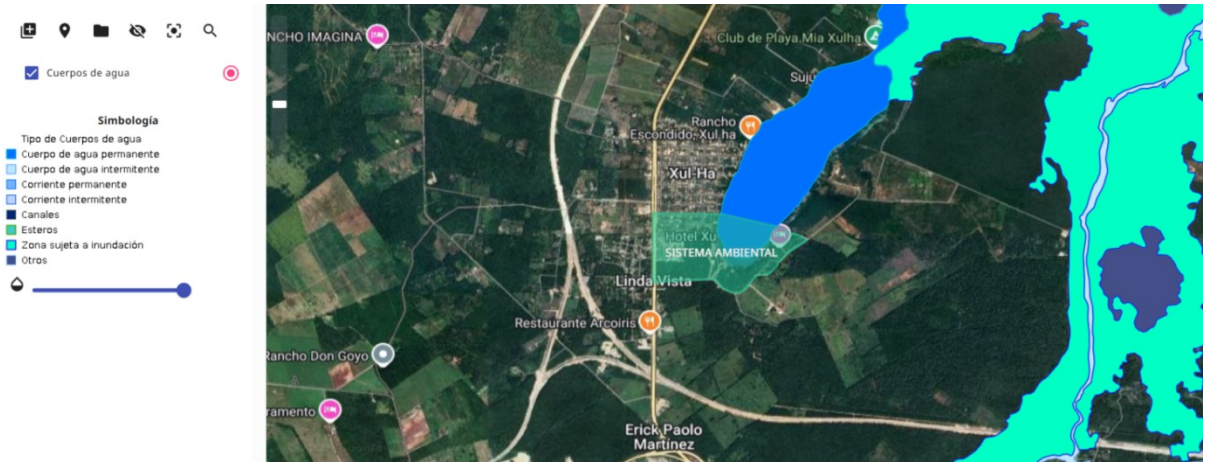


b. Laguna de Bacalar

La Laguna de Bacalar es el cuerpo de agua continental más importante de la Península de Yucatán, tiene una extensión aproximada de 45 km en línea recta desde la localidad de Xul-Ha hasta la de Pedro Antonio de los Santos y hasta 2 km en su parte más ancha.

Esta laguna posee una superficie total de 6,365.25 hectáreas, de las cuales 2,852.44 hectáreas se encuentran en el Municipio de Bacalar, pues el límite municipal corresponde con la parte media de dicho cuerpo de agua.

Figura 21. Laguna de Bacalar



La Laguna de Bacalar forma parte de un sistema hidráulico con otros cuerpos de agua no conectados superficialmente, pero alineados en dirección norte-sur, paralelos a la Bahía de Chetumal, consistente con formaciones geológicas terciarias. Es conocida como "La Laguna de Siete Colores", por el gran atractivo visual que ofrecen las tonalidades cambiantes de sus aguas, aunado al verde de la vegetación de la selva que la rodea.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar (POETLB, 2005), entre los elementos que la batimetría de Bacalar ha proporcionado resalta una profundidad media cercana a los 25 metros con zonas de mayores profundidades, particularmente aquellas asociadas a los cenotes. La estructura de fondo de la Laguna se corresponde con la estructura supuesta de una fractura, sin embargo, los indicios que se tienen muestran una fractura producida por

basculamiento a lo largo de una línea de debilidad en la masa caliza principal que corresponde de manera muy cercana con una línea que podemos trazar a lo largo del centroide de los grupos de cenotes y cuerpos de agua asociados a la formación actual. Es notable la casi verticalidad existente en las paredes occidentales del vaso respecto a los planos inclinados y terrazas formadas en el costado oriental del mismo. La profundidad de las orillas en el costado occidental cambia bruscamente de poco menos de un metro y medio a profundidades mayores a los 15 metros en distancias relativamente cortas, denotando un corte casi vertical en la estructura, por otro lado las profundidades en el costado oriental, varían de manera más gradual, llegando en algunos sitios a la formación de terrazas medianamente extensas hasta llegar a las cotas de máxima profundidad en el centro, en estas terrazas y en la parte central la deposición de materiales calcáreos finos es abundante.

De manera paralela es notable la existencia de una serie de "camas" arenosas en la ribera oriental que se corresponden de modo cercano con las profundidades de la orilla de la ribera occidental y las profundidades de muchos canales de comunicación que hay entre la Laguna de Bacalar y los cuerpos de agua vecinos. Esta característica es indicativa junto con los crecimientos biostromales hallados en la laguna de que el nivel de aguas en este sistema se ha incrementado en los últimos tiempos en aproximadamente un metro y medio (profundidad apreciable en las orillas de la ribera occidental) y en la profundidad de los canales, indicando posiblemente que el hundimiento de la placa continúa tanto por la disolución cárstica como por la compresión de los materiales sedimentarios profundos.

Esta laguna recibe importantes aportes de agua subterránea provenientes de las zonas relativamente altas del Noroeste, a lo largo de su margen oeste. La evidencia proporcionada por las curvas de nivel, determina que el agua subterránea ingresa a la Laguna de Bacalar a través de su pendiente Oeste. Esta franja representa una

estrecha banda con una pendiente relativamente marcada que pronto alcanza la zona central de la laguna. Este canal explica en gran medida la función del importante reservorio de agua dulce en la laguna. Una vez que el aporte continuo de agua rebasa el nivel de este canal central, inicia un importante proceso de drenaje a través de varios puntos de la laguna hacia las lagunas.

Figura 22. Laguna de Bacalar.



Es importante señalar que el proyecto "Casa Xul-Ha" consideró la construcción de un muelle, el cual únicamente fue remodelado, ya que tal como se mencionó en el

Capítulo II al momento de la adquisición del predio por parte del promovente, ya se encontraba construida esta obra y al momento de la remodelación se llevaron a cabo las medidas necesarias para evitar la afectación del cuerpo de agua.

Asimismo, es relevante indicar que las actividades a realizar en esta obra, únicamente son lúdicas y de descanso, que no afecta la calidad de este cuerpo de agua; además de que en el Capítulo VI se implementarán las medidas necesarias para el cuidado y protección del cuerpo de agua derivado de las actividades que lleguen a realizarse durante las etapas de operación y mantenimiento.

c. Hidrología subterránea

Quintana Roo recibe un volumen medio anual de lluvia del orden de 60,000 mm^3, que en su mayor parte se precipita durante los meses de mayo a octubre, adicionalmente ingresa a la Entidad por su borde sur el escurrimiento superficial que el río Hondo colecta en territorio de Guatemala y Belice; considerando el área de la cuenca que corresponde a esos países, se estima que esta aportación es del orden de 500 Mm^3/año.

Debido a la gran capacidad de infiltración y a la poca pendiente topográfica del terreno, alrededor de 80% de la precipitación pluvial se infiltra; el 20% restante se distribuye entre la intercepción de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua: áreas de inundación, lagunas y cenotes.

d. Acuífero

Formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral, el acuífero de Quintana Roo tiene espesor máximo del orden de 400 m. La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología; sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas y esqueletos de organismos, y bajos en los estratos de caliza masiva. A lo largo del tiempo, estas características originales han sido modificadas por fractura miento, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundaria, que varía dentro un amplio rango de valores altos y presentan una distribución espacial muy irregular, tanto en el área como en sentido vertical, a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos. A escala estatal se trata de un acuífero de tipo freático y con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas.

La descarga natural del acuífero ocurre casi íntegramente en la porción baja de la llanura y en la faja costera, sus componentes son: la evapotranspiración, el caudal base del río Hondo y el caudal subterráneo que escapa de la Entidad. La transpiración de las plantas extrae gran cantidad de agua del acuífero en las porciones oriental y norte del Estado, donde la superficie freática se halla a profundidades menores de unos 15 metros. La evaporación directa del agua subterránea es muy significativa en todos aquellos cenotes, lagunas permanentes y áreas de inundación donde aflora aquella superficie, los cuales están ampliamente distribuidos en las porciones centro-oriental y norte del Estado. El volumen anual de descarga que corresponde a estos dos componentes, no cuantificables separadamente, se estima en 6,300 mm^3.

Los acuíferos de Quintana Roo se explotan por medio de varios cientos de captaciones, la mayoría de las cuales están emplazadas en las porciones centro-oriental y norte del Estado.

Las captaciones más numerosas son norias que extraen pequeños caudales para usos agrícola, doméstico y abrevadero, en número mucho menor, pozos con profundidades de 40 a 100 metros suministran gastos de 30 a 70 l.p.s. a los principales núcleos de población; bombas instaladas en algunos cenotes sacan agua para diversos usos. En el área Álvaro Obregón-Pucté, se construyeron 120 pozos para sustentar el desarrollo de la zona cañera, los pozos tienen profundidades de 30 a 250 metros y en su aforo proporcionaron caudales de 30 a 200 l.p.s.

Por su importancia destacan las baterías que abastecen a los desarrollos turísticos de Cancún y Cozumel, cuya construcción se llevó a cabo con especial cuidado para prevenir la intrusión salina vertical. La zona de Cancún es alimentada por varias baterías, que en conjunto constan de 75 pozos y suministran un caudal del orden de 900 l.p.s. En la isla de Cozumel la población y la zona turística reciben agua de una batería de 100 pozos, los cuales tienen profundidades de 10 a 15 metros, y aportan gastos de 1 a 3 l.p.s. cada uno. La circulación natural del agua en el subsuelo de la Entidad es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de descarga. Partiendo de la porción sur-occidental del Estado, donde se origina el flujo, el agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida; a su paso por la llanura, parte importante del agua es extraída por la vegetación; el resto sigue su curso subterráneo hacia la costa y aflora en lagunas y áreas de inundación o escapa subterráneamente al mar.

A escala regional no se han provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del subsuelo es despreciable en comparación con la recarga, y por otra, a que los efectos de bombeo se propagan rápidamente.

Actuando simultánea y alternadamente, la recarga y la descarga del acuífero provocan oscilaciones estacionales de sus niveles de agua, abatimiento en los estiajes y ascenso

en la temporada de lluvias, cuya magnitud es de apenas unos cuantos decímetros en las porciones norte y centro de la entidad; además la evapotranspiración, los cambios en la presión atmosférica y la influencia de las mareas en la faja costera, provocan fluctuaciones piezométricas diarias y estacionales, de unos cuantos centímetros a unos cuantos decímetros. Pese a su reducida magnitud, estas pequeñas oscilaciones son de consideración, porque provocan fuertes movimientos de la interfase que separa el agua dulce del agua marina (la interfase salina) y, en consecuencia, hacen variar notablemente el espesor aprovechable del acuífero, ya de por sí muy reducido en gran parte del estado; la importancia práctica de este fenómeno se pone de manifiesto si se toma en cuenta, por ejemplo, que en respuesta a un abatimiento de 10 centímetros del nivel freático, la interfase salina asciende 4 m en el mismo sitio y el espesor saturado de agua dulce decrece en la misma medida.

No se ha registrado tendencia progresiva descendente de los niveles, pero dada la irregular frecuencia de su observación, no se descarta la posibilidad de que en las zonas de mayor concentración de pozos se estén originando abatimientos progresivos, como podría ser el caso en el área donde se encuentran las baterías de pozos que abastecen a Cancún y a Isla Mujeres.

En condiciones naturales, la posición de los niveles del agua con respecto a la superficie del terreno depende de la topografía. En la porción continental del estado la profundidad a los niveles aumenta gradualmente de la costa hacia tierra adentro, desde una fracción de metro hasta más de 120 metros; es menor que 5 metros dentro de una faja costera de 50 Km. A partir de la costa; de 5 a 20 metros en el resto de la llanura; y de 20 a 120 metros en el área de lomeríos. En Cozumel, la superficie freática oscila a profundidades menores que 3 metros en la faja costera y de 3 a 5 metros en el resto de la isla.

e. Balance del Acuífero

El acuífero de Quintana Roo recibe un volumen medio anual del orden de 13,350 Mm^3 de agua, originado por infiltración dentro de la propia Entidad, y descarga un volumen equivalente integrado como sigue: 6,300 Mm^3 retornan a la atmósfera por evapotranspiración, 850 afloran en el cauce del río Hondo, 1,350 pasan subterráneamente a Yucatán, 4,500 escapan al mar y 350 son extraídos por las captaciones. Por su parte el acuífero de Cozumel tiene una recarga media de 144 Mm^3 y una descarga natural del orden de 710 Mm^3, compuesta por el volumen evapotranspirado y por la descarga subterránea al mar.

De los balances anteriores se infiere que la explotación prácticamente no ha modificado el estado natural del acuífero y, por tanto, que se está fugando del mismo casi la totalidad de volumen renovable. La disponibilidad permanente del agua subterránea, es menor que la recarga apuntada, ya que cualquier reducción significativa del caudal que fluye hacia al mar, se traduciría en un desplazamiento importante de la interfase salina hacia tierra adentro, mientras que la descarga por evapotranspiración sólo puede disminuirse sustancialmente eliminando la vegetación nativa o produciendo fuertes abatimientos de la superficie freática, que no son permisibles porque provocan el ascenso del agua salobre subyacente.

En tales condiciones, no puede interceptarse íntegramente, mediante captaciones, el volumen de agua descargado por el acuífero; no obstante, se estima que por lo menos unos 2,500 Mm^3 podrían bombearse anualmente sin inducir efectos perjudiciales, siempre y cuando los pozos sean adecuadamente distribuidos, diseñados y operados.

f. Disponibilidad del Acuífero

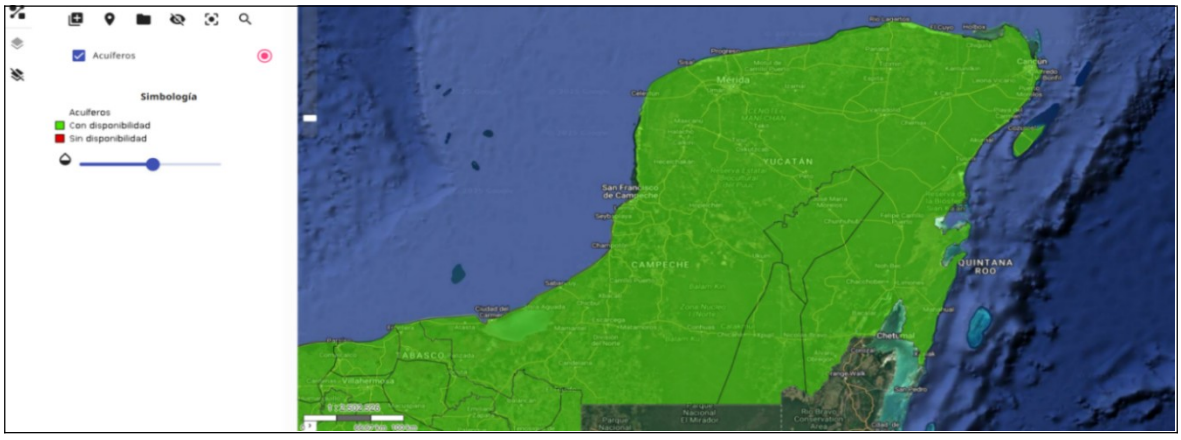
Es importante resaltar que, conforme a lo señalado por la Comisión Nacional del Agua, el acuífero en el que se encuentra el SA, AI y AP, conocido como "Península de Yucatán" se cuenta con la siguiente información:

Tabla 2. Disponibilidad del acuífero "Península de Yucatán"

DISPONIBILIDAD POR ACUÍFERO						
Los siguientes valores se utilizan en la información de cada acuífero. • Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA) • Descarga Natural Comprometida (DNC) • Recarga Media Anual (R) • Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS)						
CLAVE	**ACUÍFEROS**	**R**	**DNC**	**VEAS**	**DMA**	**DOCUMENTO**
3105	Península de Yucatán	14931.8	7686.8	5185.365077	2059.634923	DR_3105

Asimismo, se presenta el siguiente mapa en el que se demuestra la disponibilidad del acuífero "Península de Yucatán"

Figura 23. Acuífero "Península de Yucatán".



Derivado del análisis realizado, se concluye que el sitio propuesto para el proyecto se localiza dentro del acuífero "Península de Yucatán", el cual cuenta con disponibilidad hídrica. Por lo tanto, el desarrollo del proyecto no presenta limitaciones en cuanto a su operación, aunado a que el suministro de agua potable será proporcionado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo. Asimismo, se implementarán las medidas necesarias para evitar la contaminación tanto del acuífero como del cuerpo de agua más cercano, en este caso, la Laguna de Bacalar. El proyecto contará con un sistema de manejo hidrosanitario adecuado para la zona, que de acuerdo a lo que se indica en el Capítulo II, consta de un Biodigestor Autolimpiable de la marca Rotoplasty, modelo TOL-7000L, con capacidad de 7,000 litros, es importante señalar que las aguas tratadas serán conducidas a un humedal artificial como sistema secundario, mismo que será construido antes de que de inicio la etapa de operación del proyecto, lo anterior con la finalidad de reutilizar las aguas residuales generadas durante la operación del proyecto.

g. Inundaciones

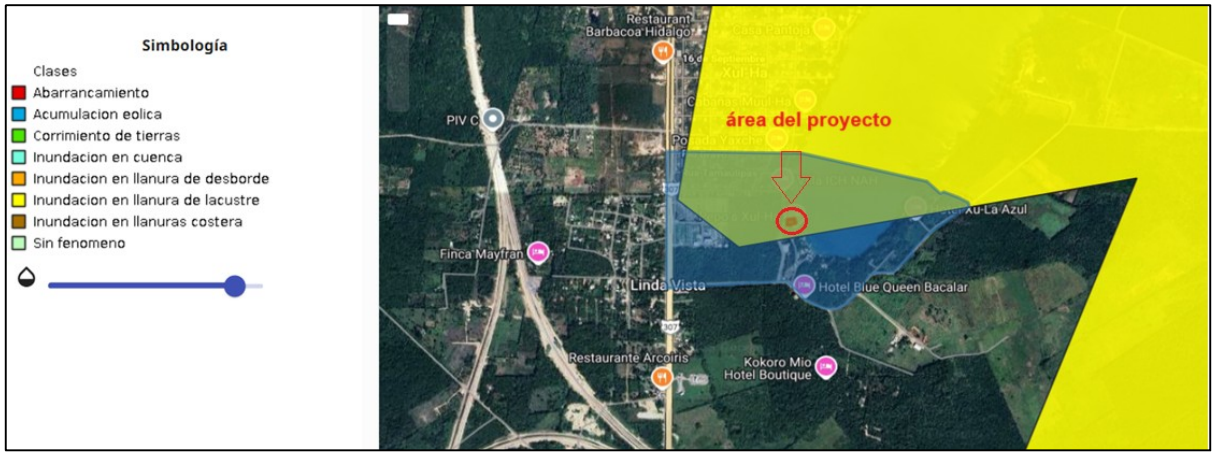
Los polígonos de zonas inundables se obtienen de los registros históricos que tiene la Dirección de Protección Civil del Ayuntamiento de Othón P. Blanco. También se utilizó el Modelo Digital del Terreno del cual se obtuvo las zonas bajas de la ciudad (de 1 a 3 msnm). La sobreposición de las capas anteriores conjuntamente con la inspección visual en campo permitió delimitar las zonas inundables. El nivel de peligro en las mismas fue determinado a partir de las precipitaciones máximas registradas y estableciendo áreas de peligro alto, medio, bajo y muy bajo.

El 10% de la superficie del área de estudio está expuesta a un peligro muy alto por inundación (5.2.1 AMCH-Peligro por inundación) como lo evidencia las inundaciones registradas por marea de tormenta en la zona de la bahía de Chetumal.

El 30% de la superficie de estudio, de manera dispersa en la zona urbana de Chetumal presenta un peligro alto por acumulación por precipitación (5.2.2 CHET-Peligro inundación), son aquellas colonias que no cuentan con un sistema de drenaje y alcantarillado. En la zona norte de la Ciudad de Chetumal se encuentra la colonia de reciente creación llamada Nuevo Progreso que originalmente fue un asentamiento irregular edificado a un costado de una zona de humedales, localmente conocida como la Sabana y que presenta un peligro alto por inundación.

Al este de la ciudad de Chetumal se localizan lagunas y humedales, junto a ellas se encuentran las localidades como Subteniente López que está expuesta a peligro alto en periodos de precipitación por inundaciones y al desbordarse los cuerpos de agua; las localidades de Huay-Pix y Xul-Ha presentan un peligro medio y bajo, de acuerdo al reporte realizado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el área del proyecto se encuentra en una zona definida como inundación en llanura lacustre, tal como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 24. Zona de inundación en el AP, AI y AP.



Es importante señalar que de acuerdo al plano arquitectónico (Anexo 3), se tiene como nivel más alto al primer piso es de 2.0 m, por lo que el método propuesto para la construcción de la casa está diseñado para evitar la inundación de la casa, además de que el riesgo de inundación es medio.

IV.3.1.2 Medio biótico

A) Caracterización y composición de la vegetación del SA

La mayor parte del estado de Quintana Roo tiene como cobertura vegetal natural a las selvas medianas (Miranda, 1958, Conabio, 1997). Miranda (1958) dividió la selva mediana en diferentes categorías dependiendo de su heterogeneidad florística. Entre los ejemplos de este enfoque estructural para el estudio de las selvas quintanarroenses destacan los trabajos de Sánchez (2000) y Durán (1986), presentando la estructura y composición detallada de la selva mediana y baja, respectivamente.

El valor de la vegetación en el Estado no solamente está representado en las selvas, sino también en los ecosistemas costeros, en los que se manifiesta una vegetación que alcanza una menor altura y que están representados por una serie de ecosistemas en donde se ve claramente la influencia de la línea litoral. De esta manera, se da lugar a la vegetación de duna costera y los manglares, zonas de exuberante belleza y en las cuales se desarrolla el motor económico de la región, las actividades turísticas.

Miranda (1958), señaló que en Quintana Roo se distribuían tres importantes tipos de vegetación. Asimismo, se menciona que estas comunidades vegetales fueron definidas como agrupaciones primarias óptimas; es decir, correspondientes con grandes áreas cubiertas de vegetación natural cuya característica primordial es que no estaban sujetas a la modificación por las actividades humanas. La distribución de la vegetación del Estado fue representada mediante un plano general, en donde se señaló a la Selva Alta (o Mediana) Subperennifolia como aquella de más amplia distribución, ya que se extendía en prácticamente el 90% de la superficie del Estado. Lo cual comprende desde la zona muy al Norte de Puerto Juárez y se extiende hacia el Sur, incursionando dentro del territorio de los países de Guatemala y Belice. Por su parte, la Selva Alta (o Mediana) Subdecidua fue señalada con una distribución que se restringe hacia la zona Centro de la Península de Yucatán, por lo que coincide con la zona limítrofe con Yucatán. Finalmente, la Selva Baja Decidua se manifiesta tan solo como un pequeño manchón de vegetación ubicado en una zona al Norte de Puerto Juárez.

En cuanto a las características generales de la vegetación este mismo autor, señala que la Selva Alta (o Mediana) Subperennifolia es un ecosistema que "alcanza los 25 a 35 m de altura, la precipitación pluvial en esta región es de unos 1000-1500 mm anuales. Las lluvias son abundantes en el verano (mayo a noviembre), pero es de notar que en toda la temporada seca tiene siempre algo de precipitación. La selva se desarrolla sobre suelos relativamente bien drenados, ya sean casi planos o en las

laderas de los cerros bajos o colinas. Se considera que la especie más característica es Manilkara zapota (chicle)". La Selva Alta (o Mediana) Subdecidua, es una vegetación que "alcanza entre 25 y 30 m de altura. La precipitación es menor que el tipo anterior y varía entre los 1000-1200 mm anuales. Las lluvias también se manifiestan en el verano, pero con una temporada seca más larga (noviembre a mayo). Asimismo, la selva se desarrolla en suelos rocosos, calizos, ya de ladera o planos, generalmente con suelo somero, salvo en las hondonadas. Se considera que la especie más característica es Vitex gaumeri (Ya'axnik). Finalmente, la Selva Baja Decidua se describe como una comunidad que "alcanza una altura que oscila entre 8 y 15 m de altura, pero a veces algo más baja (6 m), distinguiéndose por la continua presencia de la elegante palma Pseudophoenix sargentii (Yaxhalche o Kuká).

Flores y Espejel (1994), modifica de manera ligera la distribución de la vegetación propuesta por Miranda 36 años atrás, al añadir tres elementos de importancia como son: la vegetación de las zonas costeras que incluye a la duna costera y manglar. Así como la existencia de zonas bajas sujetas a inundación hacia el interior de la zona continental que se reconocen como propias para la distribución de asociaciones de hidrófitos. Las denominadas agrupaciones óptimas definidas por Miranda han reducido en tal medida su área geográfica y han sido remplazadas por comunidades no óptimas como son los acahuales o zonas de vegetación con estado de desarrollo secundario. De hecho, de acuerdo con estos autores, en la Península de Yucatán la vegetación dominante es aquella que tiene un origen secundario.

B) Tipos de Vegetación

Los principales tipos de vegetación que se presentan en el estado de Quintana Roo se detallan a continuación:

a) Selva baja espinosa subperennifolia: Se encuentra en zonas bajas y planas, en terrenos con drenaje deficiente que se inundan en la época de lluvias, pero se secan totalmente en invierno, y principalmente se localizan de manera dispersa del centro y hacia el sur del estado.

a.1 Comunidades vegetales: ek' (*Haematoxylum campechianum*), pukte' (*Bucidas buceras*), boxchechem (*Metopium brownei*), sakpa' (*Byrsonima bucidaefolia*), k'uche' (*Cedrella odorata*), sakchechem (*Cameraria latifolia*), waya (*Talisia oliviformis*), nance (*Byrsonima crassifolia*), bob (*Coccoloba diversifolia*), tzalam (*Lysiloma bahamensis*), ya'axche'(*Ceiba pentandra*), chom (*Cochlospermum vitifolium*), chukum (*Pithecellobium keyense*), waxim (*Leucaena leucocephala*), kuka'(*Pseudophoenix sargentii*), kitamche (*Caesalpinia gaumeri*) y ya'axche'(*Ceiba pentandra*).

b) Selva baja subcaducifolia: Se localiza en pequeños manchones a lo largo de la costa, desde el norte hasta la parte sur, donde es más extensa, y tierra adentro en el camino Mahahual-Xcalak.

b.1 Comunidades vegetales: Boxchechem (*Metopium brownei*), tzalam (*Lysiloma bahamensis*), tsipil (*Beaucarnea ameliae*), kuka'(*Pseudophoenix sargentii*), ki'(*Agave sp.*), chakah (*Bursera simaruba*) y bob (*Coccoloba diversifolia*)

c) Selva baja caducifolia: Este tipo de vegetación se desarrolla en la parte norte del estado, en condiciones donde predominan los climas cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos.

c.1 Comunidades vegetales: chakah (*Bursera simaruba*), tzalam (*Lysiloma bahamensis*), ya'axche'(*Ceiba pentandra*), chom (*Cochlospermum vitifolium*), chukum (*Pithecellobium keyens*), waxim (*Leucaena leucocephala*), Erytrhina standleyana, kuka'(*Pseudophoenix sargentii*), guayacán (*Guaiacum sanctum*), saknicte' (*Plumeria obtusa*), ya'axche'(*Ceiba pentandra*), siliil (*Diospyros veraecrucis*), hool (*Hampea trilobata*), boxchechem (*Metopium brownei*), pepino kat (*Parmentiera aculeate*), ek' (*Haematoxylum campechianum*), chom (*Cochlospermum vitifolium*), xul (*Lonchocarpus xuul*)

d) Palmar: Se localiza en el sur del estado en manchones dispersos. Consiste en una asociación de plantas monopódicas pertenecientes a la familia Arecaceae (*Palmae*). Los palmares pueden formar bosques aislados.

d.1 Comunidades vegetales: huano (*Sabal mexicana*), corozo (*Orbignya cohune*), tasiste (*Acoelorrhaphe wrigthii*), cocoyol (*Acrocomia mexicana*), Roystonea regiapalmita y xiat (*Chamaedorea seifrizii*)

e) Manglar: Se distribuye en grandes macizos a lo largo de toda la costa de Quintana Roo, pero en mayor proporción desde la reserva de la biósfera de Sian Ka'an hasta Xcalak.

e.1 Comunidades vegetales: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Cladium jamaicense*, *Conocarpus erectus* y *Typha domingensis*

f) Sabana: Se localiza del centro al sur del estado en manchones de pequeñas proporciones. Se desarrolla sobre terrenos planos o poco inclinados, en suelos profundos y arcillosos que se inundan durante el periodo de lluvias y se endurecen en época de sequía.

f.1 Comunidades vegetales: *Andropogon bicornis, Paspalum pectinatum, Andropogon altus, Imperata sp., Panicum maximun, Cyperus sp*., *Dichromena ciliata* y sakpa' (*Byrsonima bucidaefolia*)

g) Vegetación de dunas costeras: Este tipo de vegetación se distribuye sobre la costa en zonas arenosas, generalmente alternada con el manglar a lo largo del estado.

g.1 Comunidades vegetales: *Phragmites communis*, *Cordia sebestena, Jacquinia aurantiaca, Canavalia rosea, Ernodea littoralis, Chrysobalanus icaco* y *Bumelia retusa*

h) Petén: Se encuentra en las cercanías a las bahías Ascensión y Espíritu Santo, en la reserva de la biósfera de Sian Ka'an y cerca de cuerpos de agua importantes, como la Laguna de Bacalar, en las cercanías del Río Hondo y próximo a la Bahía de Chetumal.

h.1 Comunidades vegetales: tasiste (*Acoelorrhaphe wrigthii*), Laguncularia racemosa, Cladium jamaicense, ch'it (*Thrinax radiata*), chakah (*Bursera simaruba*) y pukte' (*Bucidas buceras*).

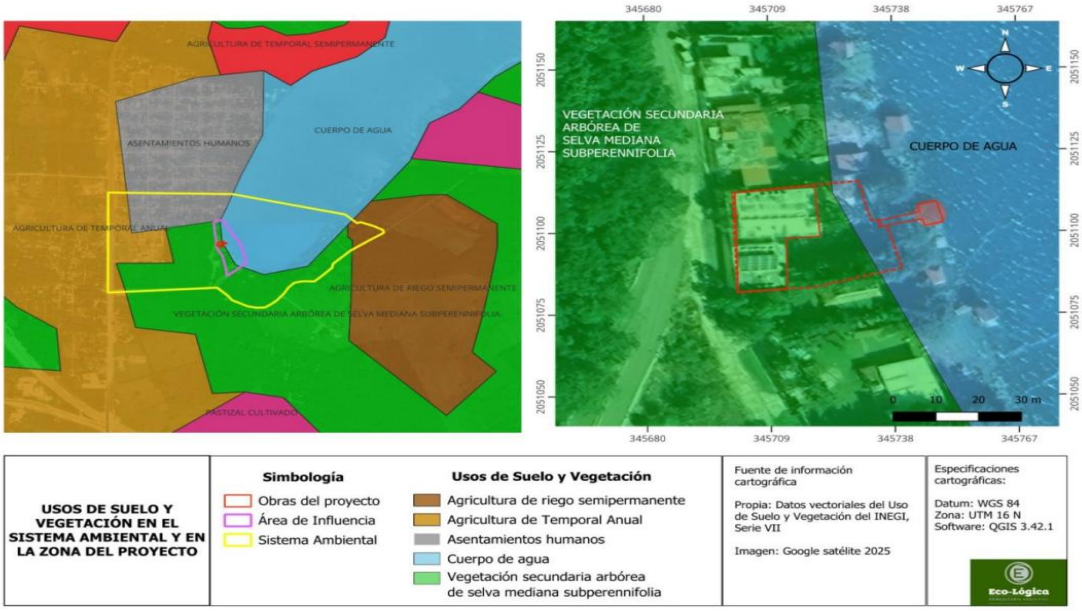
i) Tular: Incluye al saibal y son comunidades de plantas acuáticas arraigadas en el fondo, constituidas por monocotiledóneas. Dependiendo del tipo de planta dominante es el nombre que recibe (tule y tulillo: tular; saibal o zacate cortadera: saibal). El tular

se desarrolla en lagunas y lagos tanto de agua dulce como salada y de poca profundidad, el saibal en terrenos que siempre conservan humedad y que se inundan en épocas de lluvia. Ambos se distribuyen abundantemente en la reserva de la biósfera de Sian Ka'an.

C) Tipos de Vegetación en el SA, AI y AP

Los usos de suelo y tipos de vegetación reportados en las zonas correspondientes SA, IA y AP, de acuerdo con la clasificación establecida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su Serie VII, se muestran de manera detallada en la figura siguiente. Esta representación gráfica permite visualizar la distribución y diversidad del paisaje, así como analizar los patrones de ocupación territorial y su relación con las funciones ecológicas y socioeconómicas de cada zona.

Figura 25. Usos de suelo y vegetación en el SA, AI y AP.



Vegetación en el SA:

De acuerdo al análisis reportado por el SIGEIA, mismo que se basa en lo establecido en los Usos del Suelo y Vegetación (Serie VII INEGI 2018), para el caso del SA, se reporta la presencia de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y un cuerpo de agua, así como los usos de suelo definidos como agricultura de riego y de temporal, y asentamientos humanos.

Vegetación en el AI:

Para el caso del AI, se reporta la presencia de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y un cuerpo de agua.

Vegetación en el AP:

Para el caso del AP, se reporta la presencia de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

D) Muestreo de vegetación en el SA

Con la finalidad de conocer la riqueza, estructura y composición florística de la vegetación presente en el SA, AI y AP se llevó a cabo el muestreo de la cubierta vegetal presente en dicha área.

Método de muestreo

Para la descripción de las comunidades vegetales y usos de suelo presentes dentro del SA y AI, se aplicó un muestro aleatorio, asimismo, se tomaron fotografías para evidenciar la condición general de la vegetación y zonas colindantes, al momento del levantamiento de los datos de campo.

Los puntos de muestreo fueron georreferenciados utilizando un Geoposicionador satelital (GPS). El registro de la ubicación de los sitios de muestreo se realizó en el centro de cada uno de ellos, con el uso de unidades UTM con Datum WGS84.

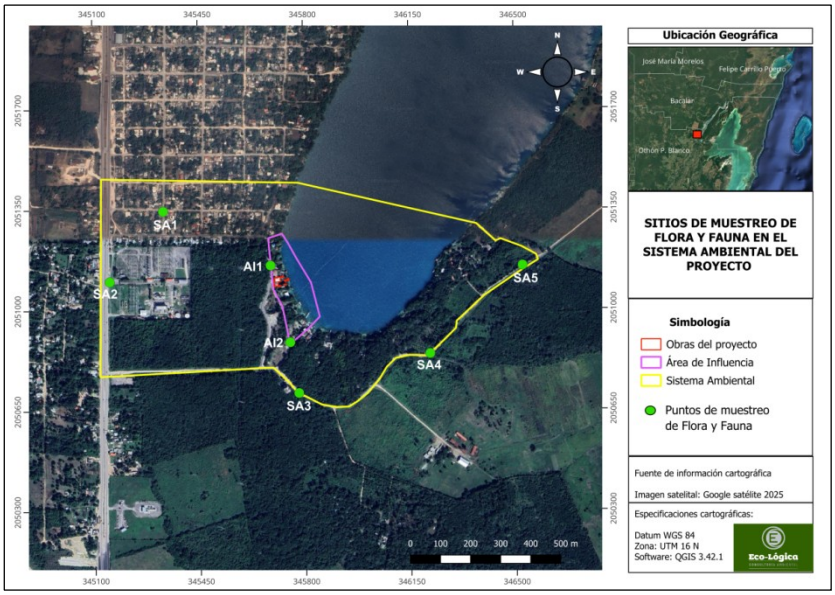
Las coordenadas de los puntos de muestreo se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 3. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo Q16 WGS84

Sitio de muestreo	Coordenadas	
	X	Y
SA1	345,337	2,051,349
SA2	345,144	2,051,086
SA3	345,780	2,050,710
SA4	346,217	2,050,846
SA5	346,522	2,051,139
AI1	345,691	2,051,159
AI2	345,753	2,050,887

Asimismo, se presenta el siguiente mapa los puntos de muestreo antes señalados.

Figura 26. Sitios de muestreo en el SA y AI.



Es importante indicar que los sitios de muestreo fueron tomados en las zonas a las que se pudo acceder, ya que la mayoría de los predios dentro del SA son propiedad privada, y se encuentran delimitados por alambres, bardas o arbolado, sin embargo, se pudo hacer un adecuado levantamiento de la flora presente y demostrar claramente los tipos de vegetación presentes en el SA, AI y AP, considerando además que la vegetación es homogénea debido a las condiciones ambientales en la zona, como el clima, humedad y tipo de suelo presente.

Figura 27. Fotografías del punto SA1.



Figura 28. Fotografías del punto SA2.



Figura 29. Fotografías del punto SA3.



Figura 30. Fotografías del punto SA4.



Figura 31. Fotografías del punto SA5.



Figura 32. Fotografías del punto AI1.



Figura 33. Fotografías del punto AI2.



Muestreos, análisis y caracterización de la flora

En el inventario del SA, se aplicó el método de muestreo aleatorio, los sitios de muestreo fueron delimitados mediante la utilización de brújula y cinta métrica, también se marcó el centro de cada uno de ellos.

Las dimensiones de los sitios correspondientes al estrato alto son de 40 X 20 m, lo que nos arroja una superficie de 800 m²; en cada uno de los cuales se contabilizaron todos aquellos ejemplares con un DN (diámetro normal) igual o mayor a 7.5 cm; de esta manera, se procedió a registrar los datos por especie, es decir, en cada individuo se tomaron las variables de DN, altura total, diámetro de copa mayor y diámetro de copa menor, además de género, especie y nombre común. La superficie total muestreada fue de 4,800 m².

Para la toma de datos del estrato arbustivo, se levantaron sitios de 20 X 20 m, es decir 400 m², mismos que incluyeron los individuos con diámetro del tallo igual o mayores a 2.5 cm y menores a 7.5 cm; todos los individuos con esta condición fueron registrados según su especie y recabando las variables de diámetro del tallo, altura total, diámetro

de copa mayor, diámetro de copa menor, así como su información de nombre común, género y especie. La superficie total muestreada fue de 2,400 m².

En el estrato herbáceo, se levantaron sitios de 10 X 10 m (100 m² c/u), en los que fueron incluidos todos los individuos con diámetros menores a 2.5 cm. También se tomaron datos de nombre común, género, especie, diámetro de copa mayor diámetro de copa menor y número de individuos.

Estructura vertical

La estructura vertical de la vegetación se observa a través de su estratificación. Los estratos son "cada porción de masa vegetal de una comunidad contenida dentro de un límite de altura determinado". La estructura vertical se puede determinar en función de la altura, aunque es recomendable diferenciar los estratos teniendo en cuenta también las formas biológicas, de esta manera, se obtiene información para realizar comparaciones entre comunidades vegetales.

La distinción del número de estratos constituye un problema complejo y existen diversas soluciones alternativas basadas unas en sus límites altitudinales concretos y/o en las formas biológicas. En este caso, se dividió la vegetación considerando su altura.

Resultados:

Una vez realizados los muestreos de campo se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4. Especies identificadas en el SA y AI

No.	Nombre científico	Abundancia
1	*Alseis yucatanensis*	8
2	*Bursera simaruba*	28
3	*Cascabella thevetia*	3

No.	Nombre científico	Abundancia
4	*Brosimum alicastrum*	6
5	*Casearia corymbosa*	14
6	*Cecropia obtusifolia*	3
7	*Coccoloba acapulcensis*	4
8	*Coccoloba cozumelensis*	2
9	*Coccoloba diversifolia*	10
10	*Dendropanax arborea*	8
11	*Hippocratea excelsa*	2
12	*Lonchocarpus rugosus*	6
13	*Lysiloma latisiliquum*	7
14	*Malmea depressa*	16
15	*Manilkara achras*	6
16	*Metopium brownei*	20
17	*Nectandra coriacea*	4
18	*Piscidia piscipula*	53
19	*Pouteria campechiana*	11
20	*Sabal yapa*	8
21	*Sideroxylon salicifolium*	4
22	*Simarouba glauca*	3
23	*Spondias mombin*	6
24	*Trichilia havanensis*	3
25	*Zuelania guidonia*	4
26	*Cupania sp*	7
27	*Chrysophyllum mexicanum*	4
T O T A L		**250**

El análisis de abundancia de especies de flora revela una composición vegetal diversa, con un total de 27 especies y una sumatoria de 250 individuos. La especie con mayor representación fue *Piscidia piscipula* (jabín), con 53 individuos, lo que indica su predominancia dentro del área de estudio y su posible importancia ecológica o adaptabilidad a las condiciones del sitio tales como alta tolerancia a la sequía y suelos pobres. Le siguen *Bursera simaruba* (chaca) con 28 individuos y *Metopium brownei* (chechén negro) con 20, ambas especies comunes de selvas medianas o bajas subperennifolias.

En contraste, varias especies como *Coccoloba cozumelensis, Hippocratea excelsa* y *Trichilia havanensis* se encontraron con apenas 2 o 3 individuos, lo cual podría sugerir una baja densidad poblacional, una distribución más restringida, una menor competitividad frente a otras especies y/o presión antrópica o disturbio ambiental.

Intensidad de muestreo del SA.

Como era de esperarse, la intensidad del muestreo del SA, considerando la superficie total del SA y AI, resultan valores muy bajos; sin embargo, el objetivo del muestreo de flora en el SA y AI es hacer un análisis que sea comparable con el área del proyecto y que las especies se encuentren representadas dentro del SA con el fin de que no se vean mayormente afectadas las especies de flora presentes en los polígonos donde pretenden realizarse las obras y la biodiversidad se mantenga, además, es importante reiterar que el proyecto se realizará en un sitio que se encuentra impactado por actividades humanas tales como la agricultura, los asentamientos humanos y la construcción y operación de vías de comunicación.

Confiabilidad del muestreo en el SA y el AI

De acuerdo con la información recabada en el muestreo se obtuvo una riqueza específica total de 27 especies de flora; sin embargo, el error de considerar como valor absoluto la cantidad de especies para un área determinada es el subestimar el número total de especies (S) encontradas en un muestreo, en virtud de que no todas tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución, por lo que no se estarían reportando las especies "raras" o de baja distribución en un ecosistema o unidad geográfica determinado. Por lo anterior se tiene técnicas que miden la "rarefacción" de ciertas especies y su extrapolación con el objetivo de estimar el número real de las especies en el área de estudio, aunado a que es importante señalar que la mayoría de las especies identificadas son de tipo exóticas, debido a que el SA y AI se han visto afectadas por las actividades y los cambios de usos de suelo que ha sufrido el medio a lo largo del tiempo.

El resultado de la riqueza especifica total se debe a que el SA se compone principalmente por Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y un cuerpo de agua, así como los usos de suelo definidos como agricultura de riego y de temporal y asentamientos humanos.

Riqueza y abundancia de especies en el SA y AI

Una vez realizados los muestreos en campo se procede a analizar la información obtenida, con la finalidad de determinar la riqueza y la abundancia de especies tanto en el SA como en el AI, por lo que estos términos se definen de la siguiente manera:

Riqueza: número de especies presentes en una comunidad y se utiliza como indicador de la reducción de especies como respuesta ante disturbios (McIntosh, 19671).

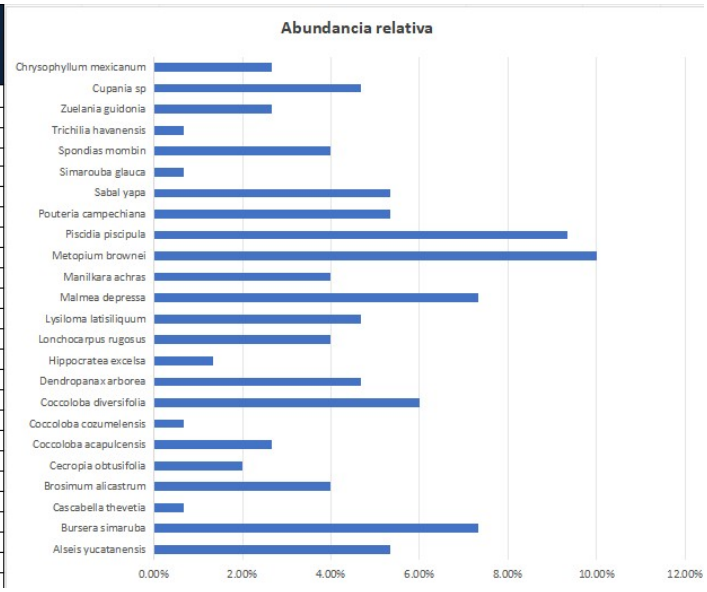
Abundancia relativa: número de especímenes de una especie que se registran dentro de las unidades de muestreo en relación con el número total de especies presentes en las unidades de muestreo.

A partir de la información obtenida a partir de los trabajos de campo se calculó la riqueza y abundancia relativa tanto para el SA y AI, como para el Área del proyecto y se obtuvo lo siguiente:

Riqueza y abundancia de especies en el SA y AI

Tabla 5. Abundancia relativa de flora en el SA y AI.

Nombre científico	# de individuos en el SA y AI	Abundancia relativa
Alseis yucatanensis	8	5.33%
Bursera simaruba	11	7.33%
Cascabella thevetia	1	0.67%
Brosimum alicastrum	6	4.00%
Cecropia obtusifolia	3	2.00%
Coccoloba acapulcensis	4	2.67%
Coccoloba cozumelensis	1	0.67%
Coccoloba diversifolia	9	6.00%
Dendropanax arborea	7	4.67%
Hippocratea excelsa	2	1.33%
Lonchocarpus rugosus	6	4.00%
Lysiloma latisiliquum	7	4.67%
Malmea depressa	11	7.33%
Manilkara achras	6	4.00%
Metopium brownei	15	10.00%
Piscidia piscipula	14	9.33%
Pouteria campechiana	8	5.33%
Sabal yapa	8	5.33%
Simarouba glauca	1	0.67%
Spondias mombin	6	4.00%
Trichilia havanensis	1	0.67%
Zuelania guidonia	4	2.67%
Cupania sp	7	4.67%
Chrysophyllum mexicanum	4	2.67%
Total	150	100%



[1] McIntosh, R.P. (1967) An Index of Diversity and the Relations of Certain Concepts to Diversity. Ecology, 48, 392-404

Para el caso específico del SA del proyecto se presenta la siguiente información:

De la información antes plasmada, se tiene que las especies *Piscidia piscipula*, y *Bursera simaruba* tuvieron una mayor cantidad de individuos, presentando abundancias mayores, por lo que se puede observar que si bien, aún es posible encontrar algunos elementos de flora nativa, también se encuentran elementos que vegetación que demuestran grado de deterioro que ha sufrido el SA debido a las actividades antropogénicas que se realizan en la zona, así como los usos de suelo que se presentan.

Índice de Biodiversidad de Shannon-Wiener para el SA y AI.

El uso de los índices que se utilizan para medir la biodiversidad aporta una visión parcial pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. Para el cálculo del índice de biodiversidad de este proyecto se utilizó el índice de Shannon-Wiener (H).

Es fundamental que al utilizar el índice de biodiversidad se consideren las limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular. Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, que se refiere a cómo la abundancia se distribuye entre las especies de la comunidad.

El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H', se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

Donde H' es el índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

Los resultados a partir de los datos levantados en el muestreo propio de riqueza, abundancia relativa y biodiversidad se presentan a continuación.

Tabla 6. Índice de diversidad de Shannon de flora en el SA.

Índice de Shannon vegetación SA y AI total			
Especies	**# de individuos**	**Pi**	**H**
	(N)		**Pi*LnPi**
Alseis yucatanensis	8	0.05	-0.16

Índice de Shannon vegetación SA y AI total			
Especies	**# de individuos**	**Pi**	**H**
	(N)		**Pi*LnPi**
Bursera simaruba	11	0.07	-0.19
Cascabella thevetia	1	0.01	-0.03
Brosimum alicastrum	6	0.04	-0.13
Cecropia obtusifolia	3	0.02	-0.08
Coccoloba acapulcensis	4	0.03	-0.10
Coccoloba cozumelensis	1	0.01	-0.03
Coccoloba diversifolia	9	0.06	-0.17
Dendropanax arborea	7	0.05	-0.14
Hippocratea excelsa	2	0.01	-0.06
Lonchocarpus rugosus	6	0.04	-0.13
Lysiloma latisiliquum	7	0.05	-0.14
Malmea depressa	11	0.07	-0.19
Manilkara achras	6	0.04	-0.13
Metopium brownei	15	0.10	-0.23
Piscidia piscipula	14	0.09	-0.22
Pouteria campechiana	8	0.05	-0.16
Sabal yapa	8	0.05	-0.16
Simarouba glauca	1	0.01	-0.03
Spondias mombin	6	0.04	-0.13
Trichilia havanensis	1	0.01	-0.03
Zuelania guidonia	4	0.03	-0.10
Cupania sp	7	0.05	-0.14
Chrysophyllum mexicanum	4	0.03	-0.10
SUMATORIA	**150**	**1**	**-2.976056136**
			-1
Índice de diversidad de Shannon			2.98

Una vez obtenidos los resultados, se puede observar que para el SA el índice de Shannon sale superior a 2, lo que significa que la diversidad es MEDIA , aunado a que la mayoría de las especies identificadas son de tipo exóticas, algunas herbáceas que han crecido debido a la presión antropogénica y otras debido a la reforestación por parte de las actividades humanas, asimismo, es importante señalar que la afectación del proyecto se realizó en el sitio destinado para dicha actividad, por lo que no se verán afectadas áreas adicionales a las ya establecidas, viendo afectado un número menor de especies vegetales, aunado a que se proponen medidas para mitigar los impactos ocasionados por el desarrollo del proyecto.

Puntos de muestreo efectuados en campo en el Área del proyecto.

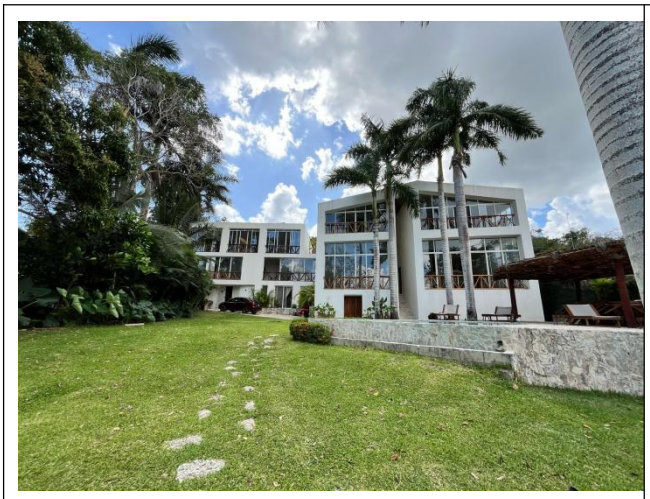
Figura 34. Puntos de muestreo realizados dentro del AP.



Para el caso particular del proyecto denominado "Casa Xul-Ha", se encuentra totalmente construido y en operación, se procedió a identificar las especies de flora presentes dentro del predio, así como de las especies de flora acuática, en virtud de

que el proyecto cuenta con la presencia de un muelle, actualmente en operación, para ello se presentan las siguientes fotos:

Figura. 35. Fotos del Área del Proyecto.

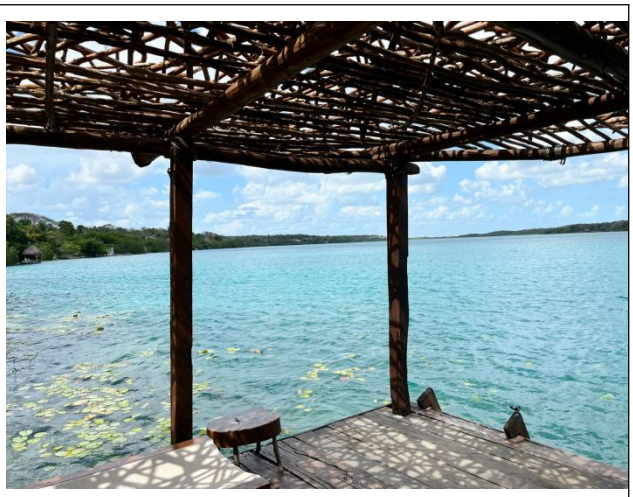














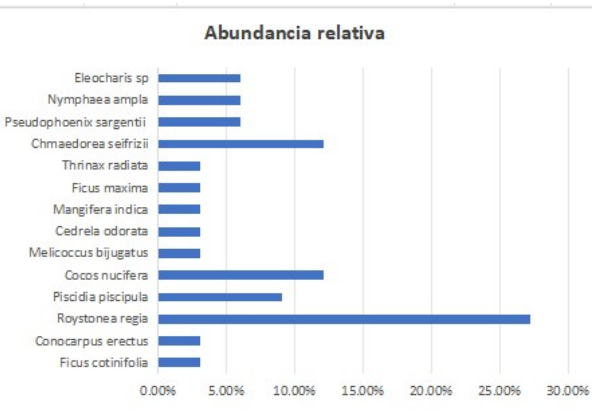


Riqueza y abundancia de especies en el Área del proyecto

Para el caso específico del Área del proyecto se presenta la siguiente información:

Tabla 7. Abundancia relativa de flora en el AP

No.	Nombre científico	# de individuos en el AP	Abundancia relativa
1	*Ficus cotinifolia*	1	3.03%
2	*Conocarpus erectus*	1	3.03%
3	*Roystonea regia*	9	27.27%
4	*Piscidia piscipula*	3	9.09%
5	*Cocos nucifera*	4	12.12%
6	*Melicoccus bijugatus*	1	3.03%
7	*Cedrela odorata*	1	3.03%
8	*Mangifera indica*	1	3.03%
9	*Ficus maxima*	1	3.03%
11	*Thrinax radiata*	1	3.03%
12	*Chmaedorea seifrizii*	4	12.12%
13	*Pseudophoenix sargentii*	2	6.06%
14	*Nymphaea ampla*	2	6.06%
15	*Eleocharis sp*	2	6.06%
RIQUEZA		33	100%



De la información antes plasmada, se tiene que la especie *Roystonea regia* tuvo una mayor cantidad de individuos, por lo que presenta una abundancia relativa mayor, lo anterior se debe a que es una especie de ornato utilizada principalmente en la zona para actividades de reforestación, es importante señalar que los individuos de *Roystonea regia*, *Thrinax radiata*, *Conocarpus erectus y Cedrela odorata*, se encuentran bajo un categoría de riesgo conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las primeras 2 especies bajo la categoría de Amenazada (**A**) y las últimas 2 especies bajo la categoría de Protección especial (**Pr**). Cabe aclarar que los individuos de *Conocarpus erectus* y *Cedrela odorata* son especies que se encontraban en el predio previo al inicio de las obras y estas se han mantenido sin tener alteración alguna y que la mayoría de las especies que se encontraban originalmente de igual manera se mantuvieron y fueron replantadas dentro de las jardineras que se encuentran en el sitio del proyecto.

Índice de Biodiversidad de Shannon-Wiener para el Área del proyecto.

Tabla 8. Índice de diversidad de Shannon de flora en el AP

Indice de Shannon vegetación Área del proyecto			
Especies	**# de individuos**	**Pi**	**H**
	(N)		**Pi*LnPi**
Ficus cotinifolia	1	0.03	-0.11
Conocarpus erectus	1	0.03	-0.11
Roystonea regia	9	0.27	-0.35
Piscidia piscipula	3	0.09	-0.22
Cocos nucifera	4	0.12	-0.26
Melicoccus bijugatus	1	0.03	-0.11
Cedrela odorata	1	0.03	-0.11
Mangifera indica	1	0.03	-0.11
Ficus maxima	1	0.03	-0.11
Thrinax radiata	1	0.03	-0.11
Chmaedorea seifrizii	4	0.12	-0.26
Pseudophoenix sargentii	2	0.06	-0.17
Nymphaea ampla	2	0.06	-0.17
Eleocharis sp	2	0.06	-0.17
SUMATORIA	**33**	**1.00**	**-2.33529253**
			-1
Índice de diversidad de Shannon			**2.34**

El muestreo realizado dentro del área del proyecto evidenció una composición vegetal diversa, adaptada a condiciones de borde costero y posible perturbación antrópica. Se registró la presencia de especies representativas como *Piscidia piscipula, Roystonea regia* y *Coccoloba uvifera*, indicativas de ambientes tropicales subhúmedos y zonas de transición entre selva baja y vegetación costera, así como *Nymphaea ampla* y

Eleocharis sp que son plantas acuáticas y semiacuáticas, cuyo hábitat son cuerpos de agua dulce como lagunas y zonas de inundación.

De los resultados obtenidos del incide de Shannon, se puede observar que para el área del proyecto sale mayor a 2, lo que significa que la diversidad es media, aunado a que la mayoría de las especies identificadas son de tipo exóticas, debido a la reforestación por parte de las actividades humanas y para ornamentar al sitio del proyecto. Un ejemplo de ello es la alta densidad de individuos de *Roystonea regia*, lo que sugiere plantaciones ornamentales o manejo paisajístico previo, mientras que especies como *Coccoloba uvifera* y *Conocarpus erectus* confirman la influencia de ambientes litorales. La presencia puntual de otras especies nativas en baja abundancia puede indicar procesos de regeneración natural o un grado de alteración moderado del sitio.

La cercanía al cuerpo de agua también influye en la composición vegetal, favoreciendo especies tolerantes a salinidad y vientos costeros.

Asimismo, es importante señalar que la afectación del proyecto se llevará a cabo únicamente en el sitio destinado para dicha actividad que es dentro del predio, por lo que no se verán afectadas áreas adicionales a las ya establecidas, como tampoco individuos de especies vegetales, aunado a que se proponen medidas para mitigar los impactos ocasionados por el desarrollo del proyecto.

Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010

En el SA y AI, se registró una especie de las listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; la cual es *Alseis yucatanenesis* que está sujeta a **Pr** y dentro del Área del Proyecto las especies *Roystonea regia*, *Thrinax radiata*, *Conocarpus erectus y Cedrela odorata*, las primeras 2 especies bajo la categoría de **A** y las últimas 2 especies bajo la categoría de **Pr**.

Figura. 36. Fotos de Flora en el SA, AI y AP



Thrinax radiata



Ficus maxima



Lysiloma latisiliquum



Piscidia piscipula



Bursera simaruba



Metopium brownei

E) Caracterización de la fauna del SA

De acuerdo a (Schmitter-Soto, 2011) en Quintana Roo se encuentran 89 especies de peces de agua dulce, sin embargo, si se consideran las especies marinas que pueden encontrarse en el medio dulceacuícola el número sube a 128 o más especies, y éstas son el 24% del total a nivel nacional. De las especies dulceacuícolas registradas en el estado diez son endémicas.

En la Península de Yucatán, Quintana Roo es el segundo estado con el mayor número de especies de anfibios con 22, estas representan el 95.6% de los anfibios que habitan en la Península de Yucatán, en el caso de los reptiles en Quintana Roo se han registrado 107 de las 120 especies registradas para toda la Península, y estas representan cerca del 13% de las especies a nivel nacional (González-Sánchez et al., 2017), de las especies de anfibios seis se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cedeño-Vázquez y Calderón-Mandujano, 2011), y de los reptiles 28 especies se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr), 10

Amenazadas (A) y 6 en Peligro de Extinción (P) (Calderón-Mandujano y Cedeño-Vázquez, 2011).

En el estado de Quintana Roo se han registrado 483 especies de aves, las cuales representan el 88% de las aves registradas para la Península de Yucatán, y el 44% de las especies para México. Por su aislamiento, el estado de Quintana Roo cuenta con 13 especies de aves endémicas de la Región de la Península de Yucatán, el norte de Belice y el Petén de Guatemala (Correa-Sandoval y MacKinnon, 2011).

En lo que respecta a los mamíferos terrestres se han registrado 114 especies que corresponden al 96.6% de los mamíferos registrados en la Península de Yucatán. De estas especies el 30.1% se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 11 se encuentran en Peligro de Extinción (P), 15 Amenazadas (A), y 8 Sujetas a Protección Especial (Pr). La alteración y pérdida de hábitat por deforestación para uso agrícola, ganadero y para el desarrollo turístico, así como la cacería con fines comerciales son las principales amenazas para los mamíferos del estado (Escobedo-Cabrera, 2011).

F) Registros Históricos

Debido a que, en cualquier muestreo, incluso en aquellos largos y exhaustivos, es posible que no se registre la totalidad de las especies, resulta importante conocer las especies que se distribuyen en el área y que anteriormente ya se hayan registrado, aunque no se hayan observado durante los muestreos de campo.

Para conocer los registros históricos que se encuentran dentro del SA, se consultó la base de datos de GBIF (Global Biodiversity Information Facility); solo se consideraron los registros identificados a nivel de especie a partir de 2000 a la fecha, también se eliminaron sinonimias, así como registros que se encontraran mal determinados taxonómicamente y que por lo tanto no se distribuyen en el área.

Dentro del SA se obtuvo un total de 252 registros históricos pertenecientes a 85 especies de vertebrados, de estos las aves son el grupo con el mayor número de especies registradas con 73 y 131 registros, seguido de los peces con 10 especies y 119 registros, mientras que los anfibios y reptiles únicamente están representados por un registro de una especie cada uno.

De las especies registradas históricamente, sólo 8 especies representan el 9% que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El 1% corresponde a las especies en Peligro de extinción (Pr), el 1% son especies Amenazadas (A) y el 7% está representado por especies Sujetas a protección especial (Pr), por lo que el 91% de las especies registradas históricamente en el SA no se encuentran bajo alguna categoría de protección.

G) Registro de fauna en el SA

a. Anfibios y reptiles

Se registraron 3 especies de anfibios las cuales presentan una amplia distribución:

Tabla 9. Registro de especies de anfibios en el SA.

Familia	Especie	Nombre común	Registros
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	3
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	2
Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de la hojarasca	2

Se registraron 5 especies de reptiles las cuales son:

Tabla 10. Registro de especies de reptiles en el SA

Familia	Especie	Nombre común	Registros
Anolidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste	3
Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	4
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	3
Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	4
Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris	2

b. Aves

Se registraron 11 especies de aves pertenecientes a 10 familias, de estas *Columbidae* e *Icteridae* son las que presentan el mayor número de especies.

Tabla 11. Registro de especies de aves en el SA.

Familia	Especie	Nombre común	Registros
Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Piranga hormiguera garganta roja	1
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	8
Corvidae	*Cyanocorax ucatanicus*	Chara yucateca	2
Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canelo	1
Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	2
Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	6
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	10
Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	2
Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	1
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	1
Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	1

c. Mamíferos

En el SA se registraron 3 especies de mamíferos, dos de estas son de amplia distribución y solo una es endémica de la Península de Yucatán.

Tabla 12. Registro de especies de mamíferos en el SA

Familia	Especie	Nombre común	Registros
Cardinalidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	2
Columbidae	*Nasua narica*	Coatí	1
Corvidae	*Sciurus yucatenensis*	Ardilla yucateca	1

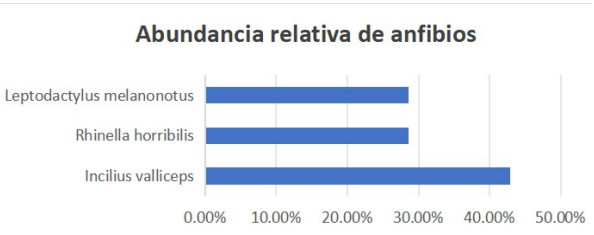
H) Riqueza y abundancia de especies en el SA y AI

a. Anfibios

A continuación, se presenta la siguiente tabla de abundancia relativa de anfibios:

Tabla 13. Abundancia relativa de anfibios en el SA y AI.

Nombre científico	# de individuos de anfibios en el SA y AI	Abundancia relativa
Incilius valliceps	3	42.86%
Rhinella horribilis	2	28.57%
Leptodactylus melanonotus	2	28.57%
RIQUEZA	7	100.00%



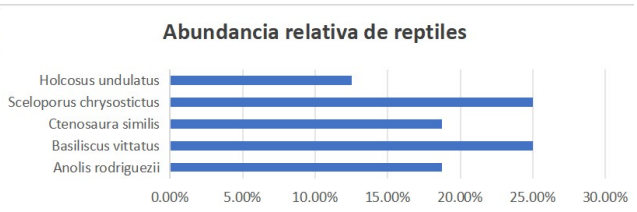
De la información antes plasmada, se tiene que, si bien fueron realizados 10 puntos de muestreo, únicamente fue posible identificar 3 especies de anfibios, observándose un mayor número de ejemplares de individuos de *Incilius valliceps* un grado de alteración en el SA y AI debido a las actividades antropogénicas que se llevan a cabo en la zona y el crecimiento de la zona urbana.

b. Reptiles

A continuación, se presenta la siguiente tabla de abundancia relativa de reptiles:

Tabla 14. Abundancia relativa de reptiles en el SA y AI.

Nombre científico	# de individuos de reptiles en el SA y AI	Abundancia relativa
Anolis rodriguezii	3	18.75%
Basiliscus vittatus	4	25.00%
Ctenosaura similis	3	18.75%
Sceloporus chrysostictus	4	25.00%
Holcosus undulatus	2	12.50%
RIQUEZA	16	100.00%



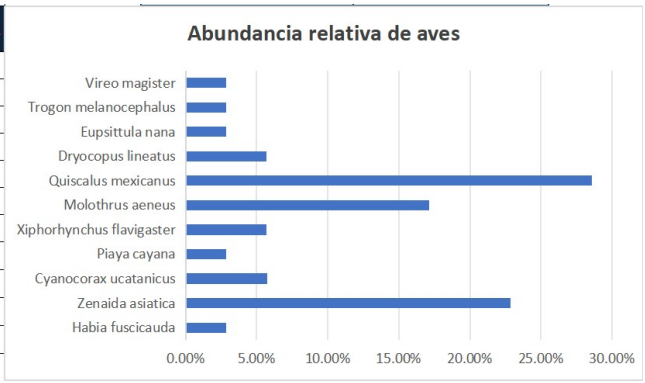
De la información antes plasmada, se tiene que fue posible observar 5 especies de reptiles, grupo en el que hay un mayor número de individuos de *Basiliscus vittatus y Sceloporus chrysostictus* las cuales son especies de gran distribución a lo largo del país, por lo que no se verán afectadas.

c. Aves

A continuación, se presenta la siguiente tabla de abundancia relativa de aves:

Tabla 15. Abundancia relativa de aves en el SA y AI.

Nombre científico	# de individuos de aves en el SA y AI	Abundancia relativa
Habia fuscicauda	1	2.86%
Zenaida asiatica	8	22.86%
Cyanocorax ucatanicus	2	5.71%
Piaya cayana	1	2.86%
Xiphorhynchus flavigaster	2	5.71%
Molothrus aeneus	6	17.14%
Quiscalus mexicanus	10	28.57%
Dryocopus lineatus	2	5.71%
Eupsittula nana	1	2.86%
Trogon melanocephalus	1	2.86%
Vireo magister	1	2.86%
RIQUEZA	35	100.00%



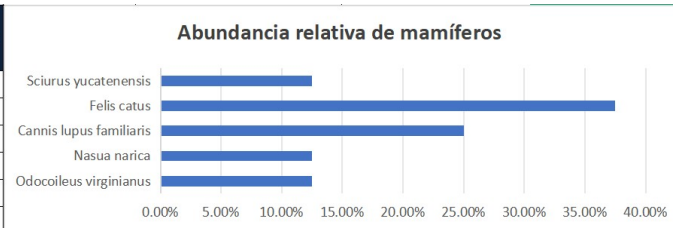
Como se observa en la Tabla anterior, se tiene que, si bien fueron realizados 10 puntos de muestreo, únicamente fue posible observar 11 especies de Aves, un mayor número de individuos de *Zenaida asiática* y de *Quiscalus mexicanus*, esto demuestra el grado de alteración que se presenta en el SA y AI debido a las actividades antropogénicas que se llevan a cabo en la zona y el crecimiento de la zona urbana.

d. Mamíferos

A continuación, se presenta la siguiente tabla de abundancia relativa de mamíferos:

Tabla 16. Abundancia relativa de mamíferos en el SA y AI.

Nombre científico	# de individuos de mamíferos en el SA y AI	Abundancia relativa
Odocoileus virginianus	1	12.50%
Nasua narica	1	12.50%
Cannis lupus familiaris	2	25.00%
Felis catus	3	37.50%
Sciurus yucatenensis	1	12.50%
RIQUEZA	8	100.00%



De acuerdo con lo anterior, se tiene que, de los 10 puntos de muestreo, únicamente fue posible observar 5 especies de Mamíferos, con un mayor número de individuos de *Cannis lupus familiaris* y *Felis catus*, esto demuestra el grado de alteración que se presenta en el SA y AI debido a las actividades antropogénicas que se llevan a cabo en la zona y el crecimiento de la zona urbana.

l) Índice de Biodiversidad de Shannon-Wiener de fauna para el SA.

El uso de los índices que se utilizan para medir la biodiversidad aporta una visión parcial pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. Para el cálculo del índice de biodiversidad de este proyecto se utilizó el índice de Shannon-Wiener (H).

El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H', se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

Donde H' es el índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

Los resultados a partir de los datos levantados en el muestreo propio de riqueza, abundancia relativa y biodiversidad se presentan a continuación.

a. Anfibios

Tabla 17. Índice de diversidad de Shannon de anfibios en el SA y AI

Índice de Shannon anfibios SA y AI total			
Especies	**# de individuos**	**Pi**	**H**
	(N)		**Pi*LnPi**
Incilius valliceps	3	0.43	-0.36
Rhinella horribilis	2	0.29	-0.36
Leptodactylus melanonotus	2	0.29	-0.36
SUMATORIA	**7**	**1.00**	**-1.08**
			-1
Indice de diversidad de Shannon			**1.08**

b. Reptiles

Tabla 18. Indice de diversidad de Shannon de reptiles en el SA y AI

Indice de Shannon reptiles SA y AI total			
Especies	**# de individuos**	**Pi**	**H**
	(N)		**Pi*LnPi**
Anolis rodriguezii	3	0.19	-0.31
Basiliscus vittatus	4	0.25	-0.35
Ctenosaura similis	3	0.19	-0.31
Sceloporus chrysostictus	4	0.25	-0.35
Holcosus undulatus	2	0.13	-0.26

Indice de Shannon reptiles SA y AI total			
Especies	# de individuos (N)	Pi	H Pi*LnPi
SUMATORIA	16	1.00	-1.58
			-1
Indice de diversidad de Shannon			1.58

c. Aves

Tabla 19. Índice de diversidad de Shannon de aves en el SA y AI.

Índice de Shannon aves SA y AI total			
Especies	# de individuos (N)	Pi	H Pi*LnPi
Habia fuscicauda	1	0.03	-0.10
Zenaida asiatica	8	0.23	-0.34
Cyanocorax ucatanicus	2	0.06	-0.16
Piaya cayana	1	0.03	-0.10
Xiphorhynchus flavigaster	2	0.06	-0.16
Molothrus aeneus	6	0.17	-0.30
Quiscalus mexicanus	10	0.29	-0.36
Dryocopus lineatus	2	0.06	-0.16
Eupsittula nana	1	0.03	-0.10
Trogon melanocephalus	1	0.03	-0.10
Vireo magister	1	0.03	-0.10
SUMATORIA	**35**	**1**	**-2.00**
			-1
Indice de diversidad de Shannon			**2.00**

d. Mamíferos

Tabla 20. Índice de diversidad de Shannon de mamíferos en el SA y AI

Indice de Shannon mamíferos SA y AI total			
Especies	**# de individuos**	**Pi**	**H**
	(N)		**Pi*LnPi**
Odocoileus virginianus	1	0.13	-0.26
Nasua narica	1	0.13	-0.26
Cannis lupus familiaris	2	0.25	-0.35
Felis catus	3	0.38	-0.37
Sciurus yucatenensis	1	0.13	-0.26
SUMATORIA	**8**	**1.00**	**-1.49**
			-1
Indice de diversidad de Shannon			**1.49**

Una vez obtenidos los resultados, se puede observar que para el SA el índice de Shannon es igual o menor a 2 para cada uno de los grupos taxonómicos, lo que significa que la diversidad es BAJA, probablemente por la homogeneidad del ecosistema, sin embargo, también se aprecia ya que la mayoría de las especies identificadas son indicadoras de perturbación, las cuales han desplazado a las especies nativas de la zona, y que el SA está impactado por actividades antropogénicas como la agricultura, asentamientos humanos y apertura de caminos y carreteras.

J) Análisis de muestreos en el predio de fauna

De acuerdo a los trabajos de campo dentro del predio del proyecto, se identificaron especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 21. Especies identificadas en el AP.

Grupo taxonómico	Nombre Cientifico	Nombre común	Registros
Aves	*Dives dives*	Tordo cantor	1
	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	5
	Amazilia yucatanensis	Colibrí viente canelo	1
	Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca	1
	Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	1
	Tachycineta bicolor	golondrina bicolor	1
Reptiles	*Anolis sagrei*	Anolis café	2
Anfibios	*Incilius valliceps*	Sapo costero	1
Mamíferos	Cannis lupus familiaris	perro común	5
	Felis catus	gato común	3
Peces	*Belonesox belizanus*	Picudito	10

En relación a las especies registradas en campo, se tiene que no se puede realizar un análisis de índice de diversidad, a causa de la baja cantidad de registros, la presencia de especies domesticas que no son útiles para evaluar la biodiversidad natural, así como la falta de representatividad en los grupos taxonómicos. No obstante, una vez obtenidos los resultados para el SA y de acuerdo a las especies observadas en el predio del proyecto se puede concluir que las especies que se identificaron son indicadoras de perturbación debido a la presión que ha ejercido el crecimiento de la zona urbana, la generación de residuos urbanos y el ahuyentamiento de fauna silvestre a sitios mejor conservados, motivo por el cual se reporta el número menor de individuos

identificados para el área del proyecto y se espera que esta tendencia continúe debido al crecimiento de la zona urbana. En virtud de loa anterior, no se registraron en la zona del proyecto especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, en caso de presentarse fauna silvestre en el área del proyecto se proponen medidas para mitigar los impactos que se lleguen a ocasionar con el desarrollo de la obra.

En lo que respecta a la fauna acuática, si bien en el SA no se encontraron especies, en el predio del proyecto si se encontró un pequeño cardumen de *Belonesox belizanus*, esta especie llega a distribuirse a las orillas de la laguna y se han adaptado a los cambios que han ocurrido en el medio, y se ha mantenido la población de esta especie, ademas de que es la especie que mas se encuentra a las orillas de la laguna de Bacalar.

Figura 37. Fotografías de fauna registradas en el SA, AI y AP



Quiscalus mexicanus



Amazilia yucatanensis



Zenaida asiatica



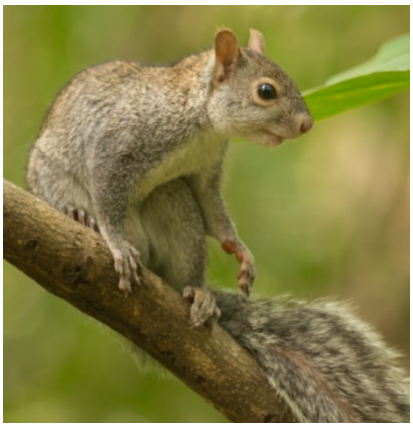
Streptopelia decaocto



Anolis sagrei



Incilius valliceps



Sciurus yucatenensis



Sceloporus chrysostictus



Ctenosaura similis



Anolis rodriguezii



Belonesox belizanus



Molothrus aeneus

Figura 38. Fotografías de equipo trabajando en campo






IV. 3.1.3 Medio socioeconómico.

A) Población

En el año 2000, Chetumal participó con el 58.42% de la población de Othón P. Blanco (121,602 habitantes), mientras que Bacalar con el 4.44% (9,239 habitantes). En el censo 2010 realizado por el INEGI se reporta un total de habitantes que asciende a

11,048, lo que coloca a Bacalar como la décima localidad más poblada del estado de Quintana Roo.

No obstante, la micro región Bacalar, en la que se cuenta Bacalar y sus comunidades cuenta con más de 20,000 habitantes.

Chetumal y Bacalar mantienen la misma posición de importancia en el total municipal durante la década pasada; mientras las localidades de Álvaro Obregón y Sergio Butrón tienen procesos de expulsión demográfica, pues muestran tasas de crecimiento demográficos negativos con valores de -0.18% y -1.44% (respectivamente); se observa que el mayor incremento demográfico en las localidades del municipio se centra en aquellas que al inicio de la década contaban con un alto porcentaje de la población (Chetumal y Bacalar). En términos de crecimiento demográfico promedio anual en la década analizada, Bacalar registra una tasa mayor de aumento de su población (2.93%) en comparación con Chetumal (2.59%); por lo que Bacalar ha mostrado ser un importante polo de atracción demográfica.

Específicamente la comunidad de Xul-Ha se encuentra localizada en el extremo sur de la Laguna de Bacalar, de esta situación deriva su nombre en lengua maya, que significa Final del agua; sus coordenadas geográficas son 18°33′06″N 88°27′50″O y tiene una altitud de 25 metros sobre el nivel del mar, sus principales actividades económicas son la ganadería y el turismo, esta última siendo una actividad incipiente. Se encuentra a cinco kilómetros al sur de la ciudad de Bacalar y unos treinta al noroeste de Chetumal, capital del estado. Xul-Ha se encuentra junto a la Carretera federal 307 que es su principal vía de comunicación.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía tiene un total de 2,037 habitantes de los cuales 1,035 son hombres y 1,002 son mujeres.

B) Salud

Se cuenta con Centros de Salud de SESA y con clínicas y consultorios privados, para una atención especializada se tiene que viajar a la Ciudad Capital Chetumal.

C) Servicios

a) Medios de comunicación

- Vías terrestres: Para tener acceso a la región donde se construirá el proyecto, desde la Ciudad de Chetumal se sigue la carretera federal 307, en el tramo Chetumal-Bacalar, y en la localidad de Xul-Ha, se encuentra el acceso al sitio del proyecto.

b) Medios de transporte

- Transporte aéreo: En la Ciudad de Chetumal se cuenta con un aeropuerto, mismo que es operado por Aeropuertos y Servicios Auxiliares, corporación de gobierno federal.
- Transporte marítimo: A pesar de que el sitio del proyecto colinda con la Laguna de Xul-Ha, en esta no se cuenta con servicios de transporte marítimo para pasajeros, únicamente se cuenta con servicios de recorridos turísticos a lo largo de la laguna y que conectan con la laguna.
- Transporte terrestre: El predio del proyecto denominado "Casa Xul-Ha", no colinda con la principal vía de comunicación terrestre del Estado de Quintana Roo, la Federal Chetumal-Bacalar, pero si tiene acceso sobre ella a través de una calle secundaria, la cual es de terracería y luego se encuentra pavimentada.

c) Servicios públicos

En las localidades de Xul-Ha se cuenta con todos los servicios públicos, como son agua potable (a cargo de la CAPA), energía eléctrica (a cargo de la CFE), comunicación telefónica y celular (TELMEX y compañías privadas), educación preescolar, primaria, secundaria, bachillerato y nivel Licenciatura en la Normal de Bacalar de la localidad de Bacalar, centro de salud (a cargo de SESA), cancha de fútbol, casetas de teléfonos, tiendas, estaciones de gasolina, estación de autobuses, transportes de carga, partida del ejército (en Xtomoc), cementerio y servicio de recoja de basura.

d) Energéticos

- Combustibles: En la comunidad de Bacalar actualmente se cuenta con al menos 4 Estaciones de Servicio. El principal uso de este combustible es para el abasto de los vehículos de paso sobre la Carretera Federal Chetumal-Bacalar y para los vehículos de los residentes de la comunidad.
- Electricidad: En el área del proyecto se cuenta con suministro eléctrico por parte de la CFE, por lo que habría que realizar un contrato con dicha instancia para conectarse a la red de suministro eléctrico que abastece a la zona.

e) Agua potable

- Agua potable: En el sitio del proyecto cuenta con servicio de abastecimiento de agua potable por parte del organismo operador de la zona (CAPA).
- Drenaje y alcantarillado: Se cuenta con un sistema de manejo de aguas residuales que consta de un Biodigestor Autolimpiable de la marca Rotoplast y, modelo TOL-7000L, con capacidad de 7,000 litros. Es importante señalar que las

aguas tratadas serán conducidas a un humedal artificial como sistema secundario, mismo que será construido antes de que dé inicio la etapa de operación del proyecto, lo anterior con la finalidad de reutilizar las aguas residuales generadas durante la operación del proyecto.

f) Educación

- En la localidad de Xul-Ha se cuenta con todos los niveles educativos, incluido el nivel superior.

g) Zonas de recreo

- Parques: En Xul-Ha se cuenta con parques para distintas edades y una plaza cívica importante.
- Centros deportivos: Se cuenta con una cancha de fútbol y campo de béisbol.
- Centros culturales (cine, teatro, museos, monumentos nacionales): En Xul-Ha no hay centros culturales, pero en Bacalar se tiene el Museo del Fuerte de San Felipe Bacalar, el cual es un museo amurallado único en su tipo ya que fue ocupado por mestizos para defender el puerto de los continuos saqueos de los Corsarios españoles e ingleses.

IV.3.1.4 Paisaje

El paisaje se define como la "extensión de terreno que se ve desde un sitio". En el sentido de esta definición, podemos determinar tres componentes básicos del paisaje, como son:

1) el terreno o la cuenca visual; 2) su extensión; y 3) el punto de observación. Considerando lo anterior, se realiza el análisis del paisaje del sitio de acuerdo con las siguientes cualidades.

Tabla 22. Cualidades del paisaje.

Concepto	Descripción
Visibilidad	Conjunto de elementos del paisaje que pueden observarse desde un punto determinado o punto de observación, medible desde donde se perciben, cuanto se percibe y como se perciben.
Calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: 1. Las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación y puntos de agua. 2. La calidad visual del entorno inmediato en el que se aprecian otros valores tales como: las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua y 3. La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto, entre otros.
Fragilidad visual	Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad esta conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos (visibilidad y calidad paisajística). Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación y contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa y zonas singulares).

IV.3.1.5 Análisis de la visibilidad.

La visibilidad o accesibilidad visual, tiene relación directa con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación) presentes en el paisaje y como estos se transforman en barreras visuales para los usuarios del recurso. A esto se deben sumar las posibilidades de accesibilidad física (distancia) que tengan los observadores a las distintas porciones del territorio.

El análisis de la visibilidad del paisaje se define como un análisis espacial del área de estudio tomando en consideración sus formas, colores y vistas. Para dicho análisis, se consideraron puntos relevantes de observación.

Esta es la primera etapa de caracterización y valoración del paisaje con base en la visibilidad, y consiste básicamente en definir "Unidades de Paisaje (UP)", considerando una agregación ordenada y coherente de las partes elementales del entorno lo más homogénea posible a través de la repetición de formas y en la combinación de algunos rasgos parecidos (no necesariamente idénticos) en un área determinada. Para identificar las UP se tomaron como punto de partida todos y cada uno de los elementos que integran el paisaje, a través de un inventario de los recursos presentes en la cuenca visual previamente definida; con base en los siguientes criterios:

- Áreas de interés escénico: Se identificaron las zonas o sectores que por sus características (formas, líneas, texturas y colores) otorgan un importante grado de valor estético al paisaje.
- Hitos visuales de interés: Se identificaron los elementos puntuales que aportan belleza al paisaje de forma individual y que, por su dominancia en el marco escénico, adquiere significancia para el observador.
- Cuerpos de agua: Se identificaron aquellos cuerpos de agua que poseen una significancia visual en el observador.
- Intervención humana: Se identificaron las diversas estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales (caminos, líneas de alta tensión, urbanización, jardines y edificios).

IV.4 Calidad visual del pasaje

Para el estudio de la calidad visual del paisaje (calidad paisajística) se utilizó el método indirecto de Bureau of Land Management (BLM, 1980). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la calidad visual comparada con una escala de referencia.

En la siguiente tabla se presentan los criterios de valoración y puntuación aplicados en la valoración (BLM, 1980), con base en las unidades de paisaje definidas anteriormente.

Tabla 23. Criterios de valoración y puntuación del paisaje.

Componente	Criterios		
MORFOLOGÍA La pendiente del SA es casi plana.	Relieve con pendiente muy marcada (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, pendiente plana, pocos o ningún detalle singular.
	5	**3**	**1**
VEGETACIÓN Existen comunidades vegetales que conservan su biodiversidad.	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución.	Cierta variedad, pero solo uno o dos tipos.	Escasa o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
	5	**3**	**1**
AGUA La zona acuática no presenta daños o contaminación.	Factor dominante del paisaje, limpia y clara, aguas cristalinas o espejos de agua en reposo.	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
	5	**3**	**1**
VARIABILIDAD CROMÁTICA No existen variedad significativa en la	Combinaciones de color intensas y intensidad de colores y contrastes variadas o contrastes	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.

Componente	Criterios		
intensidad de colores y contrastes	agradables.	elemento dominante.	
	5	**3**	**1**
FONDO ESCÉNICO La zona presenta una considerable calidad visual; sin embargo, el área de influencia está inmersa en construcciones urbanas e impactadas, por lo que se considera como moderada	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
	5	**3**	**1**
SINGULARIDAD Y RAREZA El SA presenta área no urbanizada por lo cual, es diferente a otras poblaciones, y conserva gran parte de su vegetación.	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
	5	**3**	**1**
ACCIÓN ANTRÓPICA La zona se encuentra en desarrollo urbano.	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.
	5	**3**	**1**

En la siguiente tabla se presenta en forma resumida, los resultados de la aplicación del Método BLM (1980) al paisaje actual:

Tabla 24. Puntuación del paisaje

Criterio	Puntuación
Morfología	1
Vegetación	3
Agua	3
Variabilidad cromática	5
Fondo escénico	3
Singularidad o rareza	3
Acción antrópica	3
Total	**21**

Tabla 25. Valoración del paisaje

Clase	Valoración	Puntaje
A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	de 22 a 35
B	**Áreas de calidad media, cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y textura, pero resultan similares a otros en la región estudiada y no son excepcionales.**	**de 8 a 21**
C	Áreas de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color y textura.	de 1 a 7

Este servicio ambiental se basa en la factibilidad de usar al ecosistema para realizar actividades recreativas tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo, incluyendo el desarrollo de actividades económicas a partir de valores estéticos, artísticos, educacionales, culturales, espirituales y científicos del ecosistema.

Asimismo, se realizó un estudio de la calidad visual del paisaje (calidad paisajística) utilizando el método indirecto de Bureau of Land Management, obteniéndose la calidad visual del paisaje sin el proyecto dentro de la Clase B, es decir, se trata de una zona de calidad media, que no presenta rasgos excepcionales y resultan similares en otras regiones.

Al respecto y para el caso específico de la superficie en la que se construyó el proyecto es un sitio en el que se ha visto modificada la calidad paisajística, derivado de la modificación de los usos de suelo con vegetación original para ser destinados a la agricultura, al crecimiento de las zonas urbanas y a la construcción de casas cercanas al predio.

Con base en lo anterior, se puede deducir que, durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, no se provocarán afectaciones significativas con relación a las que actualmente existen en el área del proyecto, sobre todo si se consideran las actividades de reforestación que se tienen contempladas, además de que las especies nativas que se encontraban en el predio fueron trasplantadas a las áreas ajardinadas con las que cuenta el proyecto.

IV.5. Diagnóstico ambiental

El área de influencia de Xul-Ha en el ámbito micro regional involucra tres niveles: La localización de Xul-Ha en el eje principal Norte-Sur del estado, la relación funcional de Xul-Ha con Bacalar y con Chetumal, así como con centros potencialmente turísticos y la concurrencia de localidades rurales hacia Xul-Ha en demanda de servicios e infraestructura.

La localización de Xul-Ha como eje principal Norte-Sur del estado, origina una presión adicional para el desarrollo de esta comunidad y sus alrededores y de acuerdo con los

instrumentos de Ordenamiento vigentes, esta zona del Sistema Lagunar de Bacalar cuenta con todos los atributos para ser explotado como polo turístico en la variedad de contemplación de la naturaleza, ecoturismo y turismo socio- cultural; no obstante la belleza paisajística de los alrededores también hace entrever que de no ser perfectamente y linealmente ordenado el desarrollo y el aprovechamiento será algo que fácilmente se saldrá de control y acabará por devastar lo que hasta el día de hoy presenta un buen estado de conservación y un alto valor ecológico y paisajístico.

El sitio de estudio forma parte de la Región de Desarrollo de Bacalar, específicamente al inicio de la laguna, sobre la carretera federal No. 307, es decir, sobre la principal vía de comunicación del Estado de Quintana Roo y por ello el tipo de desarrollos cercanos son semejantes entre sí, es decir, viviendas turístico residenciales, pequeños hoteles y restaurantes, balnearios públicos y privados, la mayoría de ellos bastante antiguos, por lo que se considera que, ese es el escenario predominante que veremos en un horizonte a entre 3 y 5 años, siendo que el sitio del proyecto forma parte de un corredor turístico ideal para el desarrollo de proyectos afines al planteado por el presente estudio.

Hoy por hoy, la especulación de la tierra en la región y las marchas forzadas de los distintos órdenes de gobierno permiten suponer planes intensivos para el desarrollo de la zona, que históricamente ha sido dejada de lado en su ordenamiento y desarrollo.

Actualmente el Sistema Ambiental presenta un impacto medio, debido a la fragmentación del ecosistema por las actividades agropecuarias propias de la región ejidal en que se ubica y por el trazo de caminos de acceso en los predios colindantes hasta el cuerpo lagunar, así como el trazo de la carretera federal, esto sumado a los intemperismos severos que han afectado la zona, haciendo que el área del proyecto presente las mismas características.

La calidad se define como el conjunto de cualidades o propiedades que caracterizan una cosa o elemento, y por ende su valoración depende del conjunto de características que presenta el ambiente.

Las características del área de estudio se han descrito anteriormente, por lo que a continuación se presenta un diagnóstico a manera de tabla, donde se asigna un valor de acuerdo a caracteres universales y que no requieren de metodologías especiales para su apreciación, y se califican: el estado de conservación, de fragilidad y la capacidad de carga de los elementos.

Tabla 26. Diagnóstico Ambiental

ES=Edo de conservación, F=Fragilidad, CR=Capacidad de Regeneración, Valoración: A=Alto, M= Medio, B=Bajo.

Factor Ambiental	Elemento Indicador	Descripción de la situación actual	ES	F	CR
Atmósfera	**Calidad del aire**	En la zona no existen emisiones por industria o actividades extractivas, se limita a los gases de combustión que emiten los vehículos sobre el camino. Por ser una zona donde corre el viento continuamente los gases se dispersan de forma inmediata. Sin embargo, este elemento se ve afectado por el aumento de partículas y polvos provenientes de los escombros, quema de árboles muertos e incremento de maquinaria empleada en la construcción de los sitios cercanos, así como por las emisiones de fuentes móviles consistentes en los vehículos que transitan por la carretera federal, siendo esta la principal vía de transporte terrestre del estado.	**A**	**M**	**A**
	Nivel de ruido	El ruido proviene únicamente del movimiento de la vegetación, que hace las veces de barrera auditiva.	**A**	**B**	**A**
	Microclima	El clima y microclima es cálido-subhúmedo y se ha modificado por la transformación de la	**A**	**M**	**M**

Factor Ambiental	Elemento Indicador	Descripción de la situación actual	ES	F	CR
		cobertura vegetal original y la exposición del suelo.			
Agua	**Subterránea**	El agua se obtiene de pozos en la zona (en su mayoría no regulados) y presenta coliformes en baja cantidad debido a la inadecuada disposición de aguas residuales en las cercanas localidades de Xul-Ha y Bacalar. El proyecto recibe agua a partir del sistema de agua potable del municipio.	**A**	**A**	**B**
	Escorrentía Superficial	Existe un aumento gradual estacional en el nivel del agua que presenta la rivera lagunar de la Laguna de Bacalar, siendo que en predios colindantes existen canales que atraviesan la zona federal de la laguna, y se internan unas decenas de metros dentro de las propiedades, siendo que dichos canales forman parte de los afloramientos naturales con la intervención antropogénica que los abrió y dio salida hacia la orilla de la laguna.	**A**	**M**	**M**
Suelo	**Calidad del Suelo**	La calidad física del suelo ha sufrido modificaciones en esta fracción, se presenta cobertura forestal afectada.	**M**	**M**	**B**
	Erosión	Se presenta erosión estacional en el margen de la laguna cuando el agua invade la zona federal lagunar, pero es de carácter temporal y totalmente natural, principalmente se debe a escurrimientos en la época de lluvias.	**A**	**M**	**M**
Flora	**Vegetación**	El predio conserva la vegetación original forestal correspondiente a selva mediana subperennifolia y cuerpo de agua.	**A**	**M**	**M**
Fauna	**Fauna**	En las visitas realizadas a campo para la elaboración del presente estudio, se observaron escasos individuos al interior del predio y en la Zona Federal Lagunar.	**M**	**A**	**M**
Paisaje	**Naturalidad, fragilidad y calidad**	Los elementos que se han descrito antes generan un paisaje de naturalidad alta, que se percibe desde cualquier punto de la	**M**	**M**	**M**

Factor Ambiental	Elemento Indicador	Descripción de la situación actual	ES	F	CR
	paisajística	propiedad, por lo que la calidad paisajística se puede determinar como medio; siendo que, la fragilidad del paisaje es alta ya que de modificarse cualquiera de los componentes naturales se afecta irremediablemente esta percepción de naturalidad. Sin embargo, el paisaje original, será preservado con motivo de este desarrollo, compensando los efectos negativos que pudieran causarse.			

Al momento de elaboración del presente estudio, el diagnóstico de la calidad ambiental actual del predio donde se encuentra el proyecto denominado "Casa Xul-Ha", es que este elemento se encuentra en un estado de conservación medio, los impactos presentes son derivados de las actividades antropogénicas a la que se ha sometido a lo largo del tiempo y a los severos intemperismos que impactaron en la zona lo que provocó el deterioro parcial de la vegetación cercana al predio.

En general, la topografía del terreno posee una pendiente ascendente, siendo que en la totalidad de su superficie se pueden apreciar curvaturas y pendientes ligeras; que varían poco entre sí, encontrándose un rango de altimetrías que van desde los 5.0 hasta los 14.0 m.s.n.m., distribuidas de manera heterogénea a lo largo de la totalidad de la propiedad.

Sobra decir, que el predio de interés se encuentra ubicado en el corredor turístico-poblacional más importante del Sur del estado de Quintana Roo, tanto por su cercanía con la Laguna de Bacalar como polo de atracción turística, como por la cercanía del sitio a la localidad de Bacalar y a la capital del Estado, siendo que el deterioro ocasionado por la presión poblacional, que con una gran variedad de actividades contribuyen al deterioro de las comunidades florísticas e inhiben su recuperación, ya

que, el aprovechamiento de especies maderables y no maderables se lleva a cabo sin un programa de control y/o manejo, agudizando el daño y estrés que ya se ejerce sobre dichas comunidades.

También es importante señalar que la fauna silvestre se ve afectada directamente por los asentamientos humanos circundantes, que conllevan la presencia de fauna doméstica y fauna feral, en su mayoría perros, gatos y ratas; los cuales juegan un papel muy importante en el desplazamiento de la fauna silvestre a lugares más seguros y alejados.

A continuación, se presentan fotografías del estaco actual que presenta el SA, a fin de tener un panorama más claro:

Figura.39 Fotografías de la zona del proyecto, donde se observa la presión antropogénica en el SA



Quemas de basura cerca del proyecto



Calles pavimentadas y con servicios de electricidad



Servicios de salud y seguridad en Xul-Ha



Vegetación modificada del SA



Zonas deforestadas



Planta de CFE en Xul-Ha



Balnearios en la zona de la laguna de Xul-Ha



Panorama general de la zona de la laguna de Xul-Ha

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 1
V.1 La evaluación del impacto ambiental. 1
V.2. Identificación de impactos. 2
V.2.1. Identificación de las etapas y actividades del proyecto. 3
V.3 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 5
V.3.1 Indicadores de Impacto. 6
V.4 Elaboración de la matriz de impactos de tipo Leopold. 8
V.5 Evaluación y valoración de impactos. 11
V.5.1 Análisis de Resultados 19
V.6 Descripción de los impactos (fichas técnicas) 20
V.7. Conclusiones. 25

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

V.1 La evaluación del impacto ambiental.

El presente capítulo tiene por objeto cumplir con la fracción V del artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual señala que deberá contener la Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales relevantes o significativos, del sistema ambiental.

Al respecto se debe entender que un impacto ambiental se debe concebir como las modificaciones al ambiente que conllevan a un cambio neto en el nivel de vida de la población. Aunque la Ley presume que solamente las alteraciones causan impactos, la ausencia de actividad también debería incluirse porque, en ciertos casos, no ejecutar un proyecto de desarrollo tampoco contribuye al mejoramiento de la calidad del ecosistema (Bojorquez, 1988).

La identificación de los Impactos permite determinar las posibles afectaciones positivas o negativas, a los diversos factores ambientales por etapa del proyecto, los cuales podrían verse involucrados.

Primordialmente se reconocieron las cualidades bióticas y abióticas del área del proyecto, su zona de influencia y el sistema ambiental, las diferentes etapas que involucra el desarrollo del proyecto y los aspectos socio-económicos de la región, lo cual proveerá los elementos necesarios para la identificación, evaluación e interpretación de los posibles impactos:

Es importante considerar que, para identificar los impactos ambientales de un proyecto, deben desarrollarse tres acciones:

1. Conocer el proyecto: Para ello, en el Capítulo II de la MIA-P, se describen las actividades y/o trabajos que podrán ocasionar impactos al ambiente.

2. Conocer el ambiente en el que se va a desarrollar el proyecto: En el Capítulo IV se desglosan los factores ambientales más importantes que integran el Sistema Ambiental y que pudieran ser afectados por las actividades y/o trabajos que se llevarán a cabo para la ejecución del proyecto.

3. Determinar las interacciones entre proyecto y ambiente: Se siguen dos líneas de trabajo paralelas, la primera identifica los componentes del proyecto que pueden producir impactos significativos; la segunda analiza el ambiente en el contexto del Sistema Ambiental, para identificar los factores ambientales que pueden ser afectados por las actividades del proyecto; posteriormente ambas líneas se unen mediante la identificación causa – efecto.

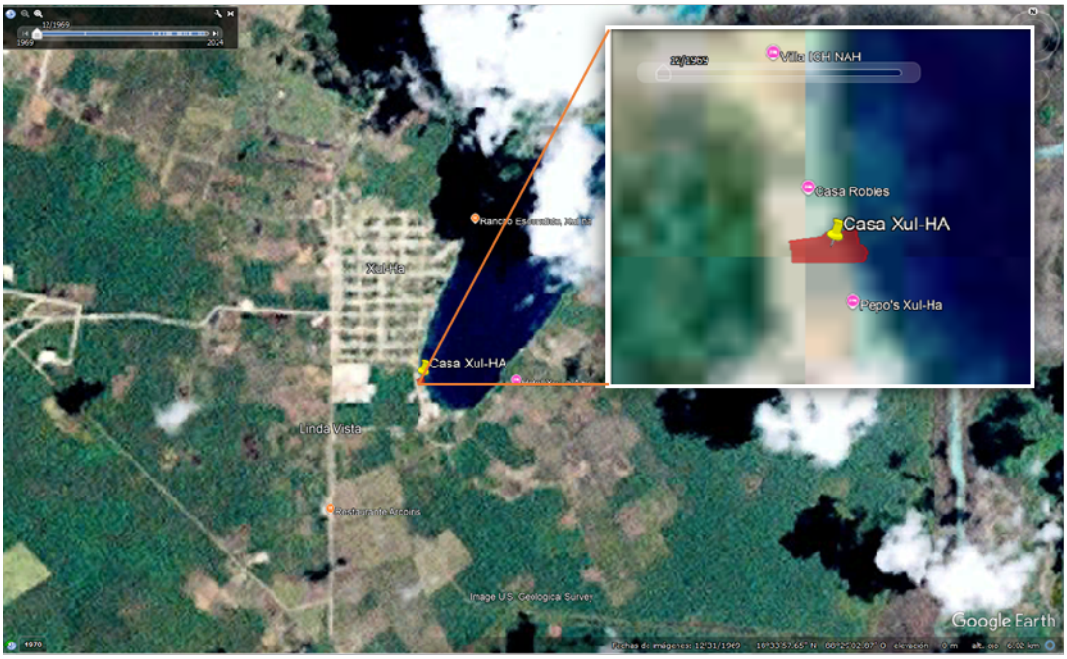
V.2. Identificación de impactos.

El proceso de identificación de impactos que se aborda en este capítulo inicia con la identificación de los componentes y de las acciones del proyecto potencialmente generadoras de impactos (Capítulo II), y por la identificación de los factores del ambiente que pueden recibir el efecto de los componentes y de las acciones del proyecto (Capítulo IV); así, en esta etapa se llega a un nivel prospectivo que inició a partir de la caracterización del SA para concluir con la determinación de las interacciones (impactos) entre los componentes y los factores, y así concretar el proceso que permita determinar su significancia, en el contexto de la definición que al respecto ofrece el REIA.

V.2.1. Identificación de las etapas y actividades del proyecto.

Es importante retomar lo indicado en el Capítulo II, en lo referente a los antecedentes, ya que derivado de la revisión en imágenes de satélite de Google Earth, se desprende que el predio ya se encontraba en una zona lotificada y desprovista de vegetación desde 1969, tal como se muestra en la siguiente Figura.

Figura 1. Ubicación del predio en Zona Urbana de Xul-Ha, desprovisto de vegetación.
Fuente: Imagen de Satélite de Google Earth de diciembre de 1969.



Asimismo, se tiene que al momento de la adquisición del predio por parte del promovente ya se encontraba construida una casa y el muelle, tal como se aprecia en la siguiente imagen:

Figura 2. Condiciones del predio y muelle en 2011 y acercamiento de muelle en 2016



Predio y muelle en diciembre 2011

Acercamiento de muelle en septiembre 2016

Fuente: Imágenes de Satélite de Google Earth de diciembre de 2011 y septiembre 2016

En virtud de lo anterior, y tomando en cuenta los antecedentes antes descritos, se tiene que las actividades relacionadas a la etapa de preparación del sitio ocurrieron de manera previa a la adquisición del predio y de esta etapa las actividades más relevantes corresponden al desmonte y despalme de la vegetación, por lo que se concluye que el promovente no fue el responsable de realizar dichas acciones.

Asimismo, es importante señalar que las obras que se citan en la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo, actualmente se encuentran totalmente construidas.

Los impactos generados con anterioridad, consistieron en:

- Disminución de la superficie de infiltración del agua de lluvia al subsuelo.
- Afectación al hábitat de la fauna silvestre.
- Pérdida de biodiversidad.
- Incremento de erosión del suelo.

- Alteración de la capacidad del ecosistema para capturar gases de efecto invernadero.
- Remoción de la capa fértil del suelo.
- Cambio en el microclima.
- Modificación del paisaje.

Otros impactos ambientales que se pudieron haber generado durante la etapa de construcción son:

- Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural.
- Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos peligrosos.
- Generación de polvos por el acarreo de materiales.
- Contaminación por el ruido producido por la maquinaria utilizada.
- Contaminación atmosférica por la emisión de gases emitidos por la por la maquinaria utilizada.
- Contaminación del suelo y subsuelo por derrame de combustible y residuos sólidos.

Considerando lo antes descrito, y en atención a lo señalado en la Acción correctiva DOS de la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo, se implementará un Programa de Reforestación en una superficie de 1,313 m^2.

En conclusión, se determina que, en el presente Capítulo, únicamente se evaluarán los impactos ambientales que se pudieran generar durante las etapas de Operación y Mantenimiento

V.3 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Para llevar a cabo la identificación y evaluación de impactos ambientales existen diferentes metodologías, éstas incluyen el uso de listas de verificación, matrices y redes de causa-consideración-efecto, como las más usuales. De manera particular

para realizar el proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales del proyecto en primera instancia se realizó una selección de los factores e indicadores de impacto que pudieran verse modificados, asimismo se identificaron las actividades que podrían generar impactos sobre el Sistema Ambiental, y posteriormente se planteó la metodología de evaluación a aplicar.

V.3.1 Indicadores de Impacto.

En este rubro se definen los criterios para seleccionar la lista de indicadores de impacto, y en este sentido; los indicadores seleccionados contarán con las siguientes características:

1. Representatividad. Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.

2. Relevancia. La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

3. Excluyente. No existe una superposición entre los distintos indicadores.

4. Cuantificable. Medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.

5. Fácil identificación. Definido conceptualmente de modo claro y conciso.

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto se registra al comparar alternativas, ya que permiten determinar, para cada elemento del ecosistema la magnitud de la alteración que recibe; sin embargo, estos indicadores también pueden ser útiles para estimar los impactos de un determinado proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones. Entonces se dice que, los indicadores de impacto están vinculados a la valoración del inventario debido a que la magnitud de los impactos depende en gran medida del valor asignado a las diferentes variables inventariadas.

Otro aspecto importante de los indicadores de impacto, es que estos pueden variar según la etapa en que se encuentra el proceso de desarrollo del proyecto o actividad que se evalúa, así, para cada fase del proyecto deben utilizarse indicadores propios, cuyo nivel de detalle y cuantificación irán concentrándose a medida que se desarrolla el proyecto.

A continuación, se presentan los componentes e indicadores que se van a evaluar en el presente capítulo:

Tabla 1. Componentes e indicadores que pueden ser impactados por el Proyecto en la etapa de Operación y Mantenimiento.

Medio	Componente	Indicador
Abiótico	Aire	Calidad del aire
		Confort sonoro
	Suelo	Calidad
		Erosión
	Agua	Calidad del agua superficial y subterránea.
		Disponibilidad
Biótico	Vegetación	Cobertura
	Fauna	Desplazamiento
Antropogénico	Económico	Empleo
		Economía local
	Social	Calidad de vida

Una vez definidos los componentes e indicadores, se identificaron los siguientes impactos potenciales:

Tabla 2. Impactos potenciales por factor y componente ambiental

Medio	Factor	Componente	Impactos
Abiótico	Aire	Calidad del aire	Disposición inadecuada de los residuos generados.
			Emisión de gases de efecto invernadero.
		Confort sonoro	Afectación del confort sonoro

Medio	Factor	Componente	Impactos
	Suelo	Calidad	Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos
			Generación de lodos residuales provenientes del biodigestor
		Erosión	Incremento en el grado erosión
	Agua	Calidad del agua subterránea y superficial	Contaminación del agua subterránea y superficial de la Laguna de Bacalar
		Disponibilidad	Incremento en la demanda de agua cruda y potable
Biótico	Vegetación	Cobertura	Incremento de superficies con cobertura vegetal forestal
	Fauna	Desplazamiento	Desplazamiento de la fauna a sitios mejor conservados.
Antropogénico	Económico	Empleo	Incremento en la generación de empleo
		Economía local	Impulso a la economía local y regional
	Social	Calidad de vida	Incremento en la calidad de vida

V.4 Elaboración de la matriz de impactos de tipo Leopold.

Una vez definidas las obras y actividades asociadas al desarrollo del proyecto, así como los factores ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo de la obra, se identificaron las interacciones entre ambos listados, procediendo a realizar la matriz de identificación de impactos directos de tipo Leopold modificada (1971), la cual contiene en forma vertical (columnas) las obras y actividades a realizar en las diversas etapas del mismo y en forma horizontal (renglones) los factores ambientales que pudieran ser impactados por la implantación del proyecto.

Las matrices de interacción se utilizaron debido a que son una herramienta sencilla, a través de la cual se promueve el análisis multidisciplinario de un Proyecto, a la vez que permiten de forma sencilla y abreviada visualizar o comunicar los impactos identificados (Bojórquez-Tapia et al. 1998). Igualmente, esta técnica permite, entre otras cosas, evidenciar el factor ambiental que será más afectado con el desarrollo de

la obra, así como la actividad de este con el mayor número de efectos negativos o positivos.

Del cruce se identificaron las siguientes interacciones causa-efecto, de las cuales la mayoría se concentran en las etapas de preparación del sitio y construcción, ver siguiente Tabla.

Tabla 3. Matriz de identificación de interacciones ambientales

Medio	Componente	Indicador	Impacto	Actividades					
				Operación y mantenimiento					
				Contratación de personal para operación de la vivienda residencial turística	Tratamiento de aguas residuales	Manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos	Mantenimiento preventivo y correctivo de infraestructura de las villas.	Mantenimiento de áreas verdes y jardinadas	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.
Subsistema Abiótico	Aire	Calidad del aire	Disposición inadecuada de los residuos generados.						X
		Calidad del aire	Emisión de gases de efecto invernadero.						X
		Confort sonoro	Afectación del confort sonoro.						X
	Suelo	Calidad	Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos y/o agua tratada.		X				X
			Generación de lodos residuales provenientes del biodigestor.						X
		Erosión	Incremento en el grado erosión.						X
	Agua	Calidad del agua superficial y subterránea.	Contaminación del agua subterránea y superficial de la Laguna de Bacalar.		X	X			X
		Disponibilidad	Incremento en la demanda de agua cruda y potable.						X
Subsistema Biótico	Vegetación	Cobertura	Incremento de superficies con cobertura vegetal forestal.					X	
	Fauna	Desplazamiento	Desplazamiento de la fauna a sitios mejor conservados.						X
Subsistema antropogénico	Económico	Empleo	Incremento en la generación de empleo.	X		X			X
		Economía local	Impulso a la economía local y regional.	X			X	X	X
	Social	Calidad de vida	Incremento en la calidad de vida.	X					

V.5 Evaluación y valoración de impactos.

Se realizó la evaluación de impactos utilizando la metodología modificada de V. Conesa Fernández-Vítora (1997), la cual considera 10 criterios para la determinación de la Importancia de los impactos los cuales son: Intensidad (I), Extensión (EXT), Momento (MO), Persistencia (P), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR), Recuperabilidad (MC).

Asimismo, se consideró la Naturaleza del impacto, es decir si el impacto es Adverso (-) o Benéfico (+) para el ambiente. En la siguiente tabla se presenta la definición de cada criterio, así como su escala de valoración.

Tabla 4. Criterios del método de V. Conesa Fernández-Vítora

Criterio	Descripción	Valor
Naturaleza	El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o adverso (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos componentes considerados.	(+) (-)
Intensidad (I)	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el componente, en el ámbito específico en que actúa, el rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área donde se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos 2 términos reflejarán situaciones intermedias.	Baja 1 Media 2 Alta 4 Muy alta 8 Total 12
Extensión (EX)	Se refiere al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4).	Puntual 1 Parcial 2 Extenso 4 Total 8 Crítico +4

Criterio	Descripción	Valor
	En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar critico se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en el que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras habrá que buscar otras alternativas al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.	
Momento (MO)	Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el componente del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándoles a ambos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo con valor asignado (1). Si ocurre alguna circunstancia que hiciese critico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una a cinco unidades por encima de las especificadas.	Largo plazo 1 Mediano plazo 2 Inmediato 4 Crítico +4
Persistencia (P)	Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el componente afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente (4).	Fugaz 1 Temporal 2 Permanente 4
Reversibilidad (RV)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del componente afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor de (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.	Corto plazo 1 Mediano plazo 2 Irreversible 4

Criterio	Descripción	Valor
Sinergia (SI)	Este atributo contempla el reforzamiento de 2 o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se espera de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un componente, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).	No sinérgico 1 Sinérgico 2 Muy sinérgico 4
Acumulación (AC)	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple) el efecto se valora como (1). Si el efecto es acumulativo el valor se incrementa a (4).	Simple 1 Acumulativo 4
Efecto (EF)	Este atributo se refiere a la relación causa efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción, consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto indirecto o secundario, su 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. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	Indirecto 1 Directo 4
Periodicidad (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de la 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 (regular o continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).	Irregular 1 Periódico 2 Continuo 4
Recuperabilidad (MC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del componente afectado como consecuencia del proyecto, es decir,	Inmediata 1 Mediano

Criterio	Descripción	Valor
	la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna el valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o medio plazo, si lo es permanente, el efecto es Mitigable, y toma un valor de (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de recuperar tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de (8). En caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	plazo 2 Mitigable 4 Irrecuperable 8

Una vez valorado cada criterio se procedió a calcular la Importancia de los impactos mediante la siguiente formula:

$$I = \pm [3\ I + 2\ EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Los valores obtenidos son clasificados por rangos, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Clasificación de Importancia del Impacto.

Valor del índice de Impacto Adverso	Calificación del Impacto	Valor del índice de Impacto Benéfico	Calificación del Impacto
-0 a - 25	Poco importante	0 a 25	Poco importante
-26 a – 49	Moderadamente importante	26 a 49	Moderadamente importante
-50 a – 74	Altamente importante	50 a 74	Altamente importante
- 75 a – 100	Muy importante	75 a 100	Muy importante

Con la aplicación de la metodología descrita para la identificación y evaluación de los impactos que ocasionará el desarrollo del proyecto, se garantiza en gran medida estimar la dimensión real de los impactos provocados por la ejecución del proyecto.

A continuación, en las siguientes tablas se presenta la evaluación y valoración de los impactos por cada etapa que considera la obra.

Tabla 6. Valoración de los impactos ambientales en la etapa de Operación y Mantenimiento.

No.	Componente	Indicador	Actividad	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
1	Aire	Calidad del aire	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Disposición inadecuada de los residuos generados.	(-)	1	1	4	4	2	1	1	4	4	4	-29
2	Aire	Calidad el aire	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística	Emisión de gases de efecto invernadero	(-)	1	1	4	4	2	1	1	4	4	4	-29
3	Aire	Confort sonoro	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Afectación del confort sonoro.	(-)	1	1	4	4	2	1	1	4	4	4	-29
4	Suelo	Calidad	Tratamiento de aguas residuales	Contaminación del suelo por disposición inadecuada de agua tratada.	(-)	1	1	4	4	2	1	1	4	4	4	-29
5	Suelo	Calidad	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos.	(-)	1	1	4	4	2	1	1	4	4	4	-29
6	Suelo	Calidad	Presencia de usuarios en la vivienda residencial	Contaminación del suelo por disposición inadecuada de lodos	(-)	1	1	4	4	2	1	1	4	4	4	-29

No.	Componente	Indicador	Actividad	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
			turística.	residuales.												
7	Suelo	Erosión	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística	Incremento en el grado de erosión	(-)	2	1	4	2	1	1	1	4	4	1	-26
8	Agua	Calidad del agua superficial y subterránea.	Tratamiento de aguas residuales	Contaminación del agua subterránea y superficial de la Laguna de Bacalar.	(-)	1	1	4	4	2	1	1	4	4	4	-29
9	Agua	Calidad del agua superficial y subterránea.	Manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos	Contaminación del agua subterránea y superficial de la Laguna de Bacalar.	(-)	1	1	4	4	2	1	1	4	4	4	-29
10	Agua	Calidad del agua superficial y subterránea.	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Contaminación del agua subterránea y superficial de la Laguna de Bacalar.	(-)	4	1	4	4	4	1	1	4	4	4	-40
11	Agua	Disponibilidad	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Incremento en la demanda de agua potable	(-)	4	1	4	4	4	1	1	4	4	4	-40
12	Vegetación	Cobertura	Mantenimiento de áreas verdes y	Incremento de superficies con	(+)	4	1	4	4	2	1	4	4	4	8	45

No.	Componente	Indicador	Actividad	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
			jardinadas	cobertura vegetal forestal												
13	Fauna	Desplazamiento	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Desplazamiento de la fauna a sitios mejor conservados	(-)	4	1	4	4	4	1	1	4	4	4	-40
14	Económico	Empleo	Contratación de mano de obra	Incremento en la generación de empleo	(+)	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	40
15	Económico	Empleo	Manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos	Incremento en la generación de empleo	(+)	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	40
16	Económico	Empleo	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Incremento en la generación de empleo	(+)	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	40
17	Económico	Economía local	Contratación de personal para operación de la vivienda residencial turística.	Impulso a la economía local y regional	(+)	8	8	4	2	2	1	1	4	4	2	60
18	Económico	Economía local	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Impulso a la economía local y regional	(+)	2	1	4	4	2	1	1	4	4	4	32

No.	Componente	Indicador	Actividad	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
19	Económico	Economía local	Mantenimiento de áreas jardinadas	Impulso a la economía local y regional	(+)	2	2	4	4	2	1	1	4	4	4	34
20	Económico	Economía local	Mantenimiento preventivo y correctivo de infraestructura de las villas.	Impulso a la economía local y regional	(+)	2	2	4	4	2	1	1	4	4	4	34
21	Social	Calidad de vida	Contratación de personal para operación de la vivienda residencial turística	Incremento en la calidad de vida	(+)	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	40

V.5.1 Análisis de Resultados

Para este proyecto se determinó un total de 21 interacciones, distribuidos de la siguiente manera, 11 en el Medio abiótico, 2 en el Medio biótico y 8 en el Antropogénico. El componente con el mayor número de interacciones es Económico con 7 de las 21 interacciones.

De acuerdo con el análisis, del total de impactos identificados, 12 son adversos y 9 son benéficos. Los primeros se concentran de forma diferenciada en el Medio Abiótico, mientras que los segundos lo hacen en su mayoría en el Medio Antropogénico.

El mayor número de impactos Adversos se identificaron principalmente en los componentes Aire y Agua, mientras que los impactos benéficos se tendrán principalmente en el componente Económico, lo que implicará el crecimiento de la región y de la calidad de vida los habitantes.

En cuanto a la Importancia de los impactos, la mayoría de ellos se valoró como Moderadamente importante, seguido de poco importante y Altamente Importante. No se obtuvieron impactos con valoración de Muy importantes que corresponde a la máxima categoría de importancia de acuerdo con la metodología aplicada.

Es importante señalar que se implementarán medidas de prevención, mitigación y/o compensación con la finalidad de mitigar los impactos adversos identificados en este capítulo y que pudieron llegarse a haber generado, los cuales se desarrollarán a más detalle en el siguiente capítulo.

V.6 Descripción de los impactos (fichas técnicas)

Una vez identificados los posibles impactos relacionados para el Proyecto "Casa Xul-Ha", se procedió a su descripción, aplicando la técnica de fichas descriptivas.

IMPACTO No. 1

Medio: Abiótico	**Componente:** Aire	**Indicador:** Calidad del aire
Etapa: Operación y Mantenimiento.		
Actividades: Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Disposición inadecuada de los residuos generados.		
Debido a las actividades de mantenimiento se prevé que, en la etapa de Operación y Mantenimiento, se generen polvos, ocasionados por los materiales que se usen para tal fin por un manejo inadecuado. Es importante indicar que en la etapa de Operación y Mantenimiento se generarán residuos sólidos, los cuales, de no manejar adecuadamente, contaminarían el aire en caso de que se optara por quemar de los mismos, liberando partículas contaminantes al ambiente. El impacto se considera adverso y de importancia moderada.		

IMPACTO No. 2

Medio: Abiótico	**Componente:** Aire	**Indicador:** Calidad del aire
Etapa: Operación y Mantenimiento.		
Actividades: Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Emisión de gases de efecto invernadero.		
Debido a las actividades operativas y al no contar con un control del alumbrado dentro de las villas, propicia el incremento en el gasto de luz, así como también para el caso de los aires acondicionados presentes en las habitaciones. El impacto se considera adverso moderadamente importante y a largo plazo (vida útil del proyecto).		

IMPACTO No. 3

Medio: Abiótico	**Componente:** Aire	**Indicador:** Confort sonoro
Etapa: Operación y Mantenimiento.		
Actividades: Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Afectación del confort sonoro.		
Este impacto recaerá debido a la presencia de usuarios en la vivienda residencial turística, debido al ruido que pudieran llegar a causar durante las actividades recreativas que se realicen en la zona de alberca, del muelle o bien en las villas. Dicho impacto se considera adverso moderadamente importante con una intensidad baja.		

IMPACTOS No. 4 y 5

Medio: Abiótico	**Componente:** Suelo	**Indicador:** Calidad
Etapa: Operación y Mantenimiento.		
Actividades: Tratamiento de aguas residuales, Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos y/o agua tratada.		
El impacto se dará por la generación de aguas residuales, provenientes de grifos, regaderas y baños, la generación de residuos sólidos domésticos por los servicios de comida tanto a usuarios como trabajadores; así como por la generación de residuos peligrosos, por el mantenimiento preventivo de la infraestructura, también se pude producir contaminación por el uso de plaguicidas para el mantenimiento de las áreas verdes, en esta etapa el impacto se considera adverso moderadamente importante, puntual y a largo plazo (vida útil del proyecto).		

IMPACTO No. 6

Medio: Abiótico	**Componente:** Suelo	**Indicador:** Calidad
Etapa: Operación y Mantenimiento.		
Actividades: Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Contaminación del suelo por disposición inadecuada de lodos residuales.		
El impacto se dará debido al manejo inadecuado de los lodos residuales generados por el biodigestor, al momento de iniciar la operación de las villas, lo que puede incrementar el riesgo de contaminación del suelo; en esta etapa el impacto se considera adverso moderadamente importante, puntual y a largo plazo (vida útil del proyecto).		

IMPACTO No. 7

Medio: Abiótico	**Componente:** Suelo	**Indicador:** Erosión
Etapa: Operación y Mantenimiento.		
Actividades: Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Incremento en el grado erosión.		
El impacto se dará debido al tránsito de visitantes de la vivienda residencial turística, lo que puede incrementar el riesgo de erosión; en esta etapa el impacto se considera adverso moderadamente importante, puntual y a largo plazo (vida útil del proyecto).		

IMPACTOS No. 8, 9 y 10

Medio: Abiótico	**Componente:** Agua	**Indicador:** Calidad del agua superficial y subterránea.
Etapa: Operación y Mantenimiento.		
Actividades: Tratamiento de aguas residuales, Manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos, Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Contaminación del agua subterránea y superficial de la Laguna		

de Bacalar.
Para el caso de las aguas superficiales, específicamente las de la Laguna de Bacalar, se verán afectadas por la presencia de los usuarios de las viviendas y el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos y las aguas residuales, el impacto se considera adverso, puntual y con importancia moderada.

IMPACTO No. 11

Medio: Abiótico	**Componente:** Agua	**Indicador:** Disponibilidad
Etapa: Operación y Mantenimiento		
Actividades: Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Incremento en la demanda de agua potable.		
Este impacto se considera adverso moderadamente importante, relevante y a largo plazo, ya que se incrementará el uso de agua potable, derivado del uso de las viviendas.		

IMPACTO No. 12

Medio: Biótico	**Componente:** Vegetación	**Indicador:** Cobertura
Etapa: Operación y Mantenimiento		
Actividades: Mantenimiento de áreas verdes y jardinadas		
Impacto ambiental: Incremento de superficies con cobertura vegetal forestal.		
Se realizarán acciones preventivas para el cuidado y mantenimiento de la vegetación, específicamente de las especies que fueron rescatadas y reubicadas en las jardineras y de las especies de flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El impacto se considera benéfico moderadamente importante, puntual y permanente.		

IMPACTO No. 13

Medio: Biótico	**Componente:** Fauna	**Indicador:** Desplazamiento
Etapa: Operación y Mantenimiento		
Actividades: Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Pérdida y desplazamiento del hábitat disponible para la fauna y de sitios de alimentación y reproducción.		
Al momento de entrar en operación el proyecto, se realizarán actividades que ahuyentarán a la fauna del sitio del proyecto a sitios mejor conservados. El impacto se considera adverso moderadamente importante, puntual y permanente.		

IMPACTOS No. 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21

Medio: Antropogénico	**Componente:** Económico y social	**Indicador:** Empleo, Economía local y calidad de vida
Etapa: Operación y Mantenimiento		
Actividades: Contratación de personal para operación de la vivienda residencial turística, Manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos, Mantenimiento preventivo y correctivo de infraestructura de las villas. Mantenimiento de áreas verdes y jardinadas, y Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.		
Impacto ambiental: Incremento en la generación de empleo, Impulso a la economía local y regional e Incremento en la calidad de vida.		
Los impactos se consideran benéficos, con importancia moderada y alta; se espera la contratación de personal calificado y no calificado provenientes de las localidades del Xul-Ha y externas a éste, asimismo, se generará empleo en la zona, ya que se pretende dar un manejo adecuado a los residuos generados, lo que promueve la recolección de estos y por lo tanto se dará empleo a los trabajadores encargados de realizar esta acción. Se espera que la derrama económica se exprese también en términos del incremento en los ingresos de la población empleada y que con eso se mejore la vida de las personas dentro de la región.		

V.7. Conclusiones.

Con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV y las técnicas de identificación y evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente Capítulo, se estima que el proyecto generará impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo, considerando la definición del concepto de "impacto significativo" que establece el Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, ningún impacto fue considerado como relevante. En adición a lo anteriormente expuesto, en el siguiente capítulo (VI) se presentarán las medidas mediante las cuales se podrá prevenir, mitigar y/o disminuir la relevancia que eventualmente pudiera surgir, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA respecto a que la presente MIA y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SA.

En este orden de ideas, se analizó y concluyó que:

1. La ejecución de las obras y actividades que contempla el proyecto, no representan un factor de cambio relevante debido a que las características del ecosistema ya han sido modificadas considerablemente con anterioridad.

2. Se considera que no se modificarán los procesos de distribución de las especies de fauna silvestre. Esto significa que el funcionamiento de los ecosistemas que forman el SA, y que se sustenta en las funciones vitales de sus pobladores y de la integración entre ellos y con el medio físico, no se verá comprometida con el desarrollo del proyecto, ya que este se establecerá en un área con alteraciones antrópicas.

3. El desarrollo de la obra generará un beneficio social, por la generación de empleo de los habitantes de la zona, además de que los visitantes de la vivienda traerán consigo una derrama económica a la región, lo que beneficiará indirectamente al crecimiento de la zona.

Adicionalmente, en el siguiente capítulo se presentarán las medidas necesarias para prevenir y mitigar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 1

VI.1 Introducción. 1

VI.2. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales. 1

VI.3. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 3

VI.4. Programa de Vigilancia Ambiental. 9

VI.4.1. Introducción. 9

VI.4.2. Objetivos. 9

a. Objetivo General 9

b. Objetivos particulares 10

VI.4.3. Campo de aplicación 10

VI.4.4. Acciones de supervisión ambiental 10

VI.4.5. Fichas técnicas de los programas ambientales 11

1. Programa de manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. 11

2. Programa de conservación hídrica y de protección de cuerpos de agua 17

3. Programa de reforestación en una superficie de 1,313 m^2 19

VI.4.6. Responsables 20

VI.5. Seguimiento y control 20

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

VI.1 Introducción.

La Evaluación de Impacto Ambiental permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación de los recursos naturales, pues a través de un análisis detallado del proyecto y las condiciones del ecosistema donde éste se insertará, se pueden prever las posibles afectaciones a ocasionar, con el propósito final de prevenir, minimizar, atenuar o compensar dichas afectaciones, y así maximizar los beneficios que conlleva el proyecto, garantizando la integridad o continuidad del ambiente en las condiciones previas a su desarrollo.

En este sentido, en el presente Capítulo se establecen y describen estrategias de monitoreo y seguimiento de dichas acciones de recuperación ambiental para asegurar que el desarrollo del proyecto esté encaminado en todo momento hacia la restauración del sitio. No obstante lo anterior, como se manifestó en el Capítulo V, se reconoce que se generarán impactos ambientales durante la etapa de Operación y Mantenimiento, por lo que también se establecen estrategias de prevención y mitigación de dichos impactos, atendiendo con ello, lo establecido en el Artículo 30 de la LGEEPA y el Artículo 12 fracción VI de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

VI.2. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.

Una vez identificados los impactos ambientales que pudieran ser originados por la ejecución del proyecto, los cuales fueron señalados en el Capítulo V de la presente MIA, se requiere planificar y diseñar un conjunto de acciones o medidas que estén orientadas a la prevención y

mitigación de los impactos ambientales que se han identificado previamente; es decir, elaborar el planteamiento de estrategias de prevención y mitigación de impactos.

Por lo anterior es necesario definir, clasificar y describir las acciones, medidas o estrategias a realizar por el/la promovente, para prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales significativos que serán generados por la realización del proyecto, como en general sobre el sistema ambiental en el que se insertará la obra.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 3, Fracciones XIII y XIV se consideran las siguientes definiciones:

> *XIII. Medidas de prevención: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.*
>
> *XIV. Medidas de mitigación: se definen como el conjunto de acciones que deberá de ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.*

Para el presente proyecto "Casa Xul-Ha" se propondrán las medidas preventivas, de mitigación y en su caso de compensación adecuadas para la gestión de los efectos adversos de los impactos negativos identificados, a la vez que se establecerán medidas para potenciar los efectos benéficos de los impactos positivos localizados, los tipos de medidas a implementar se describen a continuación:

- **Medidas de Mitigación:** se establecen para los efectos negativos que no pueden ser evitados o, dicho de otro modo, que se presentan de forma inevitable, más cuyas afectaciones finales pueden verse minimizadas.

Considerando esto, el éxito de la medida resulta de la reducción del impacto lo máximo posible.

- **Medidas de Compensación:** Son aquellas actividades que pretenden retribuir o resarcir el impacto ambiental que el proyecto ocasionará, generalmente estas actividades no se realizan en el sitio en donde se causa el impacto.

VI.3. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

De acuerdo con el análisis de los impactos generados por el desarrollo del proyecto, se determinó aplicar una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, aplicables al proyecto "Casa Xul-Ha", éstas se agruparon de acuerdo con lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico.

En las siguientes tablas se presentan las medidas que se pretenden desarrollar durante la etapa de Operación y mantenimiento, divididas por cada uno de los factores ambientales que se verán involucrados durante el desarrollo de las actividades de este:

Tabla 1. Descripción de medidas para atenuar las afectaciones a la calidad del Aire

Componente Ambiental	Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del proyecto	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de Calculo	Fuente de información
Aire	Operación y Mantenimiento	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística	Emisión de gases de efecto invernadero	Instalar iluminación LED de bajo consumo energético, sensores de movimiento para controlar la iluminación en áreas desocupadas y termostatos inteligentes para un control climático eficiente.	Preventiva	Confort sonoro	Cumplir con el reglamento interior de la vivienda, a fin de no rebasar los límites máximos permisibles	Diario, durante la operación del proyecto	Bitácora de supervisión	Reglamento interno de los usuarios de la vivienda residencial turística
			Afectación del confort sonoro	Elaborar un reglamento para los usuarios donde se indiquen los límites máximos permisibles de ruido dentro de la vivienda residencial turística.						
			Disposición inadecuada de los residuos generados.	Implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial*, con la finalidad de evitar la quema de basura; para ello se contratará y dará seguimiento al servicio de recolección, transporte y disposición de residuos; en caso de generarse residuos peligrosos, se obtendrá el registro como generador de residuos peligrosos, ante la SEMARNAT	Preventiva	Calidad del aire	Prevenir y minimizar las emisiones de gases de combustión que disminuyan la calidad del aire	Permanente	Bitácora del registro de los residuos generados por tipo y manifiestos de entrega y disposición final de RME y RP	Estimaciones a partir de la Bitácora del registro de los residuos generados por tipo y manifiestos de entrega y disposición final de RME y RP

*Si la generación anual de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial es igual o mayor a 10 toneladas se elaborará un Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial para ser evaluado y aprobado por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo.

Tabla 2. Descripción de medidas para atenuar las afectaciones al Suelo.

Componente Ambiental	Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del proyecto	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de Calculo	Fuente de información
Suelo	Operación y Mantenimiento	Tratamiento de aguas residuales Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Contaminación del suelo por disposición inadecuada de lodos residuales. Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos y/o agua tratada. Incremento en el grado erosión.	Llevar a cabo un tratamiento adecuado de los lodos procedentes de la limpieza del Biodigestor, los cuales serán secados al aire libre adicionándoles cal para eliminar microorganismos, tal como recomienda en la Ficha Técnica del Biodigestor (Anexo 6). Posteriormente los lodos secos serán entregados a una empresa que cuente con los permisos ambientales para su disposición final.	Preventiva	Calidad	Evitar la acumulación de los lodos provenientes del biodigestor	Semestral	Bitácora de la supervisión ambiental y evidencia fotográfica.	Bitácora del manejo del biodigestor y registro de recolección de lodos
				Reutilizar el agua proveniente del humedal para el riego de áreas verdes, el cual cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, para prevenir la contaminación del subsuelo y del manto freático.	Preventiva	Calidad/ Erosión	Evitar la contaminación del subsuelo para que no disminuya su calidad	Anual	Bitácora de la supervisión ambiental y evidencia fotográfica.	Bitácora de supervisión.
				Realizar actividades de capacitación y/o concientización con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos.	Preventiva	Calidad	Concientizar al personal de manejo adecuado y disposición de los residuos, para evitar la contaminación del suelo para que no disminuya su calidad	Anual	Bitácora de la supervisión ambiental y evidencia fotográfica.	Bitácora de supervisión.
				Contratar y dar seguimiento al servicio de recolección, transporte y disposición de residuos; en caso de generarse residuos peligrosos, se obtendrá el registro como generador de residuos peligrosos, ante la SEMARNAT	Preventiva	Calidad	Contar con una empresa encargada del manejo adecuado de los residuos generados.	Anual	Bitácora de la supervisión ambiental y evidencia fotográfica.	Bitácora de supervisión.
				Recoger diariamente al finalizar la jornada laboral los residuos generados, mismos que se resguardarán temporalmente en contenedores y sitios habilitados para tal fin.	Preventiva	Cualidades estético-paisajísticas	Mantener un orden y limpieza que reduzca el efecto negativo sobre el paisaje	Permanente	Bitácora de supervisión y evidencia fotográfica	El responsable ambiental (supervisor ambiental) realizará los recorridos y obtendrá los registros necesarios.

*Si la generación anual de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial es igual o mayor a 10 toneladas se elaborará un Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial para ser evaluado y aprobado por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo.

Tabla 3. Descripción de medidas para atenuar las afectaciones al Agua.

Componente Ambiental	Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del proyecto	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de Calculo	Fuente de información
Agua	Operación y Mantenimiento	Tratamiento de aguas residuales Manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Contaminación del agua subterránea y superficial de la Laguna de Bacalar. Incremento en la demanda de agua cruda y potable	Inspeccionar periódicamente el estado de tuberías, llaves, conexiones, contenedores, a fin de identificar posibles fugas de agua.	Preventiva	Disponibilidad	Evitar el incremento de la demanda de agua	Permanente	Programa de mantenimiento de las instalaciones del proyecto	Responsable de áreas verdes y administrador de las instalaciones
				Contratar a una empresa que cuente con los permisos ambientales para el manejo de los lodos residuales generados por el uso del biodigestor.	Preventiva	Calidad	Evitar la acumulación de los lodos provenientes del biodigestor	Semestral	Bitácora de la supervisión ambiental y evidencia fotográfica.	Bitácora del manejo del biodigestor y registro de recolección de lodos
				Instalar sistemas ahorradores como inodoros con depósitos de baja capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo. Además, se hará una revisión periódica de la tubería hidráulica para identificar y reparar fugas, evitando así pérdidas de agua.	Preventiva	Disponibilidad	Evitar el incremento de la demanda de agua	Permanente	Verificación de los equipos instalados por los Contratistas	Administrador del proyecto
				Colocar señalética informativa para los usuarios, acerca del cuidado del agua.	Preventiva	Información	Evitar el incremento de la demanda de agua	Permanente	Bitácora de la supervisión ambiental	Administrador del proyecto
				Realizar pláticas de concientización a empleados respecto del eficiente consumo de agua.	Preventiva	Información	Evitar el incremento de la demanda de agua	Permanente	Bitácora de la supervisión ambiental	Administrador del proyecto
				Instalar un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, en el cual se verterán las aguas provenientes del biodigestor y a su vez se utilizará el agua para el riego de aguas verdes.	Preventiva	Disponibilidad	Evitar el incremento de la demanda de agua	Permanente	Cronograma de riego	Responsable de áreas de jardines y verdes

*Si la generación anual de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial es igual o mayor a 10 toneladas se elaborará un Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial para ser evaluado y aprobado por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo.

Tabla 4. Descripción de medidas para atenuar las afectaciones a la Vegetación.

Componente Ambiental	Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del proyecto	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de Calculo	Fuente de información
Vegetación	Operación y Mantenimiento	Mantenimiento de áreas verdes y jardinadas	Incremento de superficies con cobertura vegetal forestal	Implementar un Programa de Reforestación en una superficie no menor de 1,313 m^2 y de jardinería, a través del mantenimiento de áreas verdes con el agua tratada proveniente del humedal artificial.	Compensación	Cobertura	Compensar la pérdida de vegetación	Anual	Porcentaje de sobrevivencia	Levantamiento de información en los sitios reforestados.
				Dar mantenimiento de áreas verdes con el agua tratada proveniente del humedal artificial.	Preventiva	Conservación	Garantizar el éxito de la reforestación	Diaria	Programa de mantenimiento de las instalaciones del proyecto	Responsable de áreas verdes y administrador de las instalaciones

Tabla 5. Descripción de medidas para atenuar las afectaciones a la Fauna.

Componente Ambiental	Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del proyecto	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de Calculo	Fuente de información
Fauna	Operación y Mantenimiento	Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Pérdida y desplazamiento del hábitat disponible para la fauna y de sitios de alimentación y reproducción.	Implementar un manual de buenas prácticas ambientales para informar a los usuarios de la vivienda, el tipo de fauna silvestre que se podría presentar en la zona del proyecto y que se debe evitar a toda costa el perturbar o colectar fauna de la zona, así como evitar la generación de ruido durante la noche para no perturbar a la fauna. Colocar señalética informativa y restrictiva respecto del cuidado de la flora y fauna.	Preventiva	Desplazamiento	Evitar que los usuarios de la vivienda residencial molesten o colecten la fauna silvestre presente en la zona.	Diaria	Bitácora de supervisión	El responsable ambiental (supervisor ambiental), revisará que se realice este manual de buenas prácticas ambientales.

Tabla 6. Descripción de medidas para atenuar las afectaciones Económico-sociales

Componente Ambiental	Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del proyecto	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de Calculo	Fuente de información
Económico-Social	Operación y Mantenimiento	Contratación de personal para operación de la vivienda residencial turística Manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos Mantenimiento preventivo y correctivo de infraestructura de las villas. Mantenimiento de áreas verdes y jardinadas Presencia de usuarios en la vivienda residencial turística.	Incremento en la generación de empleo Impulso a la economía local y regional Incremento en la calidad de vida	Contratar a empleados provengan de las comunidades vecinas a la zona del proyecto.	Mitigación	Empleo	Generar empleos para la gente de la zona y beneficios la derrama económica en las comunidades aledañas, con los respectivos beneficios en sus patrones de vida.	Los beneficios económicos y sociales modificaran positivamente los estilos de vida de los pobladores de manera moderada pero continua durante la etapa de operación y mantenimiento.	Bitácora de contratación de empleados, durante todas las etapas del proyecto.	Responsable de la contratación del personal
				Generar una derrama económica en las localidades de Xul-Ha, Bacalar y Chetumal, lo que mejorará la economía de la región.	Mitigación	Economía local	Generar empleos para la gente de la zona y beneficios la derrama económica en las comunidades aledañas, con los respectivos beneficios en sus patrones de vida.	Los beneficios económicos y sociales modificaran positivamente los estilos de vida de los pobladores.	Bitácora de contratación de empleados, durante todas las etapas del proyecto.	Responsable de la contratación del personal
				Mejorar los patrones de vida de los habitantes de la región.	Mitigación	Calidad de vida	Generar empleos para la gente de la zona y beneficios la derrama económica en las comunidades aledañas, con los respectivos beneficios en sus patrones de vida.	Los beneficios económicos y sociales modificaran positivamente los estilos de vida de los pobladores y en su economía.		

VI.4. Programa de Vigilancia Ambiental.

VI.4.1. Introducción.

Para asegurar la correcta implementación de las medidas descritas en el presente documento del proyecto "Casa Xul-Ha", se elabora y exhibe en la presente sección el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

Al respecto, el PVA se implementará por personas capacitadas con experiencia y con experiencia previa, estando el promovente a cargo de la contratación de una empresa o profesionistas competentes.

Tal personal o empresa deberá asegurar el apego a lo indicado en los diferentes ordenamientos del territorio que rigen la zona, así como a lo establecido en las disposiciones jurídicas aplicables, el PVA se compone de los siguientes programas ambientales:

- **Programa de manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.**
- **Programa de conservación hídrica y de protección de cuerpos de agua.**[1]
- **Programa de Reforestación en una superficie de 1,313 m^2.**

[1] Dicho programa integrará las medidas de prevención señaladas en este capítulo para el componente agua.

VI.4.2. Objetivos.

a. Objetivo General

Verificar la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental propuestas en el presente documento, mismas que serán aplicadas durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto "Casa Xul-Ha" en tiempo y forma, asegurando su ejecución libre de desequilibrios ecológicos, así como de los programas ambientales.

b. Objetivos particulares

- Verificar y monitorear el cumplimiento y apego de las medidas de prevención, mitigación y mejora propuestas del presente estudio.
- Verificar y monitorear el cumplimiento y apego de los programas ambientales.
- Verificar que las medidas implementadas aseguren el cumplimiento de lo indicado en los diferentes ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto.
- Verificar el cumplimiento de los términos y condicionantes que llegaran a ser establecidos por las autoridades en el resolutivo de Autorización en Materia de Impacto Ambiental del proyecto.
- Proponer o en su caso modificar las medidas correctivas o mitigadoras en los casos que no se estén alcanzando los objetivos esperados.

VI.4.3. Campo de aplicación

El PVA será aplicado durante las diferentes etapas que componen al presente proyecto "Casa Xul-Ha".

VI.4.4. Acciones de supervisión ambiental

Supervisores ambientales: Para asegurar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del proyecto "Casa Xul-Ha" en tiempo y forma, se contratará personal o una empresa capacitada para la ejecución del presente PVA, quienes se denominarán como "supervisores ambientales".

Recorridos de inspección: Los supervisores ambientales realizarán recorridos de inspección periódicos, verificando que las medidas correspondientes se ejecuten conforme corresponde, dando alcance a los objetivos planteados. Los supervisores ambientales podrán emplear bitácoras u hojas de verificación y recopilarán evidencia

fotográfica y documental, tales como: contratos, notas, facturas, manifiestos y todas aquellas relacionadas al cumplimiento de las medidas.

Análisis ambiental: La información recopilada en las visitas deberá ser sometida a análisis para determinar el nivel de cumplimiento o incumplimiento de las medidas aplicadas, y de tenerse incumplimientos se deberá determinar la causa y proponer medidas correctivas. Al respecto, los resultados deben ser notificados al promovente para proceder conforme sea necesario. La información compilada deberá ser organizada de modo tal que pueda ser consultada cuando sea requerido y para en su momento y de ser requerido, elaborar los Informes que pudieran solicitar las autoridades.

Retroalimentación de resultados: Con la información compilada y analizada, se procederá a la retroalimentación de los resultados en presencia del promovente del proyecto, con lo cual serán informados acerca del cumplimiento o en su caso incumplimiento detectado durante las visitas de inspección para de este modo, proceder a solventar las áreas de oportunidad en materia ambiental del proyecto.

VI.4.5. Fichas técnicas de los programas ambientales

A continuación, se presentan las fichas técnicas de los criterios de evaluación para los indicadores de seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación y de los programas ambientales:

1. Programa de manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

Los residuos sólidos no peligrosos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Legislación Federal y Estatal, así como las disposiciones y requerimientos que disponga el municipio, para ellos se propone la aplicación del presente programa a fin de minimizar los impactos ocasionados durante las diferentes etapas del proyecto.

Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el manejo y disposición final de residuos sólidos y criterios de evaluación para el manejo y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial.

Tabla 7. Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el manejo y disposición final de residuos peligrosos

<table>
<tr><th colspan="3">Impacto: Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos peligrosos</th></tr>
<tr><td>Indicador de éxito</td><td colspan="2">Porcentaje de residuos peligrosos enviados a su disposición final, a través de empresas autorizadas.
Se considera un 90% como porcentaje aceptable.
(Volumen de residuos peligrosos dispuestos / Volumen de residuos peligrosos generados) *100</td></tr>
<tr><th colspan="3">Índices de seguimiento</th></tr>
<tr><td>01</td><td colspan="2">Índice de generación total de residuos peligrosos: Cuantificar el volumen generado de residuos peligrosos.
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Tipo de Residuo</th><th>Volumen</th></tr>
<tr><td>Residuos peligrosos sólidos</td><td>Kg:</td></tr>
<tr><td>Residuos peligrosos líquidos</td><td>Lt:</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>02</td><td colspan="2">Índice de capacidad de almacenamiento temporal:
Dimensionar la capacidad de recepción temporal de residuos peligrosos respecto de la capacidad instalada.
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Capacidad</th><th>Volumen</th></tr>
<tr><td>Capacidad instalada para almacenamiento temporal de residuos sólidos peligrosos:</td><td>Kg:</td></tr>
<tr><td>Uso de la capacidad instalada para almacenamiento temporal de residuos sólidos peligrosos:</td><td>Kg:</td></tr>
<tr><td>Capacidad de almacenamiento temporal disponible para residuos sólidos peligrosos:</td><td>Kg:</td></tr>
<tr><td>Capacidad instalada para almacenamiento temporal de</td><td>Lt:</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Impacto: Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos peligrosos</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"><table>
<tr><td>residuos líquidos peligrosos:</td><td></td></tr>
<tr><td>Uso de la capacidad instalada para almacenamiento temporal de residuos líquidos peligrosos:</td><td>Lt:</td></tr>
<tr><td>Capacidad de almacenamiento temporal disponible para residuos líquidos peligrosos</td><td>Lt</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>03</td><td colspan="3">Índice de recolección de residuos peligrosos.
Dimensionar la eficiencia de recolección la cual permite que los sitios de almacenamiento temporal mantengan siempre su capacidad de recepción.
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Capacidad</th><th>Volumen (Kg) – (Lt)</th></tr>
<tr><td>Capacidad media disponible para almacenamiento temporal de residuos sólidos peligrosos.</td><td></td></tr>
<tr><td>Recolección de residuos sólidos peligrosos.</td><td></td></tr>
<tr><td>Capacidad media disponible para almacenamiento temporal de residuos líquidos peligrosos.</td><td></td></tr>
<tr><td>Recolección de residuos líquidos peligrosos.</td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>04</td><td colspan="3">Índice de disposición final de residuos peligrosos:
Calcular el volumen de residuos que son extraídos del proyecto para su disposición final.
<table>
<tr><th>Tipo de residuos</th><th>Volumen</th></tr>
<tr><td>Residuos sólidos peligrosos</td><td>Kg</td></tr>
<tr><td>Residuos líquidos peligrosos</td><td>Lt</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Tabla 8. Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el manejo y disposición final de residuos de manejo especial

<table>
<tr><th colspan="2">Impacto: Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos de manejo especial</th></tr>
<tr><td>Indicador de éxito</td><td>Porcentaje de residuos de manejo especial enviados a su disposición final, a través de empresas autorizadas.
Se considera un 90% como porcentaje aceptable.
(Volumen de residuos de manejo especial dispuestos / Volumen de residuos de manejo especial generados) *100</td></tr>
<tr><th colspan="2">Índices de seguimiento</th></tr>
<tr><td>01</td><td>Índice de generación total de residuos de manejo especial:
Cuantificar el volumen generado de residuos manejo especial.
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Tipo de Residuo</th><th>Volumen</th></tr>
<tr><td>Residuos de manejo especial</td><td>Kg:</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>02</td><td>Índice de capacidad de almacenamiento temporal:
Dimensionar la capacidad de recepción temporal de residuos de manejo especial respecto de la capacidad instalada.
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Capacidad</th><th>Volumen</th></tr>
<tr><td>Capacidad instalada para almacenamiento temporal de residuos de manejo especial:</td><td>Kg:</td></tr>
<tr><td>Uso de la capacidad instalada para almacenamiento temporal de residuos de manejo especial:</td><td>Kg:</td></tr>
<tr><td>Capacidad de almacenamiento temporal disponible para residuos de manejo especial:</td><td>Kg:</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>03</td><td>Índice de recolección de residuos de manejo especial:
Dimensionar la eficiencia de recolección, la cual permite que los sitios de almacenamiento temporal tengan siempre su capacidad de recepción.
Bitácora de seguimiento</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">Impacto: Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos de manejo especial</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><th>Capacidad</th><th>Volumen (Kg)</th></tr>
<tr><td>Capacidad media disponible para almacenamiento temporal de residuos de manejo especial.</td><td></td></tr>
<tr><td>Recolección de residuos de manejo especial.</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>04</td><td colspan="2">Índice de disposición final de residuos de manejo especial:
Calcular el volumen de residuos que son extraídos del proyecto para su disposición final.
<table>
<tr><th>Tipo de residuos</th><th>Volumen</th></tr>
<tr><td>Residuos sólidos de manejo especial</td><td>Kg</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Tabla 9. Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el manejo y disposición final de residuos de sólidos

<table>
<tr><th colspan="2">Impacto: Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos sólidos</th></tr>
<tr><td>Indicador de éxito</td><td>Porcentaje de residuos sólidos enviados a su disposición final, ya sea a través del servicio de limpia o empresas autorizadas.
Se considera un 90% como porcentaje aceptable.
(Volumen de residuos sólidos dispuestos / Volumen de residuos sólidos generados) *100</td></tr>
<tr><th colspan="2">Índices de seguimiento</th></tr>
<tr><td>01</td><td>Índice de generación total de residuos sólidos:
Cuantificar el volumen generado de residuos sólidos.
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Tipo de Residuo</th><th>Volumen (kg)</th></tr>
<tr><td>Orgánicos</td><td></td></tr>
<tr><td>Inorgánicos</td><td></td></tr>
<tr><td>Generación total de residuos sólidos</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Impacto: Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos sólidos</th></tr>
<tr><td>02</td><td>Índice de capacidad de almacenamiento temporal:
Dimensionar la capacidad de recepción temporal de residuos sólidos, respecto de la capacidad instalada:
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Capacidad</th><th>Volumen</th></tr>
<tr><td>Capacidad instalada para almacenamiento temporal de residuos sólidos.</td><td>Kg:</td></tr>
<tr><td>Uso de la capacidad instalada para almacenamiento temporal de residuos sólidos.</td><td>Kg:</td></tr>
<tr><td>Capacidad de almacenamiento temporal disponible para residuos sólidos.</td><td>Kg:</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>03</td><td>Índice de recolección de residuos:
Dimensionar la eficiencia de recolección la cual permite que los sitios de almacenamiento temporal mantengan siempre su capacidad de recepción.
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Capacidad</th><th>Volumen (Kg)</th></tr>
<tr><td>Capacidad media disponible para almacenamiento temporal de residuos sólidos</td><td></td></tr>
<tr><td>Recolección de residuos sólidos.</td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>04</td><td>Índice de disposición final de residuos:
Calcular el volumen de residuos que son extraídos del proyecto para su disposición final.
<table>
<tr><th>Tipo de residuos</th><th>Volumen (Kg)</th></tr>
<tr><td>Orgánicos</td><td></td></tr>
<tr><td>Inorgánicos</td><td></td></tr>
<tr><td>Disposición final de residuos sólidos</td><td></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

2. Programa de conservación hídrica y de protección de cuerpos de agua

A fin de minimizar los impactos ocasionados por el uso y aprovechamiento hídrico, se implementará un programa de conservación del agua y protección de los cuerpos de agua por la construcción de las obras a realizar para el proyecto.

Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el manejo de aguas residuales

Tabla 10. Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el cuidado hídrico

<table>
<tr><th colspan="2">Impacto: Riesgo de contaminación y Modificación en las pautas de consumo.</th></tr>
<tr><td>Indicador de éxito</td><td>Porcentaje libre de fugas de agua.
Se considera un 98% como porcentaje aceptable.
(Número de fugas detectadas / número total de inspecciones o puntos revisados) *100</td></tr>
<tr><th colspan="2">Índices de seguimiento</th></tr>
<tr><td>01</td><td>Índice de seguimiento al estado de los sistemas ahorradores:
Realizar una inspección del sistema hidrosanitario, con la finalidad de evitar fugas de agua y evitar el desperdicio de agua
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Sistema ahorrador</th><th>Estado óptimo</th><th>Observaciones</th></tr>
<tr><td>Llaves</td><td>Si/No</td><td></td></tr>
<tr><td>Sanitarios</td><td>Si/No</td><td></td></tr>
<tr><td>Lavabos</td><td>Si/No</td><td></td></tr>
<tr><td>Regaderas</td><td>Si/No</td><td></td></tr>
<tr><td>Tuberias</td><td>Si/No</td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>02</td><td>Índice de seguimiento a la calidad del agua:
Realizar un monitoreo anual de la calidad del agua proveniente del biodigestor, para conocer la calidad el agua que se vierta en el humedal artificial.</td></tr>
</table>

Impacto: Riesgo de contaminación y Modificación en las pautas de consumo.			
	Bitácora de seguimiento		
	Número de monitoreo (año)		**Resultados obtenidos (adjuntar)**
	2026		
	2027		

3. Programa de reforestación en una superficie de 1,313 m^2

De acuerdo con lo señalado en la Acción correctiva DOS de la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024, emitida por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo y con la finalidad de mitigar y compensar el impacto causado a la vegetación por el desarrollo del proyecto "Casa Xul-Ha", se contempla un programa de reforestación en una superficie de 1,313 m^2, por lo que se buscará un sitio que cumpla con una o más de las siguientes características: márgenes de los ríos, manglares, humedales, zonas degradadas, lo anterior, con apoyo de gobierno estatal y/o federal.

Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el programa de reforestación.

Tabla 11. Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el programa de reforestación

<table>
<tr><th colspan="2">Impacto: Afectación a la vegetación.</th></tr>
<tr><td>Indicador de éxito</td><td>Porcentaje de supervivencia en campo. Un porcentaje de sobrevivencia aceptable es de 85%.
Porcentaje de supervivencia en campo = (plantas vivas) / plantas vivas + plantas muertas) *100.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Índices de seguimiento</th></tr>
<tr><td>01</td><td>Índice de reforestación vegetal:
Supervisión de las tareas de reforestación en las áreas de compensación, incluyendo especies nativas de la región.
Bitácora de seguimiento
<table>
<tr><th>Acciones</th><th>Valor</th></tr>
<tr><td>Número de acciones de reforestación por unidad de área.</td><td>Acciones</td></tr>
<tr><td>Superficie total reforestada</td><td>Ha</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>02</td><td>Índice de restauración vegetal:
Supervisión de las tareas de restauración, incluyendo especies típicas de la región.
Bitácora de seguimiento</td></tr>
</table>

Impacto: Afectación a la vegetación.				
		Acciones	**Valor**	
		Número de acciones de restauración por unidad de área.	Acciones	
		Superficie total restaurada.	Ha	

VI.4.6. Responsables

El responsable de garantizar la adecuada aplicación del presente Programa de Vigilancia Ambiental mediante la contratación de personal capacitado es el promovente del proyecto "Casa Xul-Ha", quien deberá ratificar la veracidad y calidad de la información presentada ante las autoridades ambientales.

El o los responsables de garantizar el éxito del PVA será el o los supervisores ambientales, quienes serán responsables de observar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del proyecto y en caso de incumplimiento proceder a reportar la información correspondiente ante las autoridades.

VI.5. Seguimiento y control

Para asegurar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del proyecto "Casa Xul-Ha" en tiempo y forma, se contratará personal o una empresa capacitada para la ejecución del presente PVA, quienes se denominarán como "supervisores ambientales".

Los supervisores ambientales realizarán recorridos de inspección periódicos, verificando que las medidas correspondientes se ejecuten conforme corresponde, dando alcance a los objetivos planteados. Los supervisores ambientales podrán emplear bitácoras u hojas de verificación y recopilarán evidencia fotográfica y documental, tales como: contratos, notas, facturas, manifiestos y todas aquellas relacionadas al cumplimiento de las medidas.

La información recopilada en las visitas deberá ser sometida a análisis para determinar el nivel de cumplimiento o incumplimiento de las medidas aplicadas, y de tenerse incumplimientos se deberá determinar la causa y proponer medidas correctivas. Al respecto, los resultados deben ser notificados al promovente para proceder conforme sea necesario. La información deberá ser organizada de modo tal que pueda ser consultada cuando sea requerido y para en su momento y de ser requerido, elaborar los Informes que pudieran solicitar las autoridades.

Con la información compilada y analizada, se procederá a la retroalimentación de los resultados en presencia del promovente del proyecto, con lo cual serán informados acerca del cumplimiento o en su caso incumplimiento detectado durante las visitas de inspección para de este modo, proceder a solventar las áreas de oportunidad en materia ambiental del proyecto.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 1

VII. 1. Pronósticos Ambientales Propuestos 2

VII.2. Evaluación de alternativas. 22

VII.3. CONCLUSIONES 22

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

Los pronósticos ambientales permiten tener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del Sistema Ambiental, así como del polígono total del predio y del área aprovechable del proyecto. Tales pronósticos o escenarios ambientales permiten discernir si las medidas preventivas, de mitigación y/o de compensación son eficaces en la disminución y/o prevención de los impactos ambientales previstos, esto con el propósito de modificarlas o aprobarlas.

La construcción de escenarios involucra un conjunto de procedimientos y herramientas cuya aplicación requiere de una determinada conceptualización y coherencia en procedimientos.

Es posible distinguir entre varios tipos de escenarios: posibles, realizables y deseables. El primero es referido a todo lo que puede ser imaginado; el segundo a todo lo que es posible considerando las restricciones; y el tercero, a lo que es posible, pero no necesariamente realizable en su totalidad. Desde la perspectiva de la naturaleza de sus probabilidades, los escenarios pueden ser tendenciales, referenciales y contrastados o normativos (Massiris, 2005).

El escenario tendencial, sea probable o no, corresponde a la extrapolación de tendencias respectos a los principales problemas territoriales; el escenario referencial corresponde al escenario más probable, independientemente de que este o no basado en tendencias, en tanto que el contrastado es la exploración de un tema voluntariamente extremo, la determinación a priori de una situación poco probable (Massiris, 2005).

VII. 1. Pronósticos Ambientales Propuestos

A continuación, se describen los diferentes los siguientes tres pronósticos ambientales propuestos:

- **Escenario Cero**. El estado ambiental del SAR sin el desarrollo del proyecto.
- **Escenario Uno**. El diagnóstico ambiental del SAR con el desarrollo del proyecto sin llevar a cabo las medidas de prevención, mitigación y/o compensación.
- **Escenario Dos**. Pronósticos de la calidad ambiental del SAR con el desarrollo del proyecto aplicando puntualmente todas las medidas de prevención, mitigación y/o compensación.

Tabla 1. Descripción de los escenarios

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
AIRE	El Sistema Ambiental es una zona con vegetación en buen estado de conservación, por lo que generalmente se disfruta de una calidad de aire. Sin embargo, el incremento en el desarrollo de zonas urbanas habitacionales, turísticas y comerciales, genera, polvo y	De no implementar las medidas de mitigación se ocasionaría un aumento en la emisión de gases contaminantes por parte de los vehículos y maquinaria utilizada durante la construcción del proyecto, así como el	El proyecto cuenta con medidas de mitigación para los impactos potenciales derivados del desarrollo de las actividades de construcción, operación y mantenimiento. Dentro de las medidas de mitigación

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	partículas suspendidas en el aire debido a las actividades de construcción, lo cual puede deteriorar temporalmente la calidad del aire en las zonas cercanas a estos proyectos. Por otro lado, también se ha incrementado el flujo vehicular de autos particulares y motociclistas al no contar con suficiente transporte público, esto aunado a la quema de residuos agrícolas, que es una práctica común en la zona, son factores que incrementan la emisión de gases contaminantes. No obstante, no se dispone de una red de monitoreo de calidad del aire tan densa como en grandes ciudades, sin embargo, se puede deducir que la calidad del aire en el SAR es relativamente buena, ya que hay una cantidad significativa de vegetación que actúa como filtro natura del aire, ayudando a mejorar la calidad del aire al absorber dióxido de carbono (CO_2) y	levantamiento de partículas y polvo en las áreas circundantes al mismo. Una de las consecuencias de la generación de polvo, es que éste se acumularía en la vegetación aledaña a la zona del proyecto, incluyendo la del ANP APFF Jaguar impidiendo que éstas respiren adecuadamente, dificultando la fotosíntesis y el intercambio de gases esenciales como el oxígeno y el dióxido de carbono, esto podría generar su estrés y reducir su crecimiento y capacidad de supervivencia. Por otro lado, el polvo y los gases contaminantes pueden causar problemas respiratorios en mamíferos, aves, reptiles y otros animales, y hasta alterar sus rutas migratorias y volverse más vulnerables a la depredación.	establecidas podemos mencionar las siguientes: • Establecer una velocidad de 40 km/h como máxima permisible en las terracerías al interior del área del proyecto, particularmente para aquellos vehículos que transporten material particulado. • Dar prioridad al uso de vehículos ligeros (menores a 3.85 toneladas), así como limitar el tiempo de uso de maquinaria pesada (mayor a 3,857 kilogramos) al estrictamente necesario. • Prohibir la quema de cualquier material y residual. • Humedecer el suelo utilizando agua tratada. • Cubrir los vehículos con

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	liberar oxígeno. Por otro lado, la generación de ruido también se ha ido incrementando por el paso de vehículos automotores, que si bien aún no son un riesgo para la salud humana, se perturba a la fauna, lo que puede provocar su desplazamiento y competencia por espacio.	Asimismo, las partículas finas (PM2.5) pueden penetrar en los pulmones, dificultando la respiración. En los trabajadores de la obra, además de los daños antes señalados, pueden sufrir afecciones como asma, bronquitis o infecciones respiratorias, lo que afecta su salud y bienestar general. Por otro lado, el ruido puede causar en la fauna, sobre todo en aves, un alto nivel de estrés y alterar sus patrones de comportamiento como la alimentación, reproducción y migración.	lonas para el transporte de materiales pétreos y residuos con la finalidad de evitar la dispersión de partículas. • Promover la conducción eficiente, fomentando prácticas como el manejo a bajas revoluciones, evitar el uso excesivo del aire acondicionado y minimizar el tiempo de ralentí del motor. • Atender los límites máximos permisibles de emisión de ruido señalados en las normas oficiales mexicanas. En caso de detectar un incremento en el nivel de ruido se aplicarán las medidas correctivas a los vehículos. • Atender los límites máximos permisibles de emisión de ruido señalados en las

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
			normas oficiales mexicanas. En caso de detectar un incremento en el nivel de ruido se aplicarán las medidas correctivas a los vehículos. Con estas medidas, se evitará la generación de gases de efecto invernadero, la dispersión de polvos y la emisión de ruidos que pudieran afectar a la salud de los trabajadores y la afectación de la flora y fauna de los sitios aledaños al proyecto, en particular al ANP APFF Jaguar.
SUELO	En el Sistema Ambiental (SA) de acuerdo con la cartografía del INEGI, pueden encontrarse 3 clasificaciones diferentes, dos de las cuales no corresponden a ningún tipo edafológico, un por ser un cuerpo de agua (Laguna de Bacalar) y otro por ser una zona habitada (zona urbana de la ciudad de Bacalar). El tercer	Al momento de la adquisición del predio, por parte del promovente, ya se encontraba una construcción y el muelle, además, la zona estaba lotificada y con escasa vegetación. Durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, se	El desarrollo del proyecto no afectará de manera significativa la calidad del suelo ya que se han establecido las medidas de mitigación necesarias para los impactos potenciales que pudieran modificar el estado actual de este recurso. Entre las

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	tipo corresponde al suelo clave LPhurz+VRhugl+LVcrlep/3, que corresponde a una unidad de suelo tipo Leptosol húmico (réndzico) como suelo predominante más Vertisol húmico (gleyco) como suelo secundario; y Luvisol lúmico epiléptico como suelo terciario, con clase textural fina. Este tipo de suelos someros, con una profundidad que no supera los 25 cm, imita su capacidad para retener agua y nutrientes. Su color varía de negro a castaño oscuro cuando están húmedos, y suelen estar cubiertos por una capa de hojarasca, lo que indica una presencia variable de materia orgánica. Además, soportan vegetación de selva alta y mediana subperennifolia, que es el tipo de vegetación que predomina en el SA. El suelo de SA y particularmente de la zona del proyecto, ha sido erosionado por los procesos de deforestación, los cuales son causados por la introducción	consideran la ocurrencia de ciertos impactos potenciales como la generación de residuos sólidos urbanos como plásticos, papel, cartón y restos de alimentos que, si no se gestionan correctamente, pueden contaminar el suelo. La disposición inadecuada de desechos de estos residuos puede generar una acumulación de basura que afecte la calidad del terreno. Se sabe que los plásticos y otros materiales no biodegradables pueden descomponerse lentamente, lo que contribuye a la contaminación a largo plazo del suelo. Además, estos residuos pueden afectar la fauna local, que podría ingerirlos accidentalmente, afectando sus sistemas digestivos y su salud general. Si no se implementan sistemas de	medidas planteadas podríamos mencionar las siguientes: • Elaborar e implementar el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos y de Manejo Especial, el cual incluirá indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y disposición final en sitios autorizados. • Realizar actividades de capacitación y/o concienciación con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos. • Recoger diariamente al finalizar la jornada laboral los residuos generados, mismos que se resguardarán temporalmente en contenedores y sitios

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	de actividades productivas, en muchos casos con sistemas inadecuados de explotación tales como el sistema de roza – tumba – quema, sobre suelos con poca capacidad de soporte, esto propicia su abandono y traslado de las parcelas con la consiguiente aparición de vegetación secundaria; así como por la dispersión y crecimiento de los asentamientos humanos. Aunado a lo anterior, el subsuelo es contaminado por actividades como el uso excesivo de productos químicos en la agricultura, el vertido de desechos de construcción, la gestión inadecuada de residuos sólidos y el desagüe de aguas residuales sin tratamiento adecuado. Además, el turismo masivo genera una gran cantidad de residuos plásticos y otros contaminantes que no siempre son depositados en el relleno sanitario.	separación y reciclaje adecuados, estos residuos pueden terminar en vertederos y contaminar el entorno natural. Por otro lado, durante las labores de mantenimiento del Biodigestor, se generarán lodos y aguas residuales con solo un tratamiento que pudieran tener coliformes y otros contaminantes. Estos desechos, de no ser tratados y/o dispuestos en sitios autorizados para tal fin, contaminarán los mantos freáticos provocando la muerte de especies de flora y fauna terrestres y de la Laguna de Bacalar. Otros residuos que se pueden generar son los residuos peligrosos, por el mantenimiento preventivo de la infraestructura, también se pude producir contaminación del suelo por el	habilitados para tal fin. • Contratar y dar seguimiento al servicio de recolección, transporte y disposición de residuos; en caso de generarse residuos peligrosos, se obtendrá el registro como generador de residuos peligrosos, ante la SEMARNAT • Los lodos procedentes de la limpieza del Biodigestor serán secados al aire libre adicionándoles cal para eliminar microorganismos, tal como se recomienda en el Manual del Biodigestor (Anexo 6). Los lodos secos serán entregados a una empresa que cuente con los permisos ambientales para su disposición final, además cumplirán con lo establecido

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
		uso de plaguicidas para el mantenimiento de las áreas verdes. Finalmente, un factor que pudiera incrementar el grado de erosión del suelo es el paso constante de los visitantes al proyecto.	en la NOM-004-SEMARNAT-2002. • El agua resultante del Biodigestor será canalizada a un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, y el agua resultante se utilizará para el riego de áreas verdes, además deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007 para no contaminar el subsuelo y manto freático. • Construcción de andadores para la circulación de los usuarios y del personal. Llevando a cabo las medidas antes propuestas, no se contaminará el suelo por la mala gestión de los residuos sólidos y

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
			no se incrementará el grado de erosión de manera significativa.
AGUA	En el SA se localiza en el acuífero conocido como "Península de Yucatán" el cual cuenta con disponibilidad hídrica y por ende e municipio del Othón P. Blanco también pertenece al acuífero de la Península de Yucatán, además cuenta con escasa presencia de corrientes superficiales, sólo 2 ríos permanentes, el Hondo y el Escondido, sin embargo tiene un importante sistema de humedales, con lagunas costeras y un abundante acuífero subterráneo que representa una reserva hidráulica suficiente para abastecer todas las necesidades de la población. No obstante lo anterior, la carencia de alcantarillado sanitario en los centros de población contribuye a la contaminación del acuífero, y ante esta carencia, las aguas residuales están siendo enviadas al subsuelo, llegando al acuífero.	En el escenario en donde el desarrollo del proyecto se lleve a cabo sin medidas de mitigación se pronostica la ocurrencia de impactos negativos en el recurso hídrico. Las obras y actividades que incluye el proyecto desencadenarán fuentes de contaminación como, la generación de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial que, en caso de no contar con una correcta disposición final, terminarán contaminando el suelo y el agua de la zona del proyecto. Por otro lado, la generación de aguas negras podría provocar la contaminación del suelo y agua de las inmediaciones del predio incluyendo la del subsuelo y la	Con el desarrollo del proyecto y las medidas de propuestas, no se afectará el acuífero del SAR por la sobre explotación del recurso hídrico, y tampoco se afectará la calidad del agua ya que se tendrá especial cuidado en la disposición de residuos y de aguas residuales. Para ello se implementarán las siguientes medidas: • Elaborar e implementar el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos y de Manejo Especial, el cual incluirá indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y disposición final en sitios autorizados.

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	La actividad misma de la población genera residuos sólidos, aguas residuales y materiales que han dañado el acuífero, el suelo y la Laguna de Bacalar Asimismo, se tiene que el agua se obtiene de pozos en la zona considerando que el Municipio de Othón Blanco de abastecer de agua potable por medio de un sistema que comprende 105 pozos profundos y dos manantiales, la mayoría de éstos no están regulados y presentan coliformes en baja cantidad debido a la inadecuada disposición de aguas residuales en las cercanas localidades de Xul-Ha y Bacalar. El proyecto recibe agua a partir del sistema de agua potable del municipio.	Laguna de Bacalar.	• Realizar actividades de capacitación y/o concienciación con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos. • Recoger diariamente al finalizar la jornada laboral los residuos generados, mismos que se resguardarán temporalmente en contenedores y sitios habilitados para tal fin. • Contratar y dar seguimiento al servicio de recolección, transporte y disposición de residuos; en caso de generarse residuos peligrosos, se obtendrá el registro como generador de residuos peligrosos, ante la SEMARNAT. • Se llevará a cabo un Programa de Manejo Integral

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
			de Residuos Sólidos y de Manejo Especial. Elaborar e implementar el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos y de Manejo Especial, el cual incluirá indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y disposición final en sitios autorizados. • El abastecimiento de agua potable, se realizará a través de la conexión a la red del organismo operador CAPA. • Se cuenta con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales, consistente en un Biodigestor como primer tratamiento, y antes del inicio de la operación del proyecto,

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
			será construido un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes. • Instalar sanitarios portátiles para los trabajadores, haciendo distinción entre hombres y mujeres, con servicio de limpieza periódica. • Inspeccionar periódicamente el estado de tuberías, llaves, conexiones, contenedores, a fin de identificar posibles fugas de agua. • Instalar sistemas ahorradores como inodoros con depósitos de baja

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
			capacidad, perlizadores en los grifos o cabezales de ducha con bajo flujo. Además, se hará una revisión periódica de la tubería hidráulica para identificar y reparar fugas, evitando así pérdidas de agua. • Colocar señalética informativa para los usuarios, acerca del cuidado del agua, así como pláticas de concientización a los empleados respecto del cuidado de este recurso.
VEGETACIÓN	De acuerdo al análisis reportado por el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), mismo que se basa en lo establecido en los Usos del Suelo y Vegetación (Serie VII INEGI 2018), para el caso del SA, se reporta la presencia de	No se prevé que durante las etapas de operación y mantenimiento se lleve a cabo el retiro de vegetación, toda vez que el proyecto se encuentra totalmente construido y cuenta con áreas verdes que albergan	El proyecto cuenta con medidas de mitigación las cuales mantendrán, sin una afectación significativa la comunidad vegetal. Algunas de estas medidas son:

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y un cuerpo de agua, así como los usos de suelo definidos como agricultura de riego y de temporal, y asentamientos humanos. En el SA se registró la presencia de individuos de las especies *Roystonea regia*, *Thrinax radiata*, *Conocarpus erectus* y *Cedrela odorata*, las cuales se encuentran bajo alguna categoría de riesgo conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las primeras 2 especies bajo la categoría de Amenazada (A) y las últimas 2 especies bajo la categoría de Protección especial (Pr). Cabe aclarar que los individuos de *Conocarpus erectus* y *Cedrela odorata* son especies que se encontraban en el predio previo al inicio de las obras y estas se han mantenido sin tener alteración alguna La vegetación en el SA se ha visto disminuida por el cambio de uso de suelo	vegetación nativa. Sin embargo, durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, las áreas verdes podrían ser afectadas por la mala disposición de los residuos generados, por el libre paso de los turistas en las áreas jarnidadas provocando la erosión del suelo y, por ende, la pérdida de la vegetación. Otro factor de riesgo es el vertimiento de las aguas residuales no tratadas al subsuelo, lo que ocasionaría la contaminación de este, del manto freático y por lo tanto, la pérdida de la vegetación nativa.	• Elaborar e implementar el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos y de Manejo Especial, el cual incluirá indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y disposición final en sitios autorizados. • Realizar actividades de capacitación y/o concienciación con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos. • Recoger diariamente al finalizar la jornada laboral los residuos generados, mismos que se resguardarán temporalmente en contenedores y sitios habilitados para tal fin. • Contratar y dar seguimiento

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	hacia la agricultura, apertura de vías de comunicación y asentamientos humanos.		al servicio de recolección, transporte y disposición de residuos; en caso de generarse residuos peligrosos, se obtendrá el registro como generador de residuos peligrosos, ante la SEMARNAT • Se llevará a cabo un Programa de Reforestación en por lo menos 1,313 m^2 con especies nativas. • Se cuenta con una superficie de 486.57 m^2 de áreas jardinadas con especies nativas. • Construcción de andadores para la circulación de los usuarios y del personal. • Colocación de señalética prohibitiva para que los usuarios y trabajadores no ingresen a las áreas de

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
			verdes. • Se cuenta con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales, consistente en un Biodigestor como primer tratamiento, y antes del inicio de la operación del proyecto, será construido un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal, como tratamiento secundario, cuya agua cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-0003-SEMARNAT-2007, y será utilizada en el riego de áreas verdes. • Colocar señalética informativa y restrictiva respecto del cuidado de la flora y fauna.
FAUNA	Se tiene reportado que el estado de Quintana Roo por su posición geográfica	Durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto se	Con la implementación de las medidas de prevención,

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	y las características de su flora, es considerada un área rica en vida silvestre. Dentro del variado mosaico ambiental del Estado, un número notable de especies faunísticas encuentra su hábitat apropiado. El SA alberga una serie de especies que están en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, en las visitas realizadas a campo para la elaboración del presente estudio, se observaron escasos individuos al interior del predio y en la Zona Federal Lagunar. La fauna se ha visto impactada por la contaminación del aire, el agua y el suelo, así como por el cambio climático. También es importante señalar que la fauna silvestre se ve afectada directamente por los asentamientos humanos circundantes, que conllevan la presencia de fauna doméstica y fauna feral, en su mayoría perros, gatos y ratas;	pudiera ocasionar alteración del comportamiento de la fauna por el paso constante de los visitantes del proyecto, así como por el uso excesivo de la iluminación de la construcción. Además, los individuos de fauna cercanos al área del proyecto podrían verse negativamente afectados, porque los residuos generados en las diversas etapas del proyecto podrían contaminar las comunidades vegetales que son esenciales para las especies que las habitan. También existe la posibilidad de que los animales sean víctimas de caza ilegal.	mitigación y/o compensación, propuestas para el componente Vegetación, más las que a continuación se señalan, se contempla no tener impactos significativos a la fauna durante el desarrollo del proyecto: • Elaborar e implementar el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos y de Manejo Especial, el cual incluirá indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y disposición final en sitios autorizados. • Realizar actividades de capacitación y/o concienciación con los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos. • Recoger diariamente al

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	los cuales juegan un papel muy importante en el desplazamiento de la fauna silvestre a lugares más seguros y alejados. Se puede concluir que el estado de conservación del SAR está en una situación de riesgo moderado a alto debido a las amenazas provenientes del desarrollo urbano no regulado, la deforestación, el turismo masivo, la contaminación y el cambio climático.		finalizar la jornada laboral los residuos generados, mismos que se resguardarán temporalmente en contenedores y sitios habilitados para tal fin. • Contratar y dar seguimiento al servicio de recolección, transporte y disposición de residuos; en caso de generarse residuos peligrosos, se obtendrá el registro como generador de residuos peligrosos, ante la SEMARNAT • Implementar un manual de buenas prácticas ambientales para informar a los usuarios de la vivienda, el tipo de fauna silvestre que se podría presentar en la zona del proyecto y que se debe evitar a toda costa el

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
			perturbar o colectar fauna de la zona, así como evitar la generación de ruido durante la noche para no perturbar a la fauna • Colocar señalética informativa y restrictiva respecto del cuidado de la flora y fauna.
PAISAJE	El paisaje del SAR es una de sus características más destacadas y uno de los mayores atractivos para los turistas y los residentes por igual ya que ofrece una increíble diversidad de paisajes que incluyen selvas tropicales, manglares y cenotes. Estos elementos naturales no solo son hermosos visualmente, sino que también forman parte de un complejo sistema ecológico. La presencia de las áreas naturales protegidas en el SAR ofrece paisajes intactos, donde se puede observar la interacción natural entre los diferentes	El desarrollo del proyecto al no contar con medidas de mitigación causaría una perturbación dentro del paisaje ya que se generaría contaminación de los elementos naturales. Sin embargo, estos impactos no serían significativos ya que el polígono se encuentra cerca de una localidad en crecimiento lo que indica una constante expansión de construcciones cercanas. Así mismo en las cercanías podemos encontrar	El proyecto no prevé alteraciones significativas al paisaje, debido a que las obras no representan una alteración al paisaje, además, se realizará mantenimiento de las mismas, se implementará un Programa de Manejo de Residuos y se crearán jardines utilizando las especies nativas, con la finalidad de tener armonía con el paisaje natural.

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	tipos de ecosistemas. La vegetación es densa, con una gran variedad de especies de flora y fauna, como los mangles y el jaguar. No obstante, el SAR tiene una unidad de paisaje altamente frágil al no tener la capacidad de recibir alteraciones sin que se deteriore la calidad visual. Desde la urbanización y el establecimiento de obras civiles en la zona urbana, se afectó la calidad visual del paisaje natural e influyó en la fragmentación del ecosistema.	complejos turísticos y varios asentamientos humanos.	
SOCIOECONÓMICO	El SA En el año 2000, Chetumal participó con el 58.42% de la población de Othón P. Blanco (121,602 habitantes), mientras que Bacalar con el 4.44% (9,239 habitantes). En el censo 2010 realizado por el INEGI se reporta un total de habitantes que asciende a 11,048, lo que coloca a Bacalar como la décima localidad más poblada del estado de Quintana Roo.	El desarrollo del proyecto representa un beneficio económico debido a que durante el periodo de construcción habrá una adquisición de productos o servicios de la localidad por parte de los trabajadores, y de manera permanente durante la etapa de operación y mantenimiento por ofrecer empleos a los pobladores	La economía local se verá beneficiada durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, tanto por el incremento en el desarrollo de actividades económicas, la creación de empleos, así como, la adquisición de productos y servicios de la localidad. Todos estos factores beneficiarán al

COMPONENTE AMBIENTAL/SOCIAL	ESCENARIO CERO	ESCENARIO UNO	ESCENARIO DOS
	En términos económicos, la localidad de Xul-Ha tiene como principales actividades de ingresos la ganadería y el turismo, esta última siendo una actividad incipiente, probablemente porque no se cuenta con un eficiente servicio de transporte. Por vía terrestre, se puede acceder al sitio del proyecto sobre la Carretera Federal Chetumal-Bacalar a través de una calle secundaria, la cual es de terracería y luego se encuentra pavimentada. En cuanto a servicios urbanos, se cuenta con todos los servicios públicos, como son agua potable, energía eléctrica, comunicación telefónica, educación preescolar, primaria, secundaria, bachillerato y nivel Licenciatura en la Normal de Bacalar, centro de salud, cementerio y servicio de recoja de basura, así como parques y sitios para practicar deportes.	de la localidad. El proyecto representa una oportunidad en la generación de empleos para las familias de la localidad permitiéndoles la mejora en su calidad de vida. Estos empleos pueden ser directos o indirectos, así como temporales o permanentes. Sin embargo, la falta de medidas de mitigación durante el desarrollo del proyecto podría ocasionar que la salud de los trabajadores se vean afectados, debido a la contaminación del agua por el vertimiento residuos o de aguas residuales, podría afectar a las localidades aledañas al proyecto.	desarrollo económico de la zona conllevando a una mejor calidad de vida para sus habitantes. Para contribuir al desarrollo económico de la región, se procurará que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas a la zona del proyecto. Por otra parte, una vez implementadas las medidas propuestas, el medio ambiente no sufrirá alteraciones, por lo que no se afectará la calidad de agua potable, ni se pondrá en riesgo la salud de los pobladores.

VII.2. Evaluación de alternativas.

Por la naturaleza turística del proyecto "Casa Xul-Ha", para su ubicación se seleccionó el municipio de Othón P. Blanco del Estado de Quintana Roo, debido a que ofrece condiciones estratégicas para la implementación de proyectos habitacionales con fines turísticos. Su ubicación privilegiada en el sur de la entidad, con acceso a la Bahía de Chetumal y cercanía a la Zona Libre de Belice, facilita el desarrollo de infraestructura turística y comercial. Además, cuenta con atractivos naturales como la Laguna de Bacalar, zonas arqueológicas mayas y una biodiversidad excepcional que impulsan el ecoturismo y el turismo cultural.
Particularmente para el proyecto, por la ubicación del predio, éste es un sitio ideal para establecer un lugar de hospedaje y vivienda temporal, ya que se cuenta con los servicios básicos necesarios de manera cercana. Además, el sitio del proyecto cuenta con la plusvalía de la laguna colindante, la cual brinda un gran valor escénico y la posibilidad de que los huéspedes realicen ahí actividades de esparcimiento como el nado.

No se consideraron sitios alternos, puesto que éste es el único predio que el promovente posee en la zona.

VII.3. CONCLUSIONES

La calidad ambiental del SA es buena, gracias a la presencia de algunas zonas con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. En cuanto a la fauna, esta se ha visto disminuida por los asentamientos humanos circundantes, que conllevan la presencia de fauna doméstica y fauna feral, en su mayoría perros, gatos y ratas; los cuales juegan un papel muy importante en el desplazamiento de la fauna silvestre a lugares más seguros y alejado.

Sin embargo, si el proyecto se lleva a cabo sin las adecuadas medidas de mitigación, la calidad del aire, suelo y agua podría verse afectada por la inadecuada disposición de residuos sólidos, líquidos y de manejo especial, así como de las aguas residuales. Esto también podría impactar a la flora y fauna local, afectando a individuos de diversas especies, ya sea por contaminación o caza ilegal.

Por lo tanto, se proponen diversas medidas de prevención, mitigación y/o compensación, tales como la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos y de Manejo Especial, el cumplimiento de las normativas mexicanas en relación con los los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, y la colocación de señalización restrictiva para proteger la fauna y la vegetación, entre otras acciones. Con estas medidas, se evitará el deterioro de los recursos naturales y se preservará la integridad de los ecosistemas circundantes al área del proyecto.

Finalmente, con la ejecución del proyecto, se espera no solo generar beneficios económicos directos, como empleo y mayor inversión, sino también contribuir al desarrollo social y cultural de la región. Sin embargo, es crucial que este tipo de proyectos se gestionen de manera responsable, respetando el medio ambiente y las necesidades de la comunidad local, para garantizar un impacto positivo y sostenible a largo plazo.

CAPITULO VIII.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 1

VIII. 1. Bibliografía. 4

Instrumentos jurídicos: 6

Páginas electrónicas: 10

VIII. 2. Glosario. 10

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

En apego a lo que señala el artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico para la Evaluación del Impacto Ambiental, para llevar a cabo la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular se aplicaron las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y se hizo uso de la mayor información disponible.

La información vertida en la presente MIA se sustenta en:

- Bibliografía técnico-científica.
- Muestreos de campo realizados para la identificación de la flora y fauna presentes en la zona.
- Sistemas de información geográfica incluyendo el SIGEIA (Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental) de la SEMARNAT.
- Planos arquitectónicos y de diseño.
- Permisos y licencias emitidos por el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco.
- Metodologías establecidas para la evaluación de impactos ambientales, cálculo de índices de diversidad, abundancia, e importancia de flora y fauna.
- Imágenes georreferenciadas y actuales que ponen en evidencia el estado ambiental actual de la zona del proyecto.

En el cuerpo de la MIA-P y en los Anexos, se presenta lo siguiente:

Cartografía. La Cartografía fue elaborada en el programa QGIS Versión 3.42.1. Esta se presenta impresa y en formato electrónico.

Fotografías. Las imágenes fueron tomadas durante los períodos de muestreo para poder contar con evidencia acerca de las características ambientales del Sistema Ambiental, del Área de Influencia y del Área del Proyecto. Las imágenes se presentan en formato electrónico e impresas dentro del cuerpo de la MIA-P.

Archivos KML. Se presentan los siguientes archivos KML:

- Predio
- Terreno
- Superficie estimada por la PROFEPA
- Zona federal
- Muelle
- Sistema Ambiental
- Área de Influencia
- Censo de arbolado
- Puntos de muestreo en el Sistema Ambiental
- Puntos de muestreo de Flora y Fauna
- Área jardinada fuera de la zona federal

Planos. Se muestran en archivos PDF y DWG los siguientes planos:

- Arquitectónicos
- Estructurales
- Estado Actual
- Hidrosanitario
- Instalación Eléctrica
- Instalación de Gas

Con relación a la Resolución Administrativa número 0091/2020 de fecha 28 de junio de 2024 (Anexo Actas PROPEFA), emitida por la Oficina de Representación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el estado de Quintana Roo, se anexa en formato PDF lo siguiente:

- Aviso de Visita de Inspección
- Escrito del Promovente a la PROFEPA
- Instauración del procedimiento administrativo
- Orden de Inspección
- Reporte de la visita de inspección
- Emplazamiento
- Resolución de PROFEPA

Los anexos que se citan en el cuerpo de la MIA, se adjuntan en formato PDF conforme a lo siguiente:

- Anexo 1. RESOLUCIÓN PROFEPA
- Anexo 2. ESCRITURA 152 CASA XUL HA
- Anexo 3. PLANOS ARQUITECTÓNICOS
- Anexo 4. LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN
- Anexo 5. PAGO DE DERECHOS ZONA FEDERAL
- Anexo 6. MANUAL BIODIGESTOR
- Anexo 7. INSTALACIÓN ELECTRICA
- Anexo 8. HIDROSANITARIO
- Anexo 9. INSTALACIÓN DE GAS

VIII. 1. Bibliografía.

- Aguilera, H. N. 1958. Los Suelos. En. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. II parte. tomo 2. Ed. IMERNAR, México.
- Anderson, S. H. 1991. Managing our wildlife resources. Prentice Hall Inc.Englewood Cliffs. N.J. 492 pp.
- Bojórquez-Tapia, L.A. Excurra E. and Garcia, O (1998), Appraisal of environmetal impacts and mitigation measures through mathematical matrices; Journal of Environmental Management.
- Cabrera, E.F., M. Sousa y O. Telléz. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. CIQROO-SEDUE.
- Canter, L. W. y L. G. Hill. 1979. Hand book of the variables for enviromental impact assessment. Ann Arbor Science.
- CONAFOVI Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda. 2005. Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales Primera edición.
- Conesa Fernández-Vítora, V., 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ª. ed. Ediciones Mundi-Prensa. 412 pp.
- CNA, 1996. Parámetros climáticos de Temperatura y Precipitación. Archivo de uso interno. Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Quintana Roo.
- Escobar, N.A., 1981. Geografía General del Estado de Quintana Roo. Fondo de Fomento Editorial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. ED. Bodoni, S.A. México, DF. □
- Espejel, I. 1986. La Vegetación de la Dunas Costeras de la Península de Yucatán. II. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. México. Biótica 11: 7-24. □
- FAO/UNESCO. 1971. Definición de la Unidad de Suelos para el mapa de suelos del Mundo Trad.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. □
- García Acevedo, R., García Rodríguez , E., & Pérez Amezcua, N. E. (2023). Remoción de contaminantes del agua en humedales artificiales de flujo subsuperficial, utilizando

Typha domingensis, tezontle y grava triturada y su relación con la conductividad hidráulica. *Ciencia Nicolaita*, (87).

- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 3° edición. México. D. F. Offset Larios, UNAM, 246 pp
- Gischler, Gibson, and Oschmann 2008. "Giant Holocene Freshwater Microbialites, Laguna Bacalar, Quintana Roo, Mexico" (Sedimentology, 55(5): 1293-1309.
- INEGI. 1990. "Guía para la interpretación de cartografía". Aguascalientes, México
- NEGI. 1984. Geología de la República Mexicana. Facultad de Ingeniería-Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 2002. Estudio hidrológico del Estado de Quintana Roo. INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo. 79 pp.
- Islebe, G. A., & SánchezSánchez, O. (2001). La Vegetación de Quintana Roo: pasado y presente . Foresta Veracruzana, 3(2), 47-51.
- McIntosh, R.P. (1967) An Index of Diversity and the Relations of Certain Concepts to Diversity. Ecology, 48, 392-404
- Miranda, F. 1959. La vegetación de la Península Yucateca. En. Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMERNAR, México, D.F. 215-271.
- Robles-Ramós, R. 1958. Geología y geohidrología. En. Los Recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Parte II, Tomo 2. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A.C. pp. 55- 92.
- Sánchez, A. 1980. Características generales del medio físico de Quintana Roo. En: Quintana Roo y Perspectiva, memorias del simposio CIQRO-UNAM. pp. 30-32.
- Sapper, K. 1977. Geología de la Península de Yucatán. En. Enciclopedia Yucatanense. Tomo I. Edición Oficial del Gobierno de Yucatán. pp. 19-28.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico. Modalidad Particular. 103 pp.
- Secretaría de Desarrollo Social. Atlas de Riesgo de la ciudad de Chetumal, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo 2011. 37pp.

- Sousa, M. y E.F. Cabrera. 1983. Listados Florísticos de México. II. Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. 100 p.
- Subdirección General Técnica Gerencia De Aguas Subterráneas. 2024. Actualización De La Disponibilidad Media Anual De Agua En El Acuífero Península De Yucatán (3105), Estado De Yucatán. 38 pp.

Instrumentos jurídicos:

- ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa (POEM). publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012.
- Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre de 2012. Sustraído de: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267334&fecha=07/09/2012#gsc.tab=0
- ACUERDO que adiciona la especificación 4.43 a la 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.Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de mayo de 2004.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917, con última reforma publicada en el DOF el 06 de junio de 2023.
- Decreto mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Othón P. Blanco (POEL OPB). Publicado en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el 7 de octubre de 2015.

- Decreto mediante el cual se establece el PDU Chetumal, Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha. Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 31 de agosto de 2005.
- Decreto por el que se declara Área Natural Protegida (ANP), con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de julio de 2016.
- Decreto por el que se da a conocer el Programa de Manejo del Área Natural Protegida (ANP), con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.
- DECRETO por el que se adiciona un artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 01 de febrero de 2007.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40. junio 2013. SEMARNAT. Página web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf
- Ley de Aguas Nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992 y con última reforma publicada en el DOF el 08 de mayo de 2023. Sustraída de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf
- Ley General de Cambio Climático. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y con última reforma publicada en el DOF el 08 de mayo de 2023. Sustraída de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003 y con última reforma publicada en el DOF el 8 de mayo de 2023. Sustraída de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf
- Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 y con última reforma publicada en el DOF el 20 de mayo de 2021. Sustraída de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

- Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 22 de diciembre de 2005.
- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024. Diario Oficial de la Federación, 07 de julio de 2020. Sustraído de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596232&fecha=07/07/2020#gsc.tab=0
- Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024. Diario Oficial de la Federación, 8 de noviembre de 2021. Sustraído de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685848/SEMARNAT_081121_EV.PDF
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000 y con última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014. Sustraído de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- Reglamento de La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30de noviembre de 2006 y con última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014. Sustraído de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). **NOM-052-SEMARNAT-2005.** Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad

al ambiente. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).(1993) **NOM-054-SEMARNAT-1993.** Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680165/NOM-054-SEMARNAT-1993.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2021) **NOM-001-SEMARNAT-2021.** Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). **NOM-003-SEMARNAT-1997.** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Recuperado de https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-003-semarnat-1997/
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2002) **NOM-004-SEMARNAT-2002.** Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. -Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691939&fecha=15/08/2003#gsc.tab=0
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2022) **NOM-022-SEMARNAT-2003.** Que establece las especificaciones para la preservación, conservación y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Sustraido de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3281/1/nom-022-semarnat-2003.pdf

Páginas electrónicas:

- http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM_ENT=Quintana%20Roo&CVE_ENT=23
- https://www.meteored.mx/mapas-meteorologicos/viento-mex.html
- https://qroo.gob.mx/coeproc/index.php/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal/
- https://geotecniafacil.com/geologia-cancun-mexico/
- https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/agua_chidrologicas.html
- https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/quintanaRoo/quintanaRoo.html
- ttps://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap7_residuos.pdf
- https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/39412/RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS-_ENCARTE.pdf
- www.cna.gob.mx □
- www.coespo.qroo.gob.mx □
- www.conabio.com.mx

VIII. 2. Glosario.

Aguas Residuales: Las aguas provenientes de actividades domésticas, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias o de cualquier otra actividad humana y que por el uso recibido se le hayan incorporado contaminantes, en detrimento de su calidad original.

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Áreas Verdes: Porción de territorio ocupado por vegetación generalmente localizada en los espacios urbanos y utilizada como lugar de esparcimiento y recreo por los Habitantes que las circundan.

Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que

abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.

Especie. La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales.

Fauna silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Flora silvestre: Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Humedales: Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

KML (Keyhole Markup Language): Formato de archivo basado en XML que se utiliza para representar y visualizar datos geográficos en navegadores de mapas como Google

Earth. Permite compartir información geográfica como puntos, líneas, polígonos y elementos de contenido asociado

Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que le confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio y por tanto, representan un peligro al equilibrio ecológico o el ambiente.

Programa de Manejo: Documento planificador de las áreas naturales protegidas que contiene la información básica y establece normas de uso de los recursos.

Tratamiento de Aguas Residuales: Proceso a que se someten las aguas residuales, con el objeto de disminuir o eliminar las características perjudiciales que se le hayan incorporado.

UTM (Universal Transverse Mercato): La Proyección Transversal Universal de Mercator. Sistema utilizado para convertir coordenadas geográficas esféricas en coordenadas cartesianas planas.