I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el estado de Quintana Roo.

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, con número de bitácora **23/MP-0168/03/22.**

III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, el domicilio particular, número de teléfono celular y el correo electrónico de persona física en páginas. 12 y 13.

IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia de Acceso a la Información Pública y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia de Acceso a la Información Pública. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de clasificación y desclasificación de la Información, así como para la elaboración de versiones públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

ACTA_09_2022_SIPOT_1T_2022_ART69 en la sesión celebrada el 18 de abril del 2022.

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2021/SIPOT/ACTA_09_2022_SIPOT_1T_2022_ART69.pdf

Lic. María Guadalupe Estrada Ramírez.

VI. **Firma de titular:**

"Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 39, en concordancia armónica e interpretativa Con los artículos 19 y 40, todos del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[1]; y de conformidad con los artículos 5, fracción XIV y 84 de ese mismo ordenamiento reglamentario, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo, previa designación, firma la C. María Guadalupe Estrada Ramírez, Jefa de la Unidad Jurídica". *

***Oficio 00291 de fecha 12 de abril de 2021.**

[1] **En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.**

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

INDICE

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. 3
1.1 Nombre del proyecto 3
1.2 Datos del sector y tipo de proyecto. 3
1.2.1. Sector: Inmobiliario. 3
1.2.2. Subsector: Habitacional 3
1.2.3. Tipo de proyecto: Obras hidráulicas 3
1.3 Estudio de riesgo y modalidad. 3
1.4 Ubicación del proyecto. 3
1.4.1. Entidad federativa 3
1.4.2. Municipio o delegación: 3
1.4.3. Localidad: 3
1.4.4. Coordenadas geográficas: 3
1.5 Antecedentes. 8
1.6 Naturaleza del Proyecto. 8
1.7 Tiempo de vida útil del proyecto. 12
2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE. 12
2.1 Nombre o razón social. 12
2.2 Registro Federal de Causante (RFC). 12
2.3 Nombre y cargo del representante legal. 12
2.4 RFC del representante legal: 12
2.5 Dirección y contacto del promovente. 13
3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA-P. 13
3.1 Nombre o razón social. 13
3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP. 13
3.3 Nombre del responsable técnico. 13
3.4 Dirección del responsable técnico del estudio. 13

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach.

1.2 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.

1.2.1. Sector: Inmobiliario.

1.2.2. Subsector: Habitacional

1.2.3. Tipo de proyecto: Obras hidráulicas

1.3 ESTUDIO DE RIESGO Y MODALIDAD.

No se requiere

1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El predio donde se pretende construir el proyecto **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio** Maestro Xpu-Ha Beach es propiedad de la empresa Desarrollo Xpuha Beach, S.A. de C.V., denominada como Condómino Xpu-Ha Beach, S.A. de C.V., como se hace constar en la Escritura Pública No. 21,200, Volumen CLXXXIV-E/2018, de fecha 04 de abril de 2018, pasada ante la fe del Lic. Francisco José Traconis Várguez, Notario Público auxiliar de la Notaría Pública No. 68 del Estado de Quintana Roo (Anexo 1), localizado en el Lote 048, Manzana 021, del predio denominado San Miguel y forma parte del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo y cuenta con una superficie total de 1,363,266.22 m^2, sin embargo, el proyecto será desplantado en el AC-05, misma que se encuentra al interior del Lote 048 y que cuenta con una superficie de 13,141.84 m^2.

1.4.1. Entidad federativa: Quintana Roo.

1.4.2. Municipio o delegación: Solidaridad

1.4.3. Localidad: Xpu-Ha

1.4.4. Coordenadas geográficas:

Las coordenadas del predio correspondiente al Condominio Maestro se expresan en el sistema UTM (Universal Transversa de Mercador), referidas al DATUM WGS-84, Zona 16Q, Norte de México.

Cuadro 1. Coordenadas de ubicación del Lote 048 Condominio Maestro

Vértices	X	y
1	473062.734	2264 727. 80
2	472736.584	2264395.41
3	472608.041	2264521.41
4	471685.641	2265172.61 O
5	471844.272	2265334.44
6	471635.118	2265489.11
7	471452.913	2265303.22
8	470298.468	2266156.91
9	470630.2	2266526.39

Ahora bien, el AC-05, cuenta con una superficie total de 13,141.84 m^2 y presenta las siguientes colindancias y coordenadas.

- Norte: Con área de conservación AC-06
- Sur: Con áreas de conservación y vialidad AC-04
- Este: Con terrenos de propiedad privada
- Oeste: Con área de conservación AC-06

Cuadro 2. Coordenadas de ubicación del AC-05

Vértices	X	y
1	472360.3103	2265247.1666
2	472439.2445	2265188.8035
3	472432.2705	2265175.5485
4	472416.3628	2265150.1771
5	472407.4697	2265138.1253
6	472387.9178	2265115.4429
7	472366.1803	2265094.8458
8	472342.4781	2265076.5436
9	472330.7499	2265090.0673
10	472321.3825	2265105.3216
11	472314.6266	2265121.8986
12	472309.7639	2265148.2679
13	472311.4576	2265175.0282
14	472319.6060	2265200.5739
15	472333.7203	2265223.3724
16	472352.9535	2265242.0556

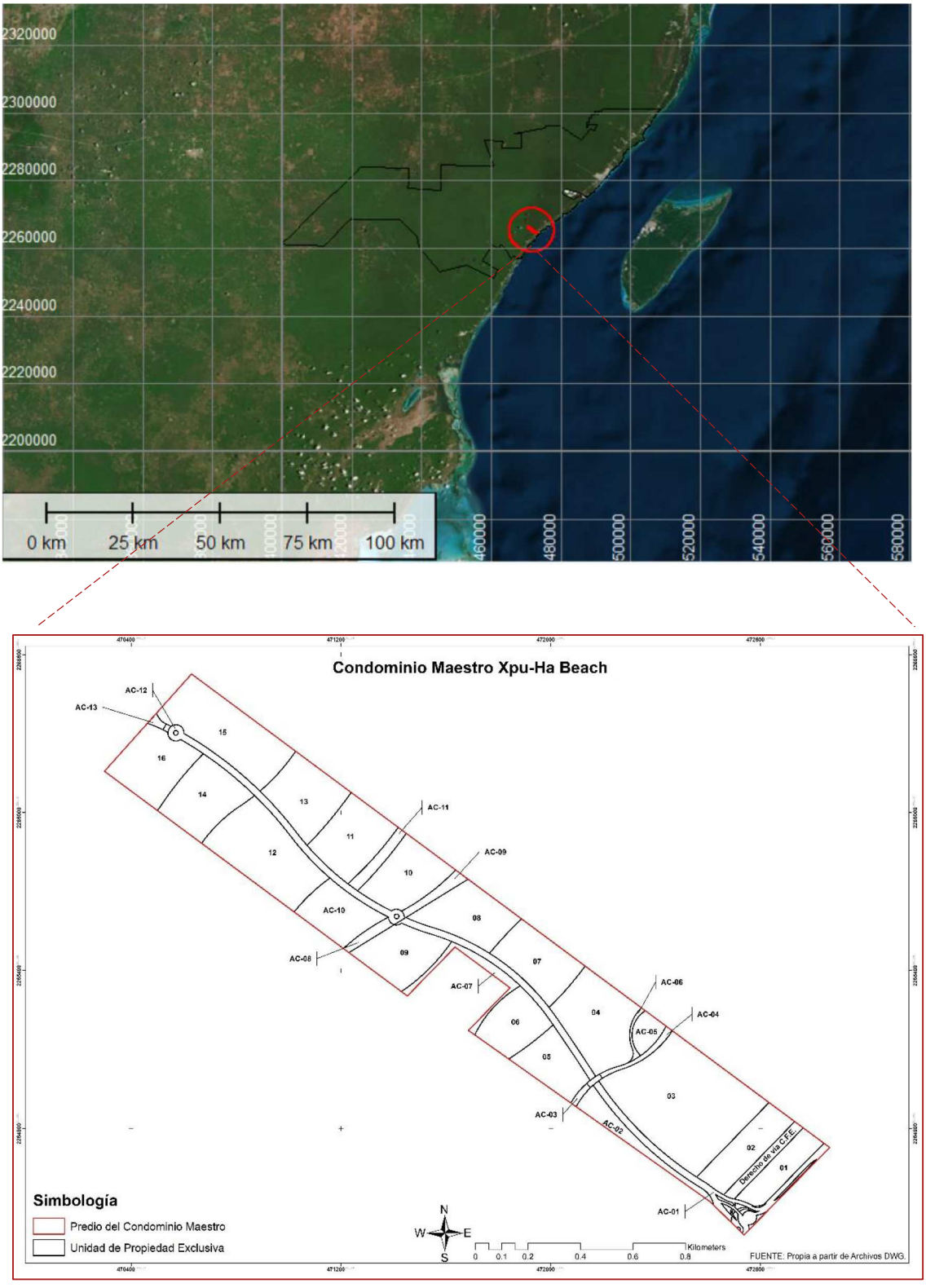


Figura 1. Ubicación del predio del proyecto completo, el Condominio Maestro.

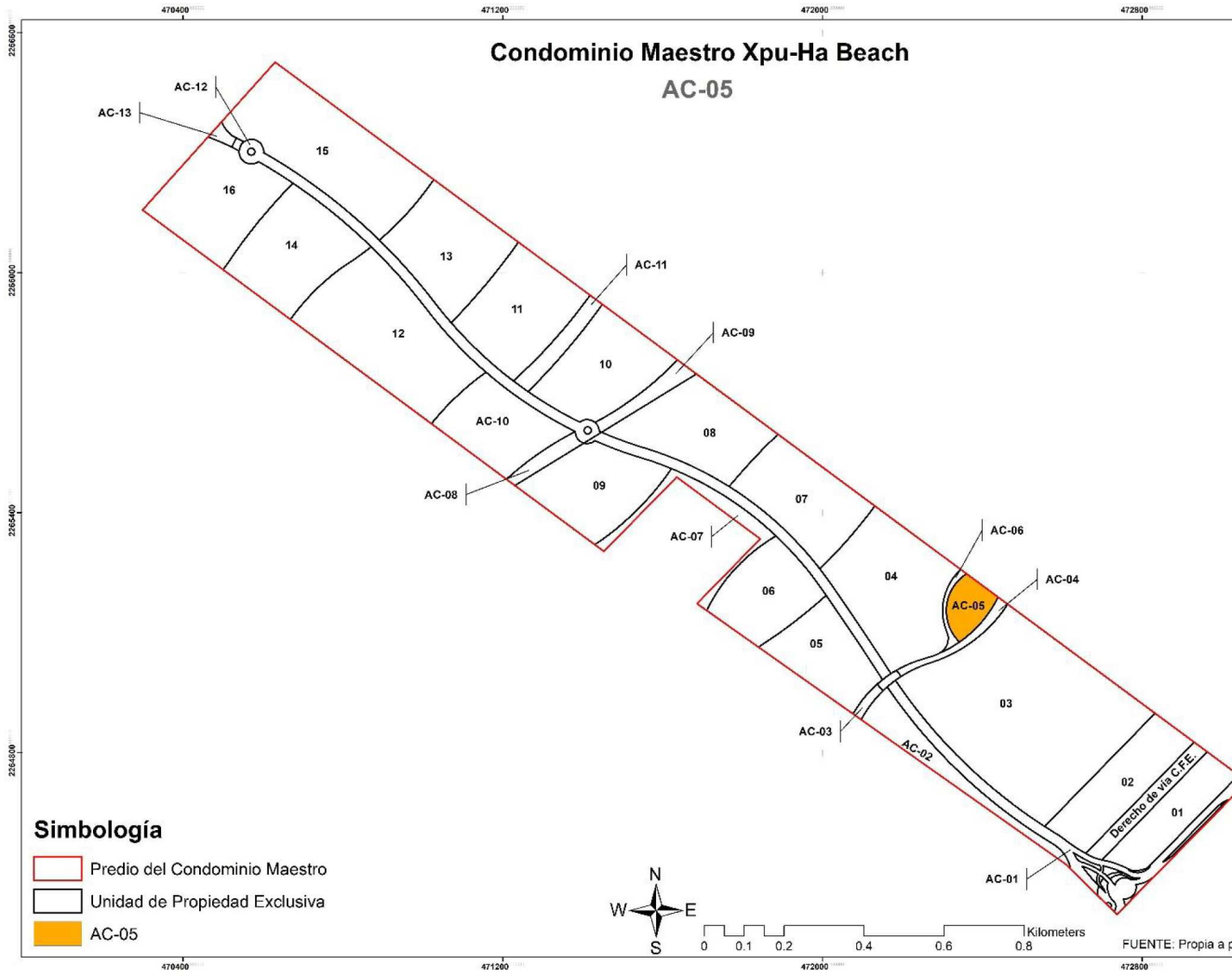


Figura 2. Ubicación del AC-05 respecto al Condominio Maestro Xpu-Ha Beach

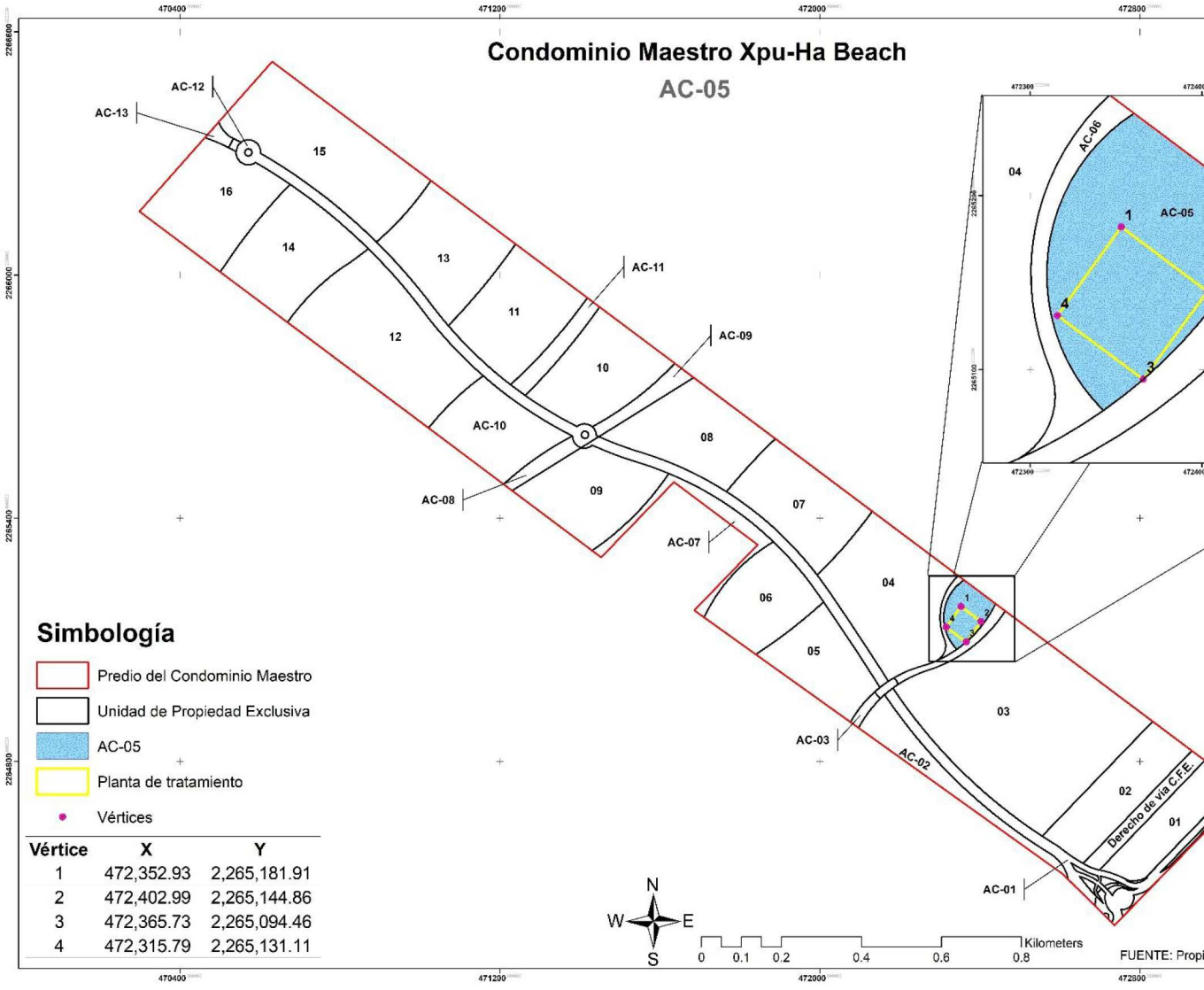


Figura 3. Coordenadas en UTM y ubicación del área destinada al Planta de Tratamiento de Aguas Residuales respecto a

1.5 ANTECEDENTES.

El proyecto "**Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach"** que se somete a evaluación a través de esta MIA-P, consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales. El proyecto pretende ubicarse en el AC-05, del lote 048, Mz. 21 del predio denominado San Miguel, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

- De la autorización en cambio de uso de suelo forestal modalidad "A"

A través del Oficio No. 03/ARRN/0657/2020 de fecha 09 de junio de 2020 se autorizó el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal modalidad "A" para el desarrollo del proyecto "Condominio Maestro Xpu-Ha Beach y Desarrollo del Lote 3 Estrella del Mar", el cual consideró un CUSF de 15.063 Ha en vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y vegetación primaria de selva mediada subperennifolia (Anexo 2)

A través de escrito de fecha 20 de julio de 2020 recibido por la Delegación Federal de la Procuraduría de Protección al Ambiente de Quintana Roo y la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo el 21 de julio de 2020, se dio aviso del inicio de actividades del Proyecto "Condominio Maestro Xpu-Ha Beach y desarrollo del Lote 3 Estrella de Mar" (Anexo 3).

Como parte de dicho proyecto, se encuentra la AC-05, misma que estará destinada a servicios y que cuenta con una superficie total de 13,141.84 m^2, en dicha AC, la resolución arriba mencionada, se reconoce que las superficies autorizadas **comprenden la futura construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales** para la que se designó una superficie de **0.391 Ha.**

1.6 NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto que se somete a evaluación consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, mismo que se encuentra en desarrollo. De modo que, el sistema de tratamiento de aguas residuales constituye una obra complementaria del Condominio Maestro y servirá para tratar inicialmente el agua generada en las unidades habitacionales, sin embargo, la PTAR es modular, lo que permitirá su adecuación según lo demande el Condominio Maestro, misma que será instalada en una superficie de 3,910 m^2, área destinada para el mismo fin en la autorización de Impacto Ambiental del Condominio Maestro. Es importante recalcar que la superficie antes mencionada, ya cuenta con un cambio de uso de suelo autorizado.

Para el funcionamiento de la planta, se requerirá la instalación de equipos y dispositivos diseñados para cumplir con las etapas que forman parte del proceso de tratamiento del agua, así como para la disposición final de la misma, lo cual incluye

infraestructura para el reúso de agua tratada en el riego de áreas verdes y la construcción de un pozo descarga, a través del cual será conducida, previo cumplimiento a la normatividad aplicable. Los componentes generales de la PTAR y sus obras relacionadas para para el proceso de tratamiento se listan a continuación:

- Sistema de eliminación de olores sépticos
- Reactor biológico
- Sistema de cribado
- Soplador regenerativo
- Cabina acústica para soplador
- Cloración de agua producto
- Línea de conducción (agua producto para riego e inyección).
- Pozo de inyección de agua tratada (producto)

Esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular se presenta con el objetivo de someter a evaluación en materia de impacto ambiental las obras correspondientes al proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach".

La incorporación de una PTAR al Condominio Maestro se justifica por la necesidad de suplir un servicio, que si bien, es de aclararse que el 13 de junio de 2018 la Comisión de Agua potable y Alcantarillado (CAPA) del Estado de Quintana Roo, emitió a favor del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach por conducto del C. Mario Alberto Loyo Sánchez, la actualización en materia de factibilidad de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitarios para el Condominio Maestro, previendo que los avances constructivos y operativos de la infraestructura de dicho organismo no fueran suficientes por cualquier razonamiento para atender oportunamente la demanda, principalmente de tratamiento de aguas residuales y buscando que el Condominio Maestro sea social y ambientalmente responsable, se ha optado por la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales de especificaciones normativas a través de la cual se lleve a cabo la disminución y eliminación de características perjudiciales de aguas residuales, específicamente domésticas, para finalmente disponerlas de manera ambientalmente segura.

En tenor de lo antes expuesto, resultan justificables las actividades de construcción, instalación, operación y mantenimiento de una PTAR para el Condominio Maestro Xpu-Ha.

En la figura X, se presenta la ubicación del área destinadas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el AC-05 del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, el cual cuenta con una superficie total de 1,363,266.22 m^2, en tanto que, el AC-05, cuenta con una superficie de 13,141.84 m^2. Ahora bien, en la figura X, se plantea de una forma más específica la ubicación de la PTAR y la ubicación del Pozo de descarga, para dicha área se destinaron 3,910 m^2.

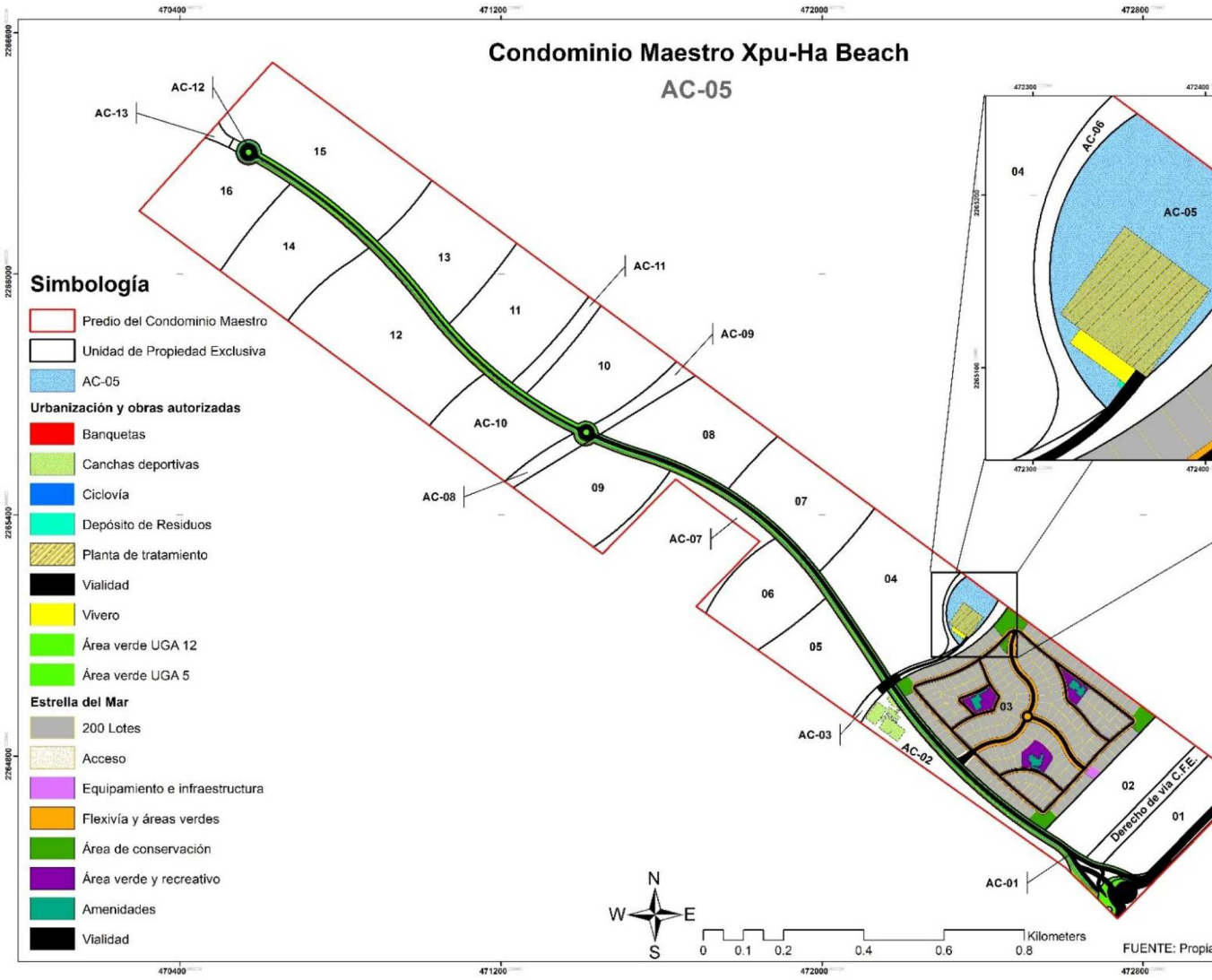


Figura 4. Ubicación del área destinada a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y sus servicios, resp
Condominio Maestro.

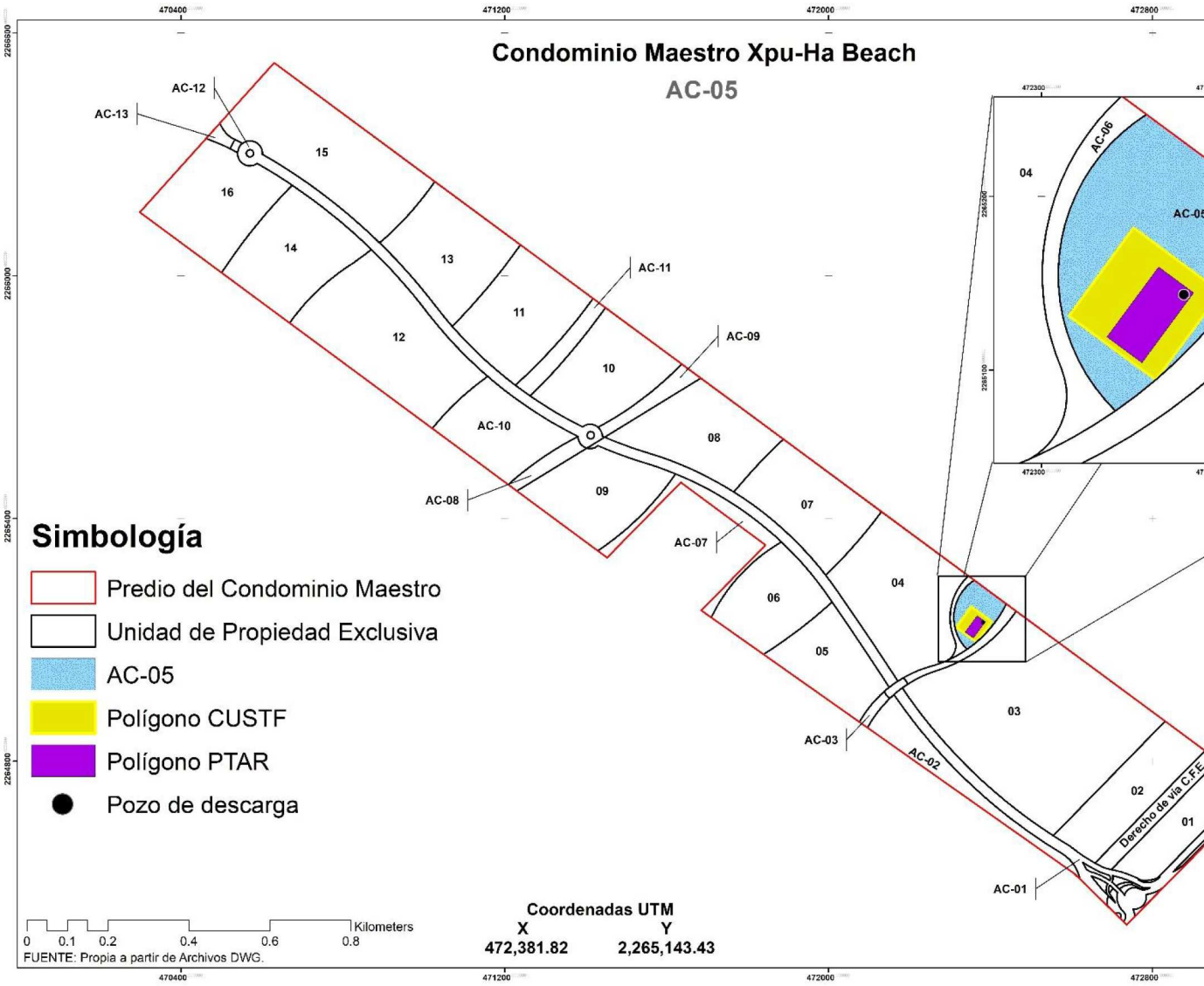


Figura 5. Ubicación de la PTAR prefabricada y el Pozo de Descarga, con respecto al AC-05 y el Condo

1.7 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

Por las características propias del proyecto se puede considerar como permanente, debido a que su propósito es la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales para tratar el agua generada en el Condominio Maestro. Sin embargo, para fines prácticos del proyecto y estudio se considera una vida útil de 30 años.

2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

Desarrollo XpuHa Beach S.A de C.V., fue constituida mediante Escritura Pública No. 25,644, Volumen CCXXV-C/2019 de fecha 12 de marzo de 2019, pasada ante la fe del Lic. Francisco José Traconis Várguez, actuando como Notario público auxiliar en el protocolo de la Notaría Pública No. 68 del Estado de Quintana Roo, a cargo del Notario Público Lic. Gabriel Escobedo Cruz, a través de la cual se formaliza la Protocolización de una Acta de Asamblea General Extraordinaria de la empresa Condómino Xpu-ha Beach, S.A. de C.V. En esta asamblea se acordó el cambio de denominación de la empresa Condómino Xpu-ha Beach, S.A. de C.V. a Desarrollo Xpuha Beach, S.A. de C.V. (Anexo 4).

2.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTE (RFC).

CXB170804FN2 (Anexo 5).

2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.

En la Escritura Pública No. 18,219, Volumen CLVIII-D/2017 de fecha 4 de agosto de 2017, pasada ante la fe del Lic. Francisco José Traconis Várguez, notario público auxiliar en el protocolo de la Notaría Pública No. 68 del Estado de Quintana Roo, a cargo del Lic. Gabriel Escobedo Cruz, a través de la cual se constituye la empresa Condómino Xpu-ha Beach, S.A. de C.V. y se nombra como Presidente del Consejo de Administración al Sr. José Eduardo González Manzano (Anexo 6).

2.4 RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL:

[redacted] se presenta en el Anexo 7, así como una copia simple de la Identificación oficial del representante legal.

2.5 DIRECCIÓN Y CONTACTO DEL PROMOVENTE.

[redacted]

Entidad federativa: [redacted]

Municipio o delegación: [redacted]

Teléfono(s): [redacted]

3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA-P.

3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

Ecosistemas Planeación y Desarrollo, S.A. de C.V.

3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP.

EPD011031C5A.

3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO.

Biol. Silvia Magallón Barajas. Cédula Profesional: 1523938.

3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.

Calle y número [redacted]

Entidad federativa [redacted]

Municipio o delegación: [redacted]

Teléfono(s) y Fax: [redacted]

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

INDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 3
1.1 Naturaleza del proyecto. 3
1.2 Selección del sitio. 4
1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización. 4
1.3.1 antecedentes 7
1.4 Inversión requerida. 7
1.5 Dimensiones del proyecto. 8
1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 12
1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 13
2. VOLÚMEN DE AGUA REQUERIDO Y AGUA RESIDUAL GENERADA PARA LA OPERACIÓN DEL CONDOMINIO MAESTRO XPU-HA BEACH. 14
3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 16
3.1 Descripción del proceso de tratamiento que recibirá el agua. 24
3.2 Programa general de trabajo. 26
3.3 Preparación del sitio. 28
3.3.1 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto. 28
3.4 Etapa de construcción. 29
3.5 Etapa de operación y mantenimiento. 32
3.5.1 Operación. 32
3.5.2 Mantenimiento. 32
3.6 Descripción de obras asociadas al proyecto. 32
3.7 Etapa de abandono del sitio. 33
3.8 Utilización de explosivos. 33
3.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 33
3.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. 35

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

Sector: Inmobiliario

Subsector: Habitacional

Tipo de proyecto: Obras hidráulicas.

1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto que se somete a evaluación consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, mismo que se encuentra en desarrollo. De modo que, el sistema de tratamiento de aguas residuales constituye una obra complementaria del Condominio Maestro y servirá para tratar inicialmente el agua generada en las unidades habitacionales, sin embargo, debido a que la PTAR es modular, podrá realizarse su adecuación según lo demande el Condominio Maestro.

Como se mencionó en el párrafo anterior, se trata de una PTAR modular, es decir prefabricada y esta será instalada sobre el nivel de suelo. Para el funcionamiento de la planta, se requerirá la instalación de equipos y dispositivos diseñados para cumplir con las etapas que forman parte del proceso de tratamiento del agua, así como de la construcción de un pozo descarga, a través del cual será conducida el agua tratada, previo cumplimiento a la normatividad aplicable.

A continuación, se enlistan los componentes generales de la PTAR y sus obras relacionadas:

- Panel de control
- Sistema de eliminación de olores sépticos
- Reactor biológico
- Sistema de cribado
- Soplador regenerativo
- Cabina acústica para soplador
- Cloración de agua producto
- Línea de conducción (agua producto para riego e inyección).
- Pozo de inyección de agua tratada (producto)
- Área de patio de maniobras.

Se anticipa que el impacto, directo y más significativo, que genere la operación de la PTAR se refiere a la generación de aguas residuales tratadas y lodos.

En el caso de las aguas residuales tratadas, una parte será utilizada para riego de áreas verdes del Condominio Maestro, previo cumplimiento de la NOM-003-SEMARNAT-1997 y el resto será conducida a través de un pozo de inducción previo cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996. En lo que respecta a los lodos,

éstos podrán convertirse en lodos de retorno, es decir, ser sedimentados y separados del agua limpia residual y llevarlos de nueva cuenta al tanque de aireación biológico, no obstante, una vez que por sus características lo lodos no puedan ser considerados de retorno, procederán a desactivarse y ser utilizados como abono para las áreas verdes del Condominio Maestro o bien, disponerse mediante una empresa autorizada. Es importante señalar que, el manejo de los mismos se hará en todo momento apegándose a los lineamientos y parámetros establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-004- SEMARNAT-2002 para lodos y biosólidos, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes contenidos para su aprovechamiento y disposición final.

1.2 SELECCIÓN DEL SITIO.

Debido a que se trata de una obra complementaria para el servicio del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach enmarcado como Lote 048, la PTAR se ubicará en el Área Común (AC-05) destinada a servicios, que cuenta con una superficie de 13,141.84 m^2. Sin embargo, la superficie destinada para la construcción e instalación de la planta y su equipamiento es de solo 3,910 m^2, superficie que ya cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
En lo que respecta al pozo de inyección a través del cual se conducirá parte del agua residual tratada para ser dispuesta y su ubicación, será establecido dentro del área que le fue asignada a la planta de tratamiento, es decir en el AC-05, lo anterior se decidió con base en estudios de prospección geohidrológica realizados en un pozo exploratorio, es importante mencionar que dicha actividad fue llevada a cabo, toda vez que el sitio ya cuenta con la Autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales como se mencionará y dará más detalle en los siguientes párrafos. Aunado a la anterior autorización, dicha superficie también cuenta con la Autorización de Impacto Ambiental para la remoción de vegetación, que se incluye el AC-05 dentro del Condominio Maestro y L3 Estrella de Mar.
Ahora bien, una vez resuelta la presente MIA-P por esta Secretaría, posteriormente, se llevarán a cabo las gestiones necesarias para obtener el título de concesión de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) para la descarga de aguas residuales tratadas.

1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

El área donde se pretende desarrollar el proyecto **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach** corresponde al área ubicada dentro del AC-05 que forma parte del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, el cual es propiedad de la empresa Desarrollo Xpu-Ha Beach, S.A. de C.V., denominada como Condómino Xpu-Ha Beach, S.A. de C.V., como se hace constar en la Escritura Pública No. 21,200, Volumen CLXXXIV-E/2018, de fecha 04 de abril de 2018, pasada ante la fe del Lic. Francisco José Traconis Várguez, Notario Público auxiliar de la Notaría Pública No. 68 del Estado de Quintana Roo (Anexo 1), localizado en el Lote 048, Manzana 021, del predio denominado San Miguel y forma parte del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

CUADRO 01. COORDENADAS CUSTF SITIO PTAR – AREA DE MANIOBRAS		
VERTICE	X	Y
1	472,352.93	2,265,181.91
2	472,403.00	2,265,144.87
3	472,365.74	2,265,094.47
4	472,315.79	2,265,131.11

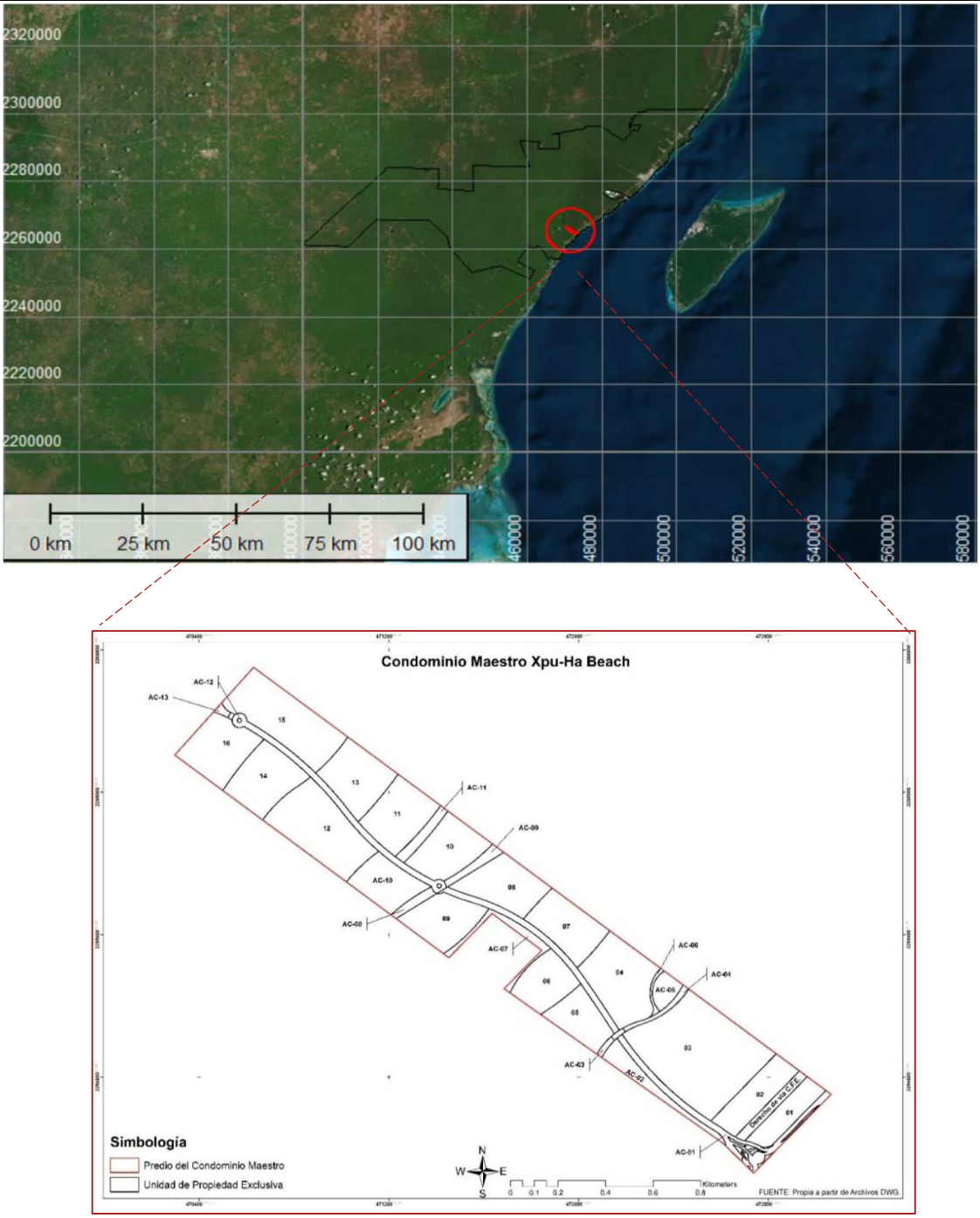


Figura 1. Localización geográfica del polígono predial en el ámbito municipal de Solidaridad, Quintana Roo.

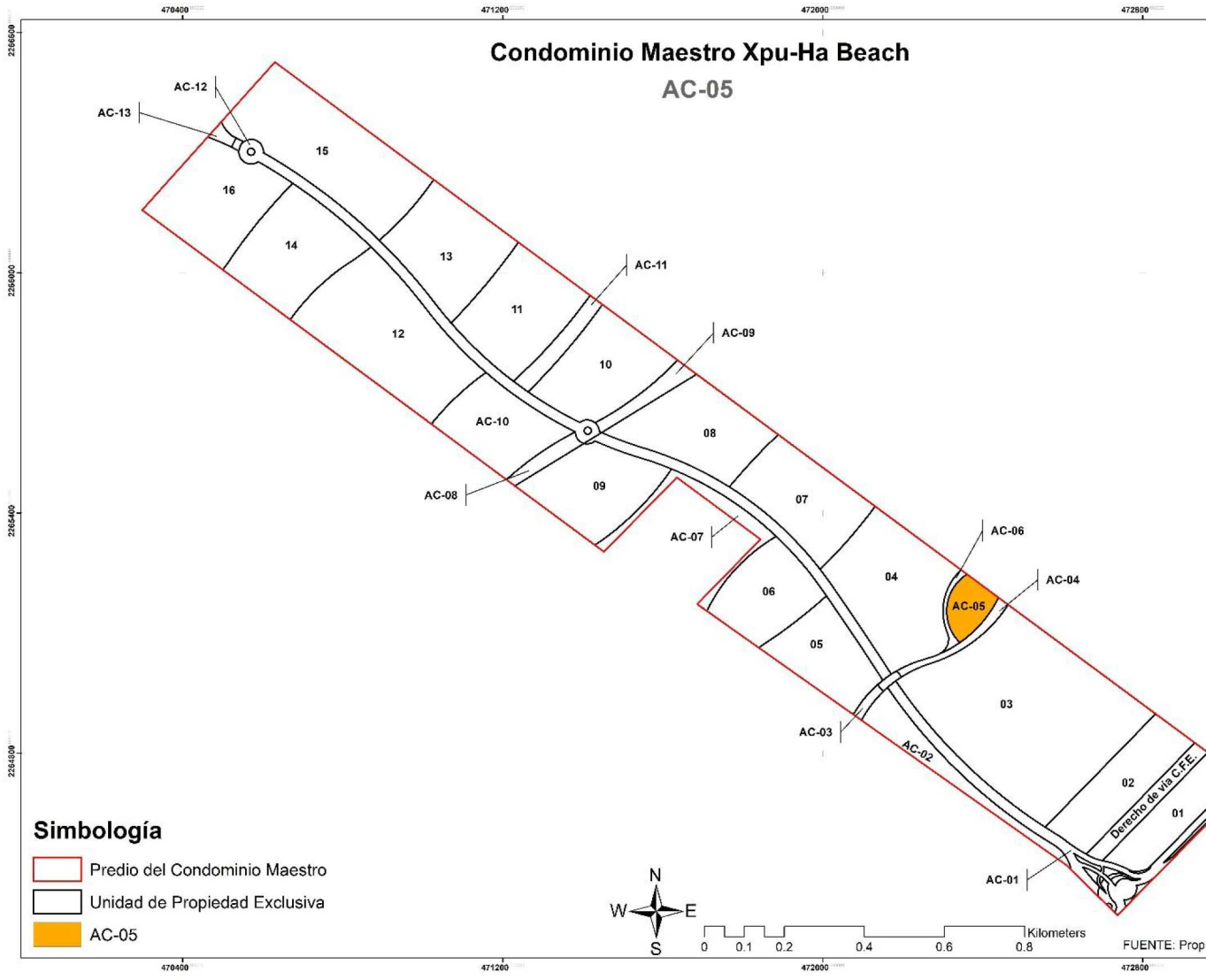


Figura 2. Ubicación del AC-05 respecto al Condominio Maestro Xpu-Ha Beach

1.3.1 ANTECEDENTES

En esta sección se relacionan los antecedentes del proyecto, ya que, si bien el presente consiste en la instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, esta servirá para brindarle el servicio a las diversas manzanas que conforman el Condominio Maestro Xpu-ha Beach.

En materia forestal, se describe que en fecha 09 de junio de 2020 esa Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales emitió el oficio No. 03/ARRN/0657/2020-01321 consistente en el Resolutivo que contiene la Autorización del trámite unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal modalidad "A" para el proyecto "Condominio Maestro Xpu-ha Beach y Desarrollo del Lote 3 Estrella de Mar".

Como parte de dicho proyecto, se encuentra la AC-05, misma que estará destinada a servicios y que cuenta con una superficie total de 13,141.84 m^2, en dicha AC, la resolución arriba mencionada, se reconoce que las superficies autorizadas **comprenden la futura construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales,** donde también se contempla un vivero y un espacio para el acopio temporal de los residuos. Para estas áreas se destinaron las siguientes superficies respectivamente**: 0.391 Ha**, 0.040 Ha y 0.001 Ha, sumando una superficie de aprovechamiento para cambio de uso de suelo de 0.432 Ha *(4,320 m^2)* quedando *así una superficie de conservación de 0.882 Ha (8,820 m^2) que corresponde a casi un 70% del total de la AC-05.*

Aunado a la anterior autorización, el proyecto "Condominio Maestro Xpu-ha Beach y Desarrollo del Lote 3 Estrella de Mar" también cuenta con la Autorización de Impacto Ambiental de acuerdo con el oficio SEMA/DS/4155/2019 de fecha de 11 de diciembre de 2019. En dicha autorización, se incluye del mismo modo el AC-05 dentro del Condominio Maestro y L3 Estrella de Mar e incluye las mismas superficies destinadas a las áreas de servicios mencionadas en párrafos anteriores.

1.4 INVERSIÓN REQUERIDA.

Se estima que la inversión para el desarrollo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach es de aproximadamente $ 41,958.00 USD (cuarenta y un mil novecientos cincuenta y ocho dólares) considerando el suministro del sistema de tratamiento y su instalación. Adicionalmente, la inversión requerida para las medidas de mitigación equivale a $4,195.80 USD (cuatro mil ciento noventa y cinco $^{80}/_{100}$ dólares).

No se estima un periodo de recuperación del capital debido a que la planta misma formará parte de una inversión mayor que deberá recuperarse a largo plazo.

1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO.

La superficie total requerida para el proyecto se desglosa a continuación:

A. Superficie total del predio: La superficie total del predio correspondiente al desarrollo Condominio Maestro Xpu-Ha Beach enmarcado como Lote 048, en donde se llevará a cabo el proyecto es de 1,363,266.22 m^2 (100%) lo cual consta en las escrituras de propiedad anexas al presente estudio.

B. Superficie de aprovechamiento:
Entre las áreas que conforman al Condominio Maestro se encuentra el **AC-05** con una superficie de 13,141.84 m^2 (0.96% del total del Condominio Maestro), la cual quedó destinada para servicios, **planta de tratamiento de aguas residuales** y área verde. Cabe señalar que, de manera específica el área en la que pretende desarrollarse la construcción e instalación de la PTAR corresponde a 3,910 m^2 (0.391 Ha) y que, de acuerdo con el Oficio No. 03/ARRN/0657/2020 de fecha 09 de junio de 2020, dicha superficie cuenta con autorización de cambio de uso de suelo (Anexo 2).

Como se mencionó, la superficie destinada a la PTAR y su pozo de descarga es de 3,910 m^2 que, equivale al 29.75% del predio (AC-05). Se mantendrá una superficie de 9,199.29 m^2 (70 %) como conservación con vegetación en estado natural dentro de la AC-05. El 0.25% restante corresponde en general al área de servicios-vivero, que no son tema de la presente Manifestación.

Por otro lado, en lo que respecta al pozo de descarga de aguas residuales tratadas, se requiere de 4.5m^2. El pozo se ubicará dentro del AC-05 específicamente, dentro de la superficie que ha sido destinada para la instalación de la PTAR. Es importante enfatizar en que previo al desarrollo del pozo se llevarán a cabo las gestiones correspondientes ante CONAGUA para la construcción y operación del mismo. Es importante tener en cuenta que se requiere la autorización de la MIA en cuestión para poder llevar a cabo el trámite correspondiente ante la Comisión, por lo que de antemano se solicita nos tengan por condicionada la presentación de esta diligencia de manera previa a la etapa de operación.

Dentro de esta superficie solicitada en este proyecto (3,910 m^2) se encuentra inmersa la PTAR Prefabricada, cuyas dimensiones son de largo 11 m, de ancho 2.5 m y de alto 1.70 m, que de área da como resultado 27.5 m^2 para la instalación del sistema de PTAR, sin embargo, como se ha mencionado, la superficie restante que es de 3,882.5 m^2 corresponderán al área/patio de maniobras con estacionamiento interno dedicado a dicha infraestructura, a que a futuro podrá ser utilizado para adecuar la capacidad de dicha PTAR.

CUADRO 02. SUPERFICIES QUE CONFORMAN EL PROYECTO		
Superficie	**M²**	**%**
Techadas	**27.5 m²**	**29.75%**
PTAR Prefabricada	27.5 m²	29.75%
No techadas	**3,882.5 m²**	**70.25%**
Área de maniobras con estacionamiento interno	3,882.5 m2	70.25%
Superficie total	**3,910 m²**	**100%**

En la siguiente imagen se puede observar la ubicación del área solicitada para Autorización de Impacto Ambiental, que actualmente ya cuenta con la Autorización de Cambio de Uso de Suelo Forestal, así como la poligonal que ocupara específicamente la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Prefabricada.

En la siguiente imagen se puede observar la ubicación del área solicitada para Autorización de Impacto Ambiental de la PTAR y área de maniobras con estacionamiento interno (Polígono amarillo), que actualmente ya cuenta con la Autorización de Cambio de Uso de Suelo Forestal, así como la poligonal que ocupara específicamente la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Prefabricada (Polígono rosa) y la ubicación del Pozo de descarga (Circulo negro).

CUADRO 03. COORDENADAS CUSTF SITIO PTAR – AREA DE MANIOBRAS		
VERTICE	X	Y
1	472,352.93	2,265,181.91
2	472,403.00	2,265,144.87
3	472,365.74	2,265,094.47
4	472,315.79	2,265,131.11

CUADRO 04. COORDENADAS PTAR PREFABRICADA		
VERTICE	X	Y
1	472,337.57	2,265,119.12
2	472,367.30	2,265,159.33
3	472,387.41	2,265,144.47
4	472,357.68	2,265,104.26

CUADRO 05. COORDENADAS POZO DE DESCARGA		
VERTICE	X	Y
1	472,381.82	2,265,143.43

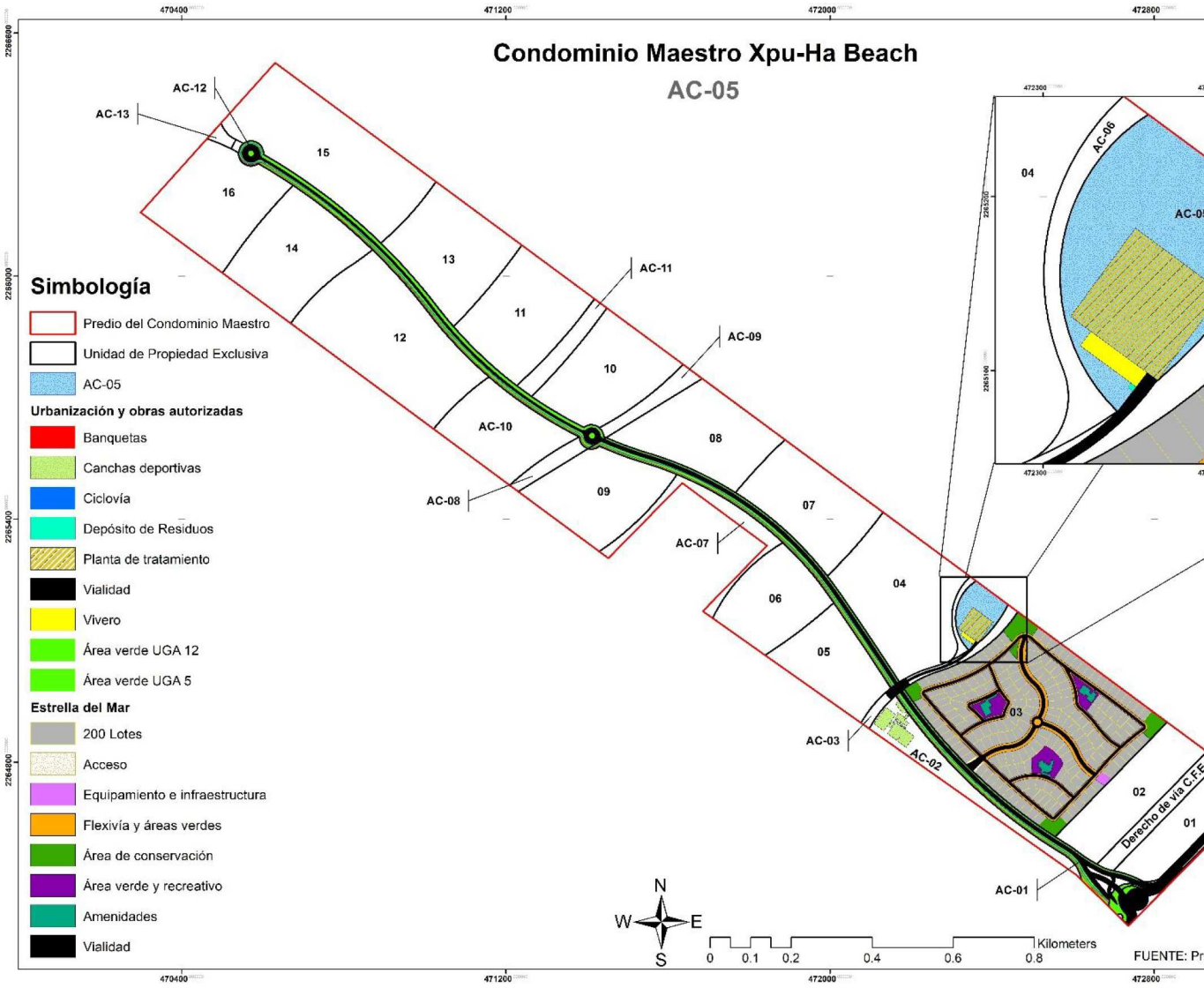


Figura 3. Superficie sombreada destinada al área de PTAR en la AC-05 del Condominio Maestro Xpu-Ha Be

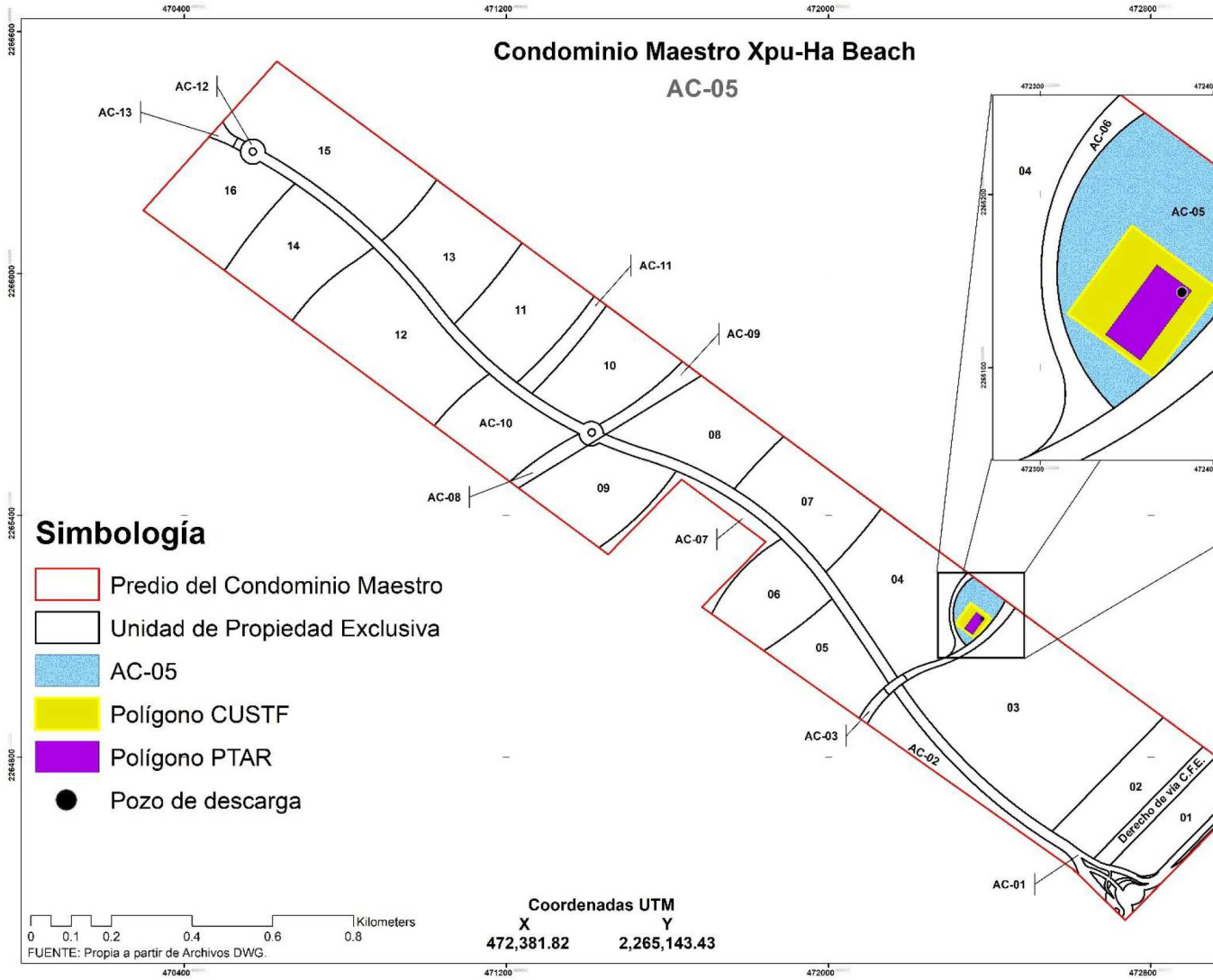


Figura 4. Ubicación del sitio de la PTAR y la distribución del proyecto respecto al AC-05 y al Condominio Ma

1.6 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.

Como se ha informado, la planta de tratamiento de aguas residuales forma parte del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach que, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, el predio del Condominio Maestro se ubica en la **UGA-05 "Corredor Cárstico" y la UGA 12 "Corredor Calica Akumal",** las cuales permiten un uso de suelo ecoturístico fuera de los centros de población admitiendo la construcción y operación de desarrollos.

Ahora bien, de acuerdo con el Oficio No. 03/ARRN/0657/2020 de fecha 09 de 2020, al Condominio Maestro le fue autorizado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.238 Ha para la UGA-05 (2.02% de la superficie predial regulada por esta Unidad de Gestión Ambiental) y de 13.825 Ha en la UGA-12 (18.36% de la superficie predial regulada por esta Unidad de Gestión Ambiental, sumando un total de 15.063 Ha. La vegetación afectada corresponde a vegetación forestal Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

Asimismo, en el Oficio antes referido y como parte de los sitios autorizados dentro del Condominio Maestro para cambio de uso de suelo, se encuentra el área para la construcción e instalación de la planta de tratamiento, a la cual le corresponde una superficie de 3,910 m^2 (0.391 Ha).

Respecto a las colindancias y rasgos aledaños, del AC-05, se encuentra: hacia el Norte el área de conservación AC-06, al Sur áreas de conservación y la vialidad AC-04, al Este colinda con terrenos de propiedad privativa y al Oeste con el área de conservación AC-06.

Cuadro 6. Cuadro de superficies que conforman el **AC-05**

Concepto	**m^2**	**%**
PTAR	3,910	29.75
Área de servicios (vivero y depósitos de residuos)	32.55	0.25
Área de conservación	9,199.29	70
TOTAL	13,141.84	100

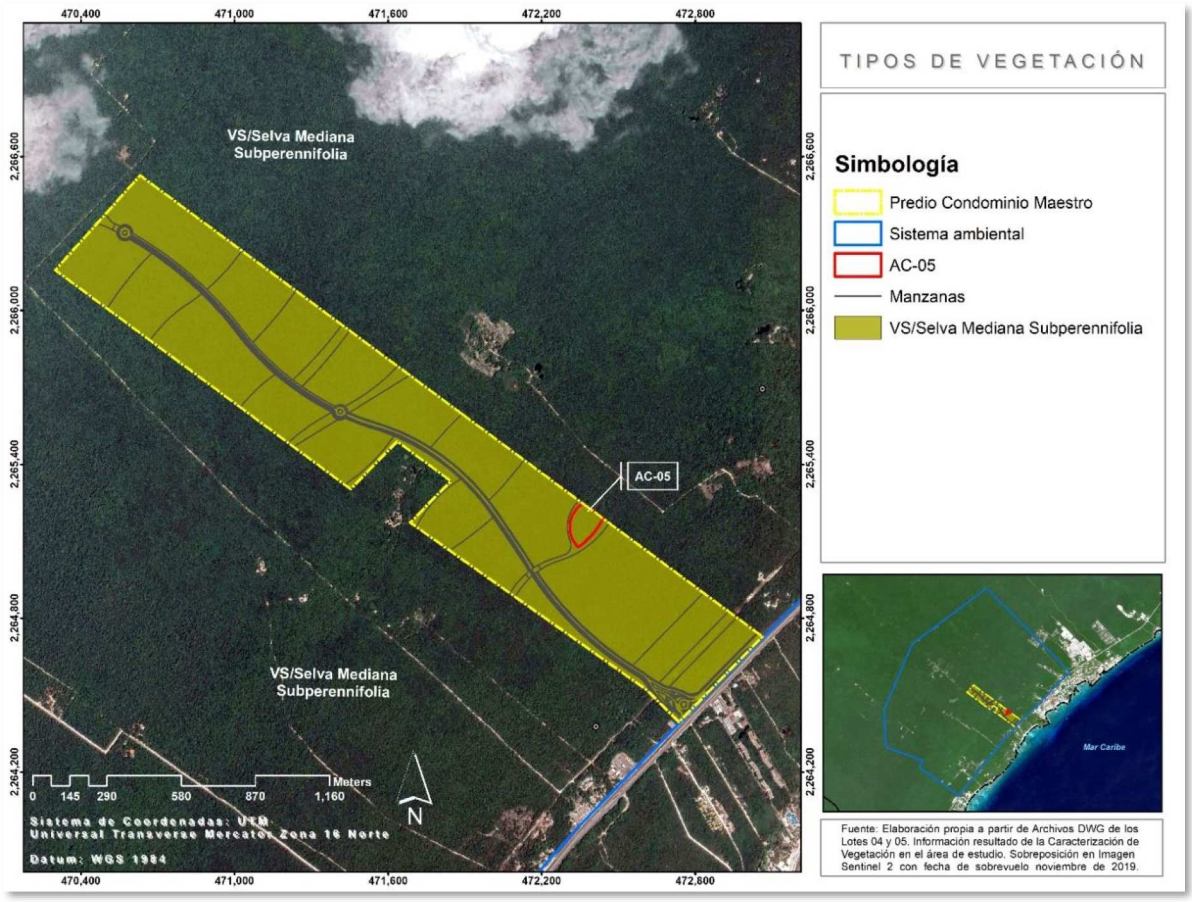


Figura 5. Tipos de vegetación presentes en el predio del proyecto.

1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.

Debido a que el proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach" es una obra complementaria del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra inmerso en el Lote 048.

Respecto a la urbanización y servicio requeridos, las instalaciones para el suministro de energía eléctrica, agua potable y obras de red de telecomunicaciones.

Energía eléctrica: La corriente eléctrica será suministrada por la Comisión Federal de Electricidad. La promovente cuenta con factibilidad por parte de la Comisión Federal de Electricidad para proporcionar el suministro de energía eléctrica la cual fue emitida mediante el oficio No. ZRM-DPLA/0391/2019 de fecha 1 de junio de 2019 (Anexo 8).

Agua potable: Se construirá una red de abastecimiento de agua potable, mediante las líneas de alimentación y el tendido de una línea con tubería de PVC hidráulico a

lo largo de la vialidad; de allí se harán las derivaciones hacia los lotes y áreas de servicio.

La promovente cuenta con factibilidad para obtener los servicios de Agua Potable y Alcantarillado emitida mediante el oficio No. CAPA-DS/DPY/0025/2020 de fecha 13 de enero de 2020 (Anexo 9). En dicha factibilidad se indica que es posible brindar los servicios de agua potable siempre y cuando se cumplan las condiciones para su conexión.

Telecomunicaciones: Para el servicio de telefonía se utilizará red de fibra óptica y será proporcionada por suministrador.

Es importante enfatizar que al tiempo en que se presenta esta Manifestación y se resuelve, el Condominio Maestro se encuentra en desarrollo, por lo que servicios temporales como lo es la disponibilidad de agua potable y energía eléctrica, serán suministrados a través de infraestructura provisional, entre ellos planta generadora y tinacos de almacenamiento de agua potable.

2. VOLÚMEN DE AGUA REQUERIDO Y AGUA RESIDUAL GENERADA PARA LA OPERACIÓN DEL CONDOMINIO MAESTRO XPU-HA BEACH.

A continuación, se desglosa el cálculo de volumen de agua a tratar en la PTAR. Cabe señalar que la planta dará servicio en sus primeros 3 años de operación a los Lotes 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 del Plan Maestro, en tanto que, en los años subsecuentes de vida útil, brindará servicio adicionalmente a los lotes 1 y 2, así como a los lotes del 10 al 15, mismos que se encuentran dentro de la UGA 05.

Agua para Consumo Humano: El volumen de agua requerido durante la operación del Plan Maestro Xpu-Ha Beach se obtuvo de acuerdo con el manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento de CONAGUA y se describe a continuación.

En lo que respecta al clima, el Estado de Quintana Roo presenta un clima subhúmedo. Ahora bien, las casas habitaciones y cabañas ecoturísticas que se desarrollarán en el Plan Maestro Condominio Xpu-Ha Beach se consideran en un estatus “alto”. Adicionalmente, se consideran áreas verdes.

Tomando en cuenta que el número de viviendas de tipo residencial autorizado es de hasta 900 viviendas para la UGA 12 y que el número de cabañas máximo que podría desarrollarse en la UGA 05 es de 305 cabañas ecoturísticas, que para fines del presente cálculo se considerarán como de estatus medio, se estima un consumo de agua de 375,533.90 m^3/año (Cuadro 8).

Cuadro 7. **Promedio del consumo de agua potable por estrato social**			
	Nivel socioeconómico		
CLIMA*	BAJO	MEDIO	ALTO
	Consumo l/hab/d		
Cálido húmedo	198	206	243
Cálido subhúmedo	175	203	217
Seco o muy seco	184	191	202
Templado o frío	140	142	145

*Para el clima de cada localidad se utilizó el Sistema de Clasificación Climática de Köppen
Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento de CONAGUA

Cuadro 8. **Volumen de consumo de agua estimado para el Plan Maestro.**						
Concepto	Plan Maestro (PM)	Habitantes (hab)	(PM)*(hab)	Factor de cálculo	Consumo	Unidad
Casa habitación	900	4	3600	217	781,200	l/hab/d
Cabaña ecoturística	305	4	1220	203	247,660	l/hab/d
TOTAL					1,028,860	l/día
					1,028.86	m^3/día
					375,533.90	**m^3/año**

En suma, el gasto anual máximo de agua potable que se contempla es de 375,533.90 m^3/año, o bien, 1,028.86 m^3/día. Cabe señalar que este volumen considera el desarrollo máximo permitido de casas habitación y cabañas ecoturísticas a capacidad plena.

Como ya se ha mencionado las aguas residuales que se generen serán captadas y conducidas a través de la red de drenaje sanitario interno del Plan Maestro. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, para que pueda ser utilizado para el riego de las áreas verdes. El agua que no se utilice para riego será inyectada al subsuelo a través de un pozo.

Ahora bien, respecto al volumen de agua residual generado, se estima que el agua que llegará a la planta de tratamiento es proporcional a un 85% del total consumido, considerando una pérdida del 15% por arrastre o evaporación. En este sentido, el volumen a tratar corresponde a 874.53 m^3/día, equivalente a 10.12 lps

3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

La planta de tratamiento de aguas residuales que se propone tendrá una capacidad para tratar hasta 12 lps de agua residual, que es suficiente para el volumen de agua que se prevé generar en el Plan Maestro.

El sistema de tratamiento de aguas residuales con el que contará la planta es el de MicroFAST, el cual utiliza un proceso de tratamiento aeróbico sumergido de película fija. Los componentes principales incluyen el módulo de tratamiento MicroFAST® con accesorios de tapa o patas, un soplador tipo regenerativo, airlift y panel de control.

Como ventajas de la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales se pueden mencionar:

1. El Agua tratada cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, para ser reutilizada en riego de áreas verdes, el llenado de los lagos y/o descarga a cualquier cuerpo receptor.
2. El efluente cumplirá con lo establecido con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.
3. Cumplirá con las normas de calidad del agua durante todo el año.
4. No producirá malos olores.
5. El ruido que se produzca cumplirá con la normatividad aplicable.
6. No contaminará el aire (gas Metano y Gas Sulfhídrico).

Los criterios prioritarios que se consideraron para la selección del sitio son:

a) Se encuentra dentro del polígono de aprovechamiento del proyecto.
b) Se ubica en un espacio confinado y apartado de las áreas comunes utilizadas por los residentes.
c) La planta cuenta con la capacidad necesaria para tratar el influente que se genere en el Plan Maestro.

La planta de tratamiento de aguas residuales ocupará una superficie de 3,910 m^2 (0.391 Ha) y quedará dentro del **AC-05,** la cual quedó destinada para servicios, **planta de tratamiento de aguas residuales** y área verde. Respecto al pozo requerido para la disposición del efluente tratado, éste igualmente quedará instalado en dicha superficie y comprenderá una superficie de aproximadamente 4.5 m^2.

A continuación, se enlistan los componentes generales de la planta de tratamiento:

- Sistema MicroFAST Waterwater treatment system
- SaniTEE, Cribado eficiente

- Soplador tipo regenerativo
- Reacto biológico
- Cabina acústica para soplador
- Clorador de pastillas
- Tanques de sedimentación y tratamiento.
- Un pozo para disposición parcial de agua tratada, con diámetro de 16” de ademe y tubería de 6” de diámetro.

En las siguientes figuras se muestra la ubicación de la planta de tratamiento y el pozo dentro del AC-05, así como el acomodo y la distribución de los equipos que permitirán llevar a cabo el proceso de tratamiento del agua. Cabe señalar que, las paredes y el piso del área en la que se instalará la planta tendrán un acabado pulido e impermeabilizado y libre de fugas.

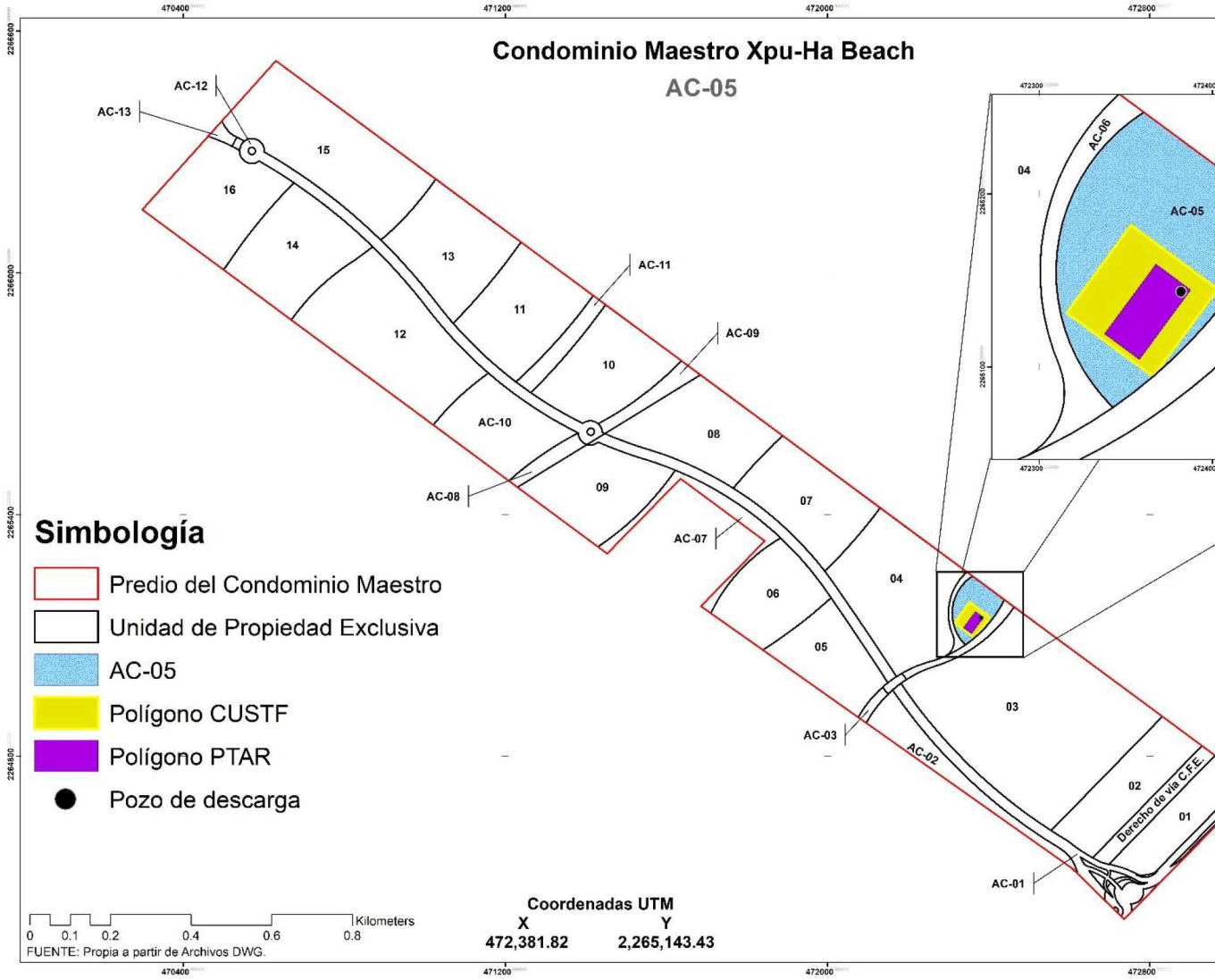


Figura 6. Se muestra la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales y el pozo de descarga, r
Condominio Maestro XPU-HA BEACH.(Anexo 10)

.

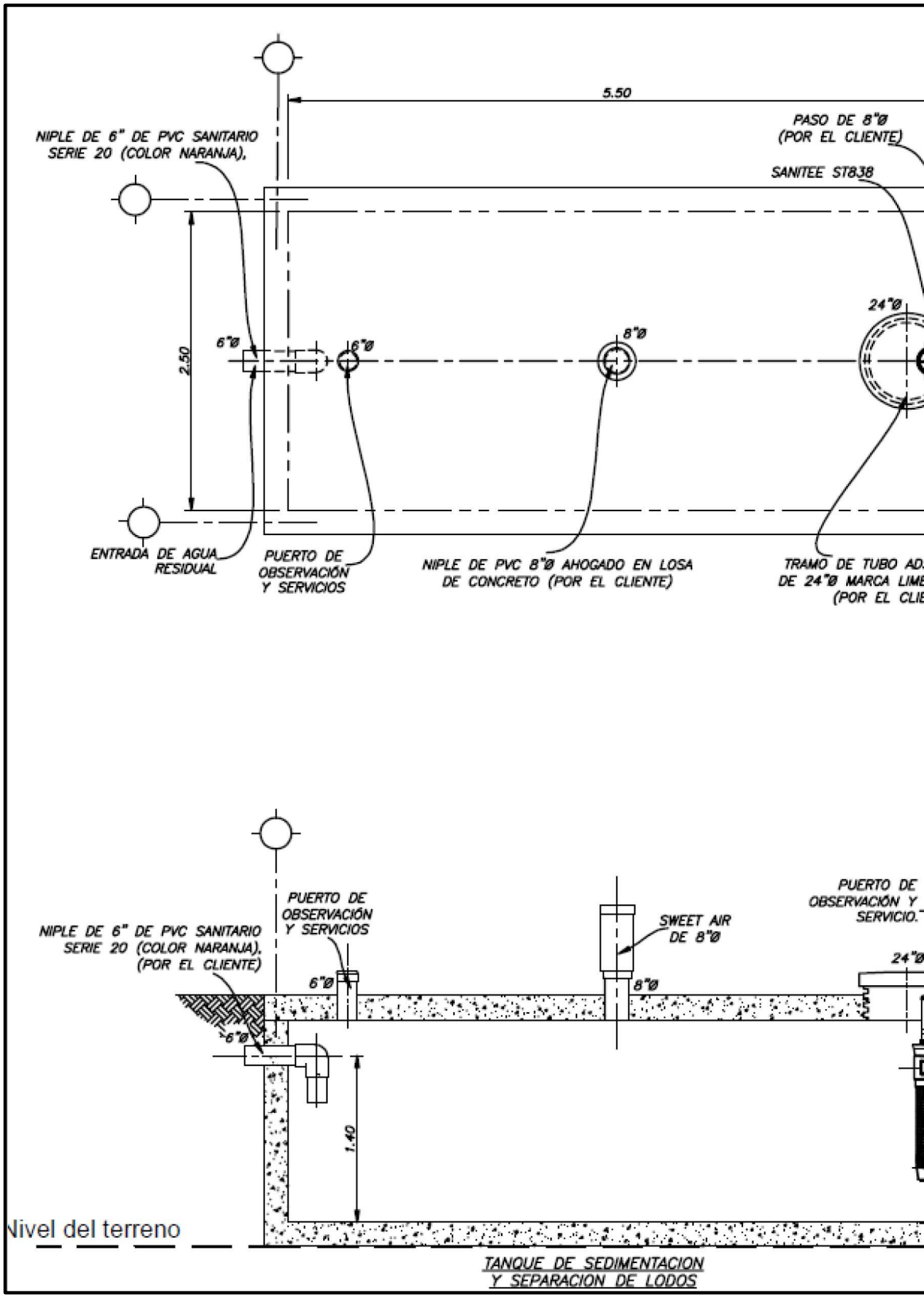


Figura 7. Distribución de los equipos que componen la Planta de Tratamiento de Aguas Resi

A continuación, se describen las características generales y particulares con las que habrá de contar el proyecto.

- Capacidad de diseño de la planta:

La planta estará diseñada para tratar hasta 12 lps de agua residual.

- Origen de las aguas recibidas:

El afluente a tratar, provendrá de las casas habitación y las cabañas ecoturísticas, por lo que las aguas servidas serán de tipo doméstico. En este sentido, se produciría un nivel de contaminación al agua que puede manifestar la presencia de sólidos, desechos orgánicos, detergentes, jabones y grasas.

- Calidad esperada del agua después del tratamiento:

Al finalizar el proceso de tratamiento de aguas residuales, la calidad del agua tratada cumplirá con los parámetros establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997, de modo que podrá ser reutilizada en el riego de áreas verdes.

- Calidad esperada de los lodos que se generen:

Los lodos producidos en la planta de tratamiento cumplirán con las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos y biosólidos establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002, con el fin posibilitar su aprovechamiento o disposición final con una empresa autorizada.

- Destino final del agua tratada:

Una vez que el agua haya sido tratada, tres cuartas partes del volumen obtenido será reutilizado para el riego de áreas verdes, en tanto que, el resto será canalizado a través de un pozo de descarga a 100 m de profundidad, el cual contará con la concesión y autorización correspondiente.

Características de los componentes

Pozo de descarga

En la siguiente figura se muestra la profundidad estimada para el pozo de descarga, teniendo en cuenta el ademe liso que corresponde a 80 m, en tanto que el ademe ranurado será de 20 m, de modo que la profundidad total estimada será de 100 m.

En lo que refiere al diámetro de tubería de descarga, será de 6" con camisa de 8" y ademe de 16" de diámetro.

Pozo de descarga

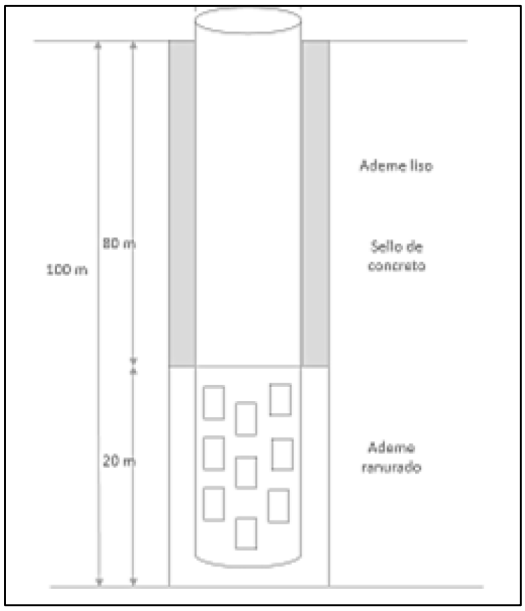


Figura 8. Profundidad estimada para el pozo de descarga.

Componentes del Modelo de PTAR a Instalar en el sitio del proyecto

Modelo: MicroFAST® WASTEWATER TREATMENT SYSTEM

Los módulos de tratamiento MicroFAST® consistirán en un revestimiento, bloques de medias y un dispositivo patentado "airlift". El revestimiento y los bloques de medias proporcionarán un ambiente fijo para el desarrollo de microorganismos de crecimiento adherido, mientras que el airlift proporcionará una mezcla robusta, oxigenación y limpieza de los medios.

Aquí es donde tendrá lugar la reducción de DBO y amoníaco. Un canal estará unido al airlift y penetrará a través del revestimiento. Esto permitirá la transferencia de aguas residuales aireadas entre el módulo y el espacio fuera del revestimiento MicroFAST®, donde las condiciones bajas de oxígeno disuelto podrán proporcionar desnitrificación parcial.



Figura 9. Imagen ilustrativa de MicroFAST Situado en un tanque

SaniTEE Cribado Eficiente

La criba de efluentes SaniTEE® se instalará en la salida del tanque de sedimentación. Los vertederos de ojo de cerradura patentados proporcionarán una consistencia de flujo a pesar de las sobretensiones, mientras que las ranuras anguladas evitarán las obstrucciones dentro de la carcasa del filtro mejor que las pantallas de tipo malla. El compartimento de cribado estará diseñado para capturar artículos voluminosos y basura no biodegradable, mientras pasarán sólidos más finos a la zona de tratamiento aireada. El filtro de efluentes SaniTEE® presentará un hisopo manual interno para facilitar el mantenimiento en sitio. Las aguas residuales fluirán por gravedad a través del dispositivo de cribado hacia la zona MicroFAST.



Figura 10. Imagen ilustrativa de SaniTEE en tanque

Soplador tipo regenerativo

MicroFAST® utilizará un soplador tipo regenerativo de 8 HP para suministrar el aire al sistema de tratamiento. No necesitará correas en V para reemplazar o ajustar y no habrá aceite para cambiar, el soplador proporcionará un alto rendimiento prácticamente sin mantenimiento. El soplador deberá montarse sobre el suelo y debe venir de manera estándar con una cabina acústica para reducir el ruido. El ventilador dentro de la carcasa tendrá un nivel de ruido por debajo de 80 decibeles.



Figura 11. Imagen ilustrativa del Soplador MicroFAST con Housing

Instrumentación y control

El panel de control estándar utilizará arrancadores de motor y sobrecargas para alojarse en un gabinete NEMA 4 X.

El panel de control consistirá en una alarma visual y audible para indicar la pérdida de energía a los sopladores. Se incluirá un interruptor de silencio manual, el equipo será operado por interruptores manuales / automáticos / on/off.

Entre los instrumentos de medición y control que se prevén utilizar durante las diferentes etapas del proceso se incluyen manómetros, interruptores, reguladores y medidores de nivel, indicadores y transmisores de temperatura y presión, presostatos y caudalímetros.

Especificaciones de diseño

Ahora bien, respecto a las especificaciones de diseño de los elementos que componen a la planta de tratamiento, se presenta el siguiente esquema con sus características.

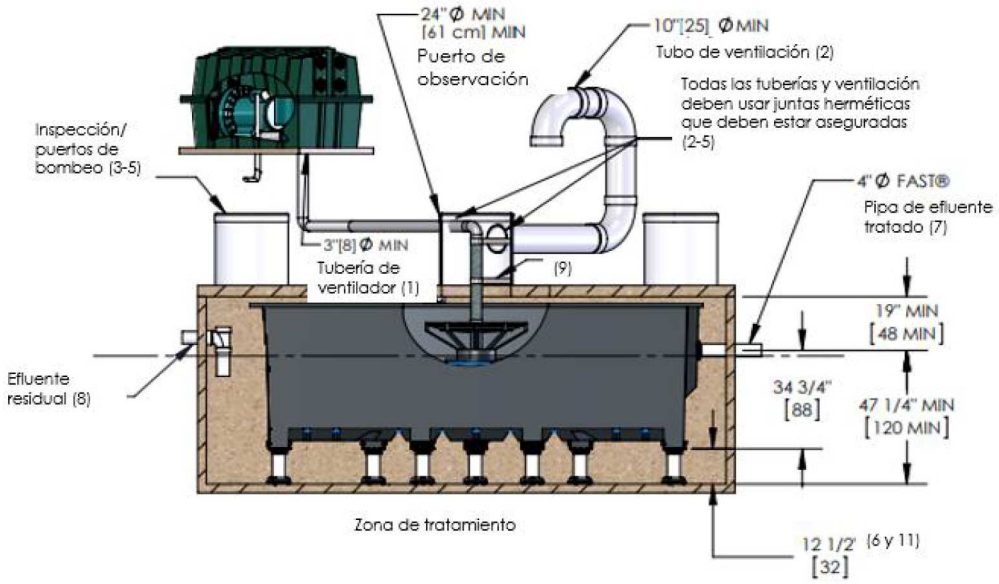


Figura 12. Especificaciones de diseño de los elementos que componen la zona de tratamiento de la PTAR.

1. La tubería de la línea de aire al Fast® no excederá los 100 pies (30 m) de longitud total y tendrá un máximo de 4 codos en el sistema de tuberías. El soplador se ubicará por encima de los niveles de inundación sobre una base de concreto de 57 "x 36" x 2.5 "[150 x 90 x 7 cm].

2. Se ventilará la ubicación deseada y cubrirá la abertura con una rejilla de ventilación con un área de superficie abierta de 20 pulgadas cuadradas [125 cm^2]. Se asegurará con tornillos de acero inoxidable. La tubería de ventilación no permitirá la acumulación de condensado ni creará contrapresión. La ventilación estará por encima del nivel de acabado.

3. Todos los accesorios de FAST® (por ejemplo, tanques, puertos de acceso, eléctricos, etc.) cumplirán con todos los códigos eléctricos y de plomería locales, estatales y nacionales aplicables.

4. El acceso a la bomba de salida será el adecuado para limpiar completamente ambas zonas.

5. Todos los puertos de inspección, visualización y bombeo estarán asegurados para evitar accesos accidentales o no autorizados.

6. El tanque, la tubería, el conducto y el sistema de control de soplador serán de Bio-Microbics, Inc.

7. Todas las tuberías y equipos auxiliares instalados después de FAST no impedirán ni restringirán el flujo libre de efluentes.

8. El tanque estará diseñado para evitar el paso de aire entre el tanque de sedimentación y la zona de tratamiento y evitar un bloqueo de aire.

9. La línea de suministro de aire hacia la unidad FAST® se asegurará para evitar daños inducidos por vibraciones, utilizando para ello una abrazadera no corrosiva cada 2 'min [60 cm].

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO QUE RECIBIRÁ EL AGUA.

Una vez definidos los componentes y sus características, se describe el proceso de tratamiento, sirviendo como esquema de apoyo general la figura 12, es importante aclarar que las siguientes imágenes únicamente se usan para explicar el proceso-funcionamiento del sistema, toda vez que se recalca que la PTAR en cuestión se trata de una que será instalada sobre el nivel de suelo y no como se muestra en las figuras13 y 14, plasmadas en el presente estudio de forma ilustrativa.

1. Zona de ajuste: Los procesos de separación tienen lugar para evitar que entren sólidos grandes a la zona de tratamiento.
2. Aireación: El soplador regenerativo sobre el suelo introduce oxígeno en el tanque para facilitar una circulación robusta a través de la ruta de flujo canalizada del medio de tratamiento Fast.

3. Tanque de medio filtrante sumergido: Adsorción de sustancias orgánicas, nutrientes y organismos patógenos, autorregulación, microbios sanos adheridos a los medios.
4. Descarga: Salida del agua tratada para su descarga a través de pozo y reutilización en el riego de áreas verdes.

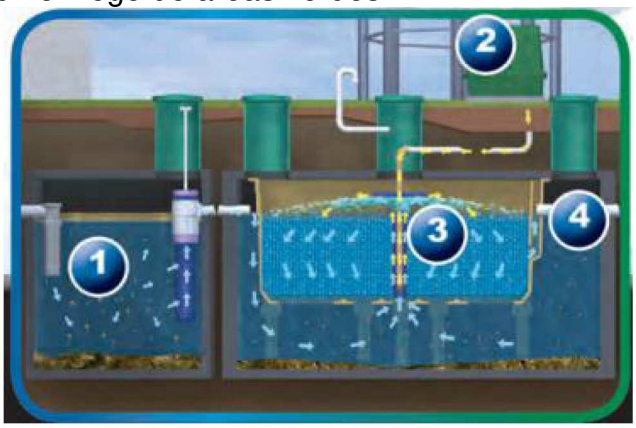


Figura 13. Imagen ilustrativa de los elementos principales que componen una la planta genérica de tratamiento de aguas residuales (no pertenece al diseño del proyecto en cuestión).

Ahora bien, de manera más detallada en la figura 13, se aprecia el diseño y acomodo de los componentes. Es importante tener en cuenta que, el sistema MicroFAST se puede configurar sobre el nivel de suelo o por debajo de él, sin embargo, se manifiesta que para el presente proyecto, **el sistema a instalar en el Condominio Maestro Xpu-Ha Bach es sobre el nivel del suelo**, la imagen que se presenta a continuación es ilustrativa de un sistema MicorFAST genérico.

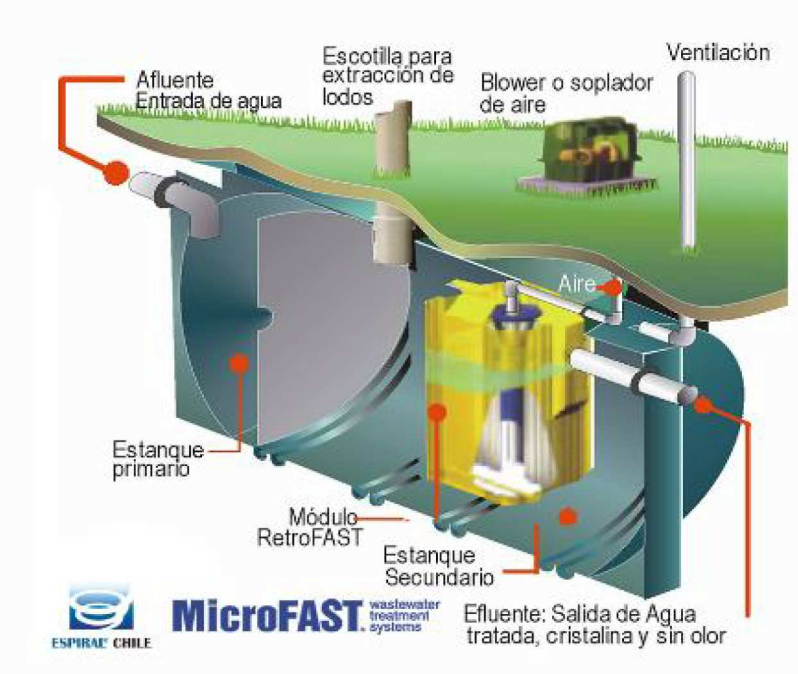


Figura 14. Esquema del diseño y acomodo de los componentes de una PTAR MicroFAST genérica (no pertenece al diseño del proyecto en cuestión).

El agua residual sanitaria por tratar (Afluente) ingresará al primer tanque llamado Estanque Primario, con capacidad volumétrica por no más de 24 horas tiempo de retención (HRT-Hour Retention Time). El tanque por su HRT permitirá la sedimentación de solidos pesados como arena y basura.

El agua residual fluirá por gravedad por desplazamiento volumétrico a un segundo deposito. En la pared que dividirá a ambos tanques, para el volumen propuesto se instalará una criba de solidos largos llamada Filtro Polyloc, su función será evitar paso de solidos mayores a ¼" a la Cámara del Reactor. El filtro será de material plástico y su limpieza será manual a través de un puerto de acceso en la parte superior del tanque. Contará con puerto acceso y salida de 4" diámetro, éste se conectará al cabezal de distribución de los módulos EcoPOD-N®, seleccionados para la aplicación. Lo anterior, podría variar a futuro en caso de ajustar su volumen cuando lo demanda así lo requiera.

Posteriormente, la biomasa facultativa adherida a la superficie del medio en el estanque secundario, atrapará y digerirá un flujo constante de desechos entrantes.

Una vez que el agua haya sido tratada biológicamente, pasará por un proceso de cloración y desinfección final, el efluente se dirigirá al área de descarga, la cual estará diseñada para que el efluente pueda ser reutilizado directamente en el riego de las áreas verdes o bien, sea descargado a través del pozo de descarga.

Respecto a los lodos que se generen, se estima que la producción de lodo MicroFAST® es de aproximadamente 5 lb/día.

La zona de sedimentación y la zona de tratamiento debajo del MicroFAST® deberán bombearse según sea necesario. Si la profundidad del lodo está dentro de 3-4 pulgadas de la parte inferior del sistema MicroFAST®, se requiere bombear.

La planta contará con una escotilla para extracción de lodos, los cuales serán estabilizados a través de digestión aerobia, para ser utilizados posteriormente como abono en las áreas verdes o bien, ser dispuestos con una empresa autorizada.

3.2 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

Se presenta un cronograma de trabajo, para el establecimiento y entrada en operación de la PTAR, así como las actividades que requerirán las obras y el tiempo aproximado en bimestres para su realización (Cuadro 9). La construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales se pretende realizar en un periodo de 2 años, una vez que se cuente con todos los permisos correspondientes. A partir de los dos años y un mes (13 bimestres) entrará en operación hasta el fin de su vida útil que es de 30 años.

Cuadro 9. Programa general de trabajo.

Actividades	Preparación del sitio		Construcción e instalación							
Bimestres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Obtención de los permisos correspondientes de la CONAGUA y otros										
Ahuyentamiento de fauna										
Rescate de flora										
Acondicionamiento de las áreas para las estructuras de la planta										
Construcción de pozo										
Instalación de tubería y líneas periféricas										
Instalación de la PTAR										
Instalación de componentes de instrumentación y control										
Afinado y detalles de construcción										
Pruebas de operación										
Ajustes y modificaciones en caso de ser necesarios										
Operación del proyecto										

3.3 PREPARACIÓN DEL SITIO.

Las actividades requeridas como parte de esta etapa, incluyen la remoción de vegetación forestal Secundaria de selva mediana subperennifolia, del área en la que se instalará la planta de tratamiento y sus componentes, así como el pozo de descarga, es decir, el 29.75% del AC-05, toda vez que es el área destinada para dichos componentes. Es importante tener en cuenta, que dicha área ya cuenta con autorización para cambio de uso de suelo, de modo que, el proyecto que se somete a evaluación se adherirá al Programa de desempeño ambiental y subprogramas que fueron propuestos para el Plan Maestro y bajo los cuales se obtuvo la autorización en materia de cambio de uso de suelo y en materia de impacto ambiental. Adicionalmente, para el proyecto en cuestión se incluye el programa de desempeño ambiental (anexo técnico 1), programa de rescate de flora (anexo técnico 2), programa de rescate de fauna (anexo técnico 3) y programa integral de manejo de residuos (anexo técnico 4), mismos que contemplan actividades relacionadas con esta etapa.

Como se mencionó en el párrafo anterior, la preparación del sitio consiste en:

- Eliminar la cubierta vegetal del predio,
- Nivelarlo topográficamente y hacer la limpieza general.
- La limpieza del terreno se realizará en gran parte mediante la excavación a máquina en material Tipo II en Seco, la cual se prevé sea mínima toda vez que la PTAR se encontrará sobre el nivel del suelo.
- Para efectuar el trazo las labores se realizarán utilizando aparatos de estación total, se tomará en cuenta el proyecto arquitectónico; para la nivelación, las disposiciones que se tomarán procederán del plano “corte de niveles”, en el que se marcan las elevaciones, los desplantes y los elementos necesarios para nivelar la PTAR.
- Compactación del suelo

A fin de no requerir de materiales de algún banco para la nivelación topográfica del predio, el producto de la excavación, inicialmente será colocado en las áreas del proyecto, siendo después utilizado para la instalación de taludes alrededor de la instalación de la planta.

Al ser una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que se encontrará **sobre el nivel del suelo**, no se contemplan excavaciones profundas, únicamente la nivelación y compactación del suelo para la colocación de una plancha de concreto que se mencionará en la descripción de la instalación de la PTAR.

3.3.1 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

No se consideran obras provisionales específicas para la instalación de la planta, ya que se realizará a la par en la que se desarrolla el Condominio Maestro, por lo

que, en caso de requerir alguna obra provisional, podrá servirse de las ya consideradas para el proyecto al que pertenece.
Para la construcción del pozo se requiere la delimitación y aprovechamiento de tres metros en media luna para los trabajos y maniobras alrededor de la zona destinada a perforación, la cual se establecerá dentro de los 4.5 m^2. Asimismo, se necesitará delimitar y mantener libre el camino para la entrada y salida del camión perforador.

3.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Aunado a lo que se comentó en la *Sección 3* y *3.1*, la descripción de los componentes de la PTAR MicroFAST donde se expuso los componentes que se requieren para su correcta instalación, la explicación de la instalación misma y su funcionamiento se agrega lo siguiente.

- Instalación de PTAR MicroFAST

Referente a la instalación de la Planta de Trata miento de Aguas Residuales, se manifiesta que la única obra permanente que se estaría colocando, es una base de concreto hidráulico que será complementada con la forma de un cubo o cuarto, misma que contendrá la Planta de Tratamiento que será instalada, al ser pre-armada / prefabricada y de tamaño reducido (característica relevante de este sistema) será colocada en dicho cuarto y el sistema será adecuado al sitio para la recepción de las aguas residuales así como la salida mediante el pozo de descarga y salida para riego.

Aunado a lo anterior, se agrega lo siguiente con respecto de la construcción del pozo.

- Construcción de pozo.

Esta etapa consiste en la perforación y acabado del pozo, la cual se realizará con equipo y maquinaria de perforación convencional que será contratada para tal efecto. La construcción se llevará a cabo teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en la NOM-003-CNA-1996. Las principales fases de esta actividad son:

1. Ubicación del pozo de descarga.
   A partir de un estudio de prospección hidrológica realizado en un pozo exploratorio (Anexo 12), se determinó que el sitio propuesto para el pozo de descarga que se requiere perforar es el adecuado, el cual se plantea que estará ubicado dentro del AC-05, específicamente en el área destinada a la PTAR.
   Lo anterior, toda vez que en dicho estudio se manifiesta que es aceptable la inyección de aguas residuales por debajo de los 40 metros de profundidad, ya que a esa altura ya no se localizan cuerpos de agua dulce. Tomando en cuenta la consideración anterior es que se toma la decisión de ubicar en dicho sitio el pozo y que este tendrá una profundidad de 100 metros.

2. Preparación del fluido de perforación con agua limpia:
   Una vez que se encuentren listas las fosas y el equipo está preparado, se lleva a cabo la mezcla de sustancias con las que se formará el fluido o lodo de perforación.

3. Perforación:
   Se inicia la secuencia de perforación del pozo, esto consiste en el ataque alternado de percusión y rotación de la broca, y una vez que se comprueba visualmente que la pieza comienza a penetrar en el suelo en forma vertical, se inicia la inyección del fluido a fin de evacuar el material del corte. En esta fase se cambiará o alargará la barra de perforación tantas veces como sea necesario.

4. Primera limpieza:
   Tanto el fluido de perforación como los materiales en suspensión serán extraídos, éstos se prepararán para la entubado o encamisado, posteriormente se llevará a cabo el lavado con la ayuda de la bomba de fluido, la cual se coloca en un recipiente con abundante agua limpia y se inyecta a presión hasta que salga clara. Una vez terminado este proceso, los tubos de perforación son retirados.

5. Colocación de ademe:
   El ademe a instalar contará con diámetro de 16”. La sección más profunda del ademe de admisión consiste en un tubo ranurado y protegido con una malla para filtrar el agua que ingresa desde el acuífero, en tanto que el ademe de la parte menos profunda se mantiene liso.

6. Colocación del filtro granular:
   El espacio entre el ademe de admisión y la pared del sustrato perforado se llenará con grava inerte u otro material redondeado de origen natural, exento de materia orgánica o cualquier sustancia que altere las propiedades del agua, a fin de que evite el ingreso de materiales finos al pozo.

7. Desarrollo del pozo:
   Consiste en una segunda limpieza con agua limpia a presión.

8. Cierre sanitario:
   Una vez terminados los trabajos de excavación e instaladas las conexiones de descarga, se coloca una tapa en la apertura superficial del pozo para sellarlo.

9. Instalación de tablero.
   Implica la conexión del tablero que contendrá los dispositivos a partir de los cuales podrá controlarse el encendido, apagado o pausado de las bombas para la descarga del efluente.

A continuación, se presenta el esquema del pozo de descarga.

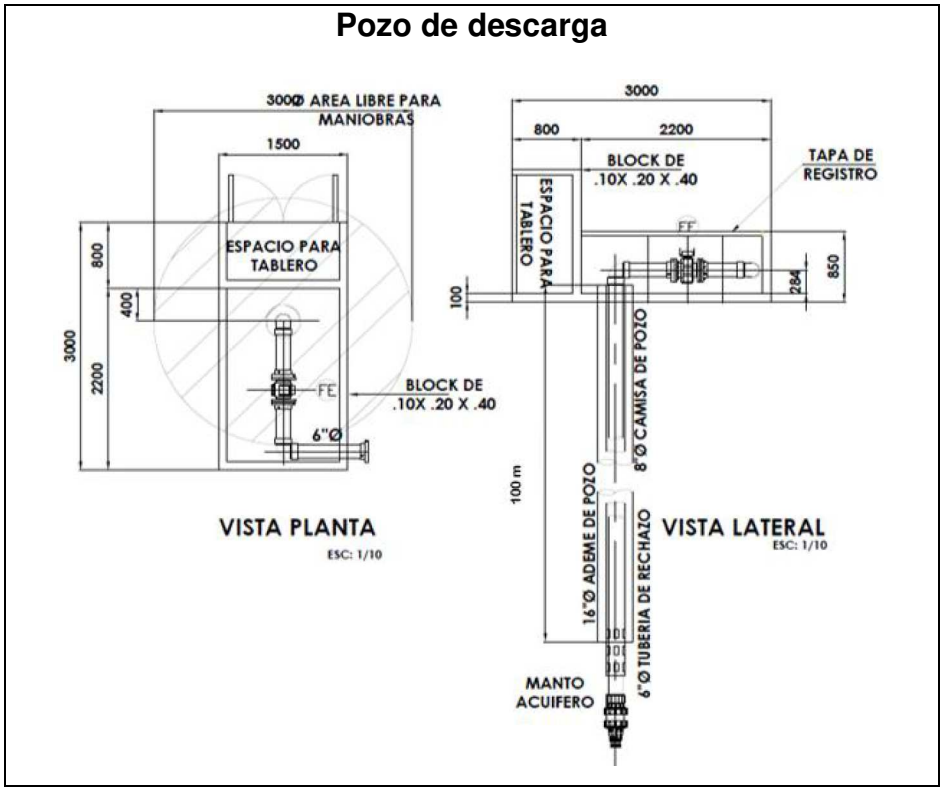


Figura 15. Se muestran las características de los pozos de captación y rechazo.

- Instalación periférica:

  Líneas de conducción o tubería: Consiste en la instalación de las líneas de conducción del agua residual a través de alcantarillado interno del Plan Maestro hasta la planta de tratamiento de aguas residuales; y las líneas de conducción desde la salida de los flujos de agua tratada hacia el pozo de descarga y/o para su reúso.

  Líneas de energía: Se mantendrán líneas de alimentación de energía eléctrica desde el área de transformadores, hasta la sala de máquinas y hasta las bombas sumergibles. El calibre y la fase del cableado se instalará en función de las necesidades del equipo y cada uno de sus componentes.

- Afinado y detalles de construcción:

  Consiste en realizar la revisión del equipo una vez que haya sido instalado, a fin de detectar deficiencias de acomodo y/o ensamblado que pudiera presentarse.

- Pruebas de operación:

  Posterior a la instalación del sistema, se llevarán a cabo pruebas de funcionamiento y operatividad que garantice la seguridad de los operarios y el correcto funcionamiento del equipo. Asimismo, se evaluará la calidad del agua tratada mediante un análisis de calidad de agua realizado por un laboratorio certificado que avale los resultados.

3.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

3.5.1 Operación.

Las actividades que se llevarán a cabo durante la etapa de operación consisten básicamente en el tratamiento de agua residual doméstica, mediante procesos físicos, biológicos y químicos, y su traslado a través de las líneas de conducción hasta llegar a la planta de tratamiento de aguas residuales y una vez tratada, hacia el pozo de descarga o bien, es conducida para ser reutilizada en el riego de áreas verdes.

A razón de los antes expuesto, durante la operación de la planta de tratamiento, el Condominio Xpu-Ha contará con personal destinado a los trabajos operativos, de mantenimiento y seguridad a fin de cubrir con las necesidades del proyecto.

3.5.2 Mantenimiento.

Debido a que la actividad del proyecto principal consiste en la venta de lotes para desarrollo de casa habitación y cabañas ecoturísticas, éste implica el uso de diversas instalaciones de apoyo, equipos y tecnología, los cuales es importante mantener en óptimas condiciones de funcionamiento para prolongar su periodo de vida y funcionalidad. Tal es el caso de la planta de tratamiento de aguas residuales la cual estará contemplada en un Programa de Mantenimiento Preventivo, en el cual se calendaricen las acciones que se deben de realizar a todos los dispositivos e instalaciones. Estas actividades deberán de estar coordinadas por parte del departamento de mantenimiento que asigne el Condominio Maestro, quienes deberán llevar un control puntual a través del uso de bitácoras.

A fin de proteger el acuífero, el mantenimiento del pozo de descarga se llevará a cabo teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la NOM-004-CNA-1996.

3.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.

No se requieren obras asociadas distintas a las descritas como parte del proyecto.

3.7 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.

Al término de la vida útil del proyecto, la empresa someterá ante la autoridad competente en materia de impacto ambiental el programa de desmantelamiento y abandono del sitio, o en su caso se realizarán las acciones que la autoridad competente determine.

3.8 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

No se prevé la utilización de explosivos.

3.9 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

- Sólidos

Preparación del sitio

En esta etapa la única actividad de la que podrían provenir residuos corresponde a sólidos urbanos, específicamente los derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte de los colaboradores, es decir, latas de refresco, envolturas de papas y otros alimentos. Asimismo, se contempla la generación de residuos sanitarios.

Se instalarán contenedores de residuos debidamente etiquetados para su almacenaje, para posteriormente ser retirados mediante empresas autorizadas.

Construcción.

Se prevé la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de bebidas y alimentos de los trabajadores que laboren durante el proceso de perforación del pozo e instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales, así como de residuos sanitarios.

Se instalarán contenedores de residuos debidamente etiquetados para su almacenaje, para posteriormente ser retirados mediante empresas autorizadas. En cuanto a los residuos líquidos de los sanitarios, serán retirado mediante la empresa arrendadora quien deberá contar con autorización por las autoridades competentes.

Además, se espera que, durante los trabajos de construcción del pozo, específicamente durante la etapa de perforación, se generen sedimentos (tierra y lodos).

Dichos sedimentos podrán ser almacenados en sitios que no perjudiquen las áreas de conservación para posteriormente ser usado como relleno en la obra.

En cuanto a la instalación de la planta, se generarán residuos de la construcción, como son pedacería de plástico, PVC, mosaico, vidrio, cartón y papel, principalmente.
Aquellos restos que ya no sean de utilidad en otra actividad y procedan a ser desechados serán almacenados para posteriormente ser retirados mediante una empresa debidamente autorizada por la autoridad competente.

- Líquidos:

Construcción.

Los residuos líquidos consistirán en agua inyectada que utiliza la maquinaria de perforación durante el proceso de perforado del pozo, la cual no contiene ningún tipo de contaminante.

Asimismo, se espera la generación de agua residual proveniente del uso de sanitarios portátiles por parte de los trabajadores.

Los residuos líquidos de los sanitarios, serán retirado mediante la empresa arrendadora quien deberá contar con autorización por las autoridades competentes.

Operación.

En esta etapa se prevé la generación del agua residual tratada, que si bien, contará con los parámetros de calidad de agua para descarga y reúso, no deja de ser considerada como agua residual, toda vez que ya ha sido utilizada de manera previa. Como ya se ha mencionado, una parte del efluente será utilizado para el riego de áreas verdes, en tanto que el resto será inyectado a una profundidad de 100 m.

Emisiones a la atmósfera

Preparación del Sitio.

En esta etapa las principales emisiones a la atmósfera serán las generadas por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria utilizada para la remoción de la vegetación, sin embargo, operará por un tiempo limitado y se apagará durante el tiempo en que no esté en uso.

Construcción.

Durante esta etapa se prevé la generación de emisiones a la atmósfera derivada del uso de la maquinaria empleada para la perforación del pozo. Sin embargo, al igual que en la etapa de preparación del sitio, la maquinaria operará por un

tiempo limitado y se apagará durante el tiempo en que no esté en uso. Ahora bien, en lo que respecta a la emisión de ruido, toda vez que la actividad de perforación suele generar un ruido intenso, se limitará a las horas diurnas, durante un horario laboral y se dotará de equipo de protección personal que incluya protectores auditivos a los trabajadores.

Operación.

Durante la operación de la planta se generan cantidades reducidas de calor y ruido. Sin embargo, en virtud de operar con motores eléctricos, indirectamente se le puede considerar generadora de baja magnitud de productos de la combustión.

- Residuos peligrosos

Construcción.
Como parte de esta etapa, se espera la generación de residuos peligrosos que incluyan principalmente estopas impregnadas con solventes derivados de la instalación de la planta, así como envases de pegamento, impermeabilizante y pintura.

Los residuos peligrosos generados, serán almacenados en un sitio designado con las condiciones adecuadas en un periodo no mayor a seis meses, para que sean dispuestos por empresas autorizas.

Operación.

Durante esta etapa se prevé que los residuos provengan de los generados por los encargados de la operación y mantenimiento de la planta, entre los que se encuentran los lodos estabilizados, mismos que serán usados como abono de las áreas ajardinadas y el excedente que no pueda ser usado para tal fin, será entregado a empresas autorizas para su manejo y/o disposición final.

3.10 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.

- Sólidos.

  Preparación del sitio:

  Los residuos sólidos urbanos generados durante el aseo del área en la que se instalará la planta de tratamiento dentro del AC-05, serán dispuestos en contenedores, los cuales estarán debidamente identificados a fin de separar los residuos que resulten susceptibles de reciclaje, tales como latas, botellas, etc. y serán dispuestos con el resto de residuos reciclables.

En lo que respecta a los residuos sanitarios, igualmente serán depositados en un contenedor para ser recolectada posteriormente por una empresa privada encargada de recoger los residuos sólidos no reciclables.

Construcción:

Los residuos domésticos y sanitarios generados por los trabajadores de las obras serán manejados con la infraestructura ya existente para las obras del Condominio Maestro, la cual incluye depósitos para basura, sanitarios portátiles y de obra.

En el caso del sedimento resultante de la perforación del pozo, éste se acumulará de manera manual a través del uso de palas y carretillas y será utilizado en los trabajos de construcción, posteriormente, en caso de que no haya sido utilizado todo el sedimento, se acopiará en costales para ser trasladado fuera del sitio y depositado en el lugar que disponga la autoridad.

Por otro lado, los residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio serán colectados en tambos de 200 L y posteriormente serán llevados al área de acopio temporal de residuos al interior del predio.

Algunos de los residuos que serán generados en esta etapa serán susceptibles de reutilización o de reciclaje, por lo que se realizará la separación, de los mismos. Los residuos inorgánicos no valorizables y los residuos orgánicos serán enviados al relleno sanitario municipal, a través del servicio de recolección municipal, en tanto que los residuos susceptibles de reciclaje, serán entregados a una empresa autorizada registrada ante la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo para su reciclaje.

Operación:

Al presente proyecto se anexa el programa integral de manejo de residuos (anexo técnico 4), de modo que, los residuos generados a partir de la operación de la planta de tratamiento serán tratados y dispuestos en apego a estos programas. Para ello, se colocarán contenedores debidamente identificados y diferenciados dentro del área en la que se ubicará la PTAR, en los que se dispondrán los residuos generados.

Asimismo, el Condominio contará con un área para el resguardo de los residuos.

- Líquidos.

Preparación del sitio.

Debido a que los residuos que prevén generarse de esta índole corresponden a los generados por el uso de sanitarios portátiles, será la empresa contratada para la prestación de este servicio la que se encargue de recolectar las aguas residuales y disponerlas adecuadamente. Es importante señalar que, dicha empresa habrá de contar con la autorización correspondiente para el manejo y disposición final de este residuo.

Construcción.

Debido a que, durante la construcción del pozo se inyectará agua potable, la cual no contiene contaminantes, no se establecerá infraestructura como tal, ya que un porcentaje de esta agua será evaporada por el sol y el otro porcentaje será absorbida en el subsuelo donde se perforen los pozos.

En lo referente a las aguas residuales generadas por el uso de sanitarios portátiles, serán retiradas por la empresa arrendadora, la cual habrá de contar con las autorizaciones correspondientes para su disposición.

Operación.

La infraestructura para el manejo de residuos líquidos de la planta de tratamiento consiste en un pozo de descarga el cual contará con previa autorización de la Comisión Nacional del Agua.

- Residuos peligrosos

Preparación del Sitio y Construcción.
A fin de dar una correcta separación y disposición final a los residuos peligrosos generados durante la construcción de la planta de tratamiento, se habilitarán contenedores, los cuales estarán debidamente identificados con el tipo de residuo de que se trate, asimismo, serán confinados al almacén de sustancias peligrosas que forma parte de las obras temporales del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach en donde permanecerán hasta su disposición final con una empresa autorizada.

Operación.

En lo que refiere a esta etapa, los lodos estabilizados que se generen, podrán ser reutilizados como abono, previo cumplimiento de la normatividad correspondiente, o bien, serán dispuestos con una empresa autorizada en su manejo. En cualquiera de los casos, se presentará la documentación correspondiente en la que se haga constar la disposición final de estos residuos.

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

ÍNDICE

1. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS. 3
1.1. Ámbito federal 3
1.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 3
1.1.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. 7
1.1.3. Ley de Aguas Nacionales 8
1.1.4 Áreas Naturales Protegidas 8
1.1.4.1 Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano 9
1.1.5 Regiones Prioritarias para la Conservación (CONABIO: Arriaga et al., 2000). 10
1.1.5.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias 10
1.1.5.2 Regiones Marinas prioritarias 15
1.1.5.3 Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad. 18
1.1.6 Normas Oficiales Mexicanas 21
1.2 ÁMBITO ESTATAL 29
1.2.1 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050 29
1.2.2 Zona Suburbana. (UGA's 12 y 18) 29
1.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo 39
1.2.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. 55
1.2.5 Santuario de la tortuga marina Xcacel-Xcacelito 57
1.3 APÉNDICE DESCRIPCIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA ENLISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 58

1. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.

La instalación, construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales que se propone, forma parte del proyecto denominado Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, el cual se encuentra en desarrollo. A continuación, se realizará la vinculación correspondiente a la construcción y operación del proyecto "**Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro XPU-HA Beach**" con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

1.1. ÁMBITO FEDERAL

1.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada el 23 de abril del 2018 en el Diario Oficial de la Federación, establece:

*"**Artículo 5**.- Son Facultades de la Federación:*

…X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes…"

***"Artículo 28.**- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites o condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría (…)*

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

El proyecto de la PTAR se ubicará dentro del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, así mismo corresponde a una obra hidráulica, encuadrando en la fracción I del artículo ya citado.

El presente estudio se somete a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para obtener la autorización a que se refiere el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

***"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."

En atención a lo dispuestos en el presente artículo de la Ley, se presenta esta Manifestación modalidad particular, para que sean evaluados los impactos ambientales que pudieran ser ocasionados por el proyecto.

Al mismo tiempo, se somete ante la H. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien es la autoridad competente en la materia, la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular correspondiente al proyecto **""Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro XPU-HA Beach"** para que sea evaluado en Materia de Impacto Ambiental de conformidad con lo dispuesto por los Artículos 35 y 35 BIS de la LGEEPA y 49 del Reglamento, solicitando la autorización en materia de Impacto Ambiental para las actividades de construcción y operación del proyecto que fueron planteadas en el Capítulo II del presente estudio.

A efecto de referenciar los preceptos legales que norman el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al proyecto, a continuación, se transcriben literalmente en su parte conducente las disposiciones legales aplicables al caso.

*"**Artículo 35**.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.*

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el Artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este Artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

*I.- **Autorizar la realización** de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;*

*II.- **Autorizar de manera condicionada** la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales*

adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o

*III.- **Negar la autorización solicitada:***

La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate..”

*“**Artículo 35 Bis**.- La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.*

La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso, la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley”.

De manera adicional, en el Título Tercero sobre el Aprovechamiento Sustentable de los elementos naturales, en el capítulo I de dicha Ley se indican los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos teniendo que:

***Artículo 88.-** para el aprovechamiento racional el agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:*

	Vinculación con el proyecto
I.- Corresponde al Estado y a la Sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;	En cumplimiento a estos criterios, se ha considerado en primera instancia en el proceso operativo el reúso de una parte de agua residual tratada para el riego de áreas verdes, así como una disposición adecuada de la misma, a través de pozo de inyección. En ambos casos se verificará el cumplimiento de la legislación aplicable previo y durante el proceso de reúso y descarga, en este último caso, además se tendrá en cuenta la normatividad aplicable para la construcción de pozos, a fin de garantizar en todo momento el cuidado del ecosistema acuático.
III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y	
IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen	

	Vinculación con el proyecto
obras o actividades que afecten dichos recursos.	Adicionalmente, durante el proceso constructivo se concientizará al personal del uso racional de este recurso. Con ello se garantiza la protección a los acuíferos y el cuidado del recurso hídrico.

Artículo 89 *Los criterios para el aprovechamiento racional del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en:*

	Vinculación con el proyecto
I.- La formulación e integración del Programa Nacional Hidráulico;	Este criterio corresponde a las autoridades correspondientes por lo que no se considera el cumplimiento del mismo.
II.- El otorgamiento de concesiones, permisos, y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico;	La promovente, realizará los trámites correspondientes para la descarga de agua residual tratada ante la CONAGUA, para lo cual es indispensable contar con Autorización en materia de Impacto Ambiental. En este tenor, se somete a evaluación esta MIA-P para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental para la planta de tratamiento de aguas residuales que el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach requiere.
III.- El otorgamiento de autorizaciones para la desviación, extracción o derivación de aguas de propiedad nacional;	
IV.- El establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva;	Este criterio corresponde a las autoridades correspondientes.
V.- Las suspensiones o revocaciones de permisos, autorizaciones, concesiones o asignaciones otorgados conforme a las disposiciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales, en aquellos casos de obras o actividades que dañen los recursos hidráulicos nacionales o que afecten el equilibrio ecológico;	El desarrollo del proyecto se apegará a la normatividad vigente con la finalidad de evitar afectaciones ecológicas. Al mismo tiempo se considerará de observancia este criterio.
VI.- La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;	La construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales es una obra complementaria de servicio para el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach por lo que no se realizarán actividades de operación y/o administración de los sistemas de agua potable para ningún centro de población.
VII.- Las previsiones contenidas en el programa director para el desarrollo urbano del Distrito Federal respecto de la política de reuso de aguas;	Este criterio no es vinculable con el proyecto debido a que éste se llevará a cabo en el Estado de Quintana Roo.
VIII.- Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;	No se consideran afectaciones a especies acuáticas, debido a que una parte de las aguas residuales tratadas que se generen serán utilizadas para el riego de áreas verdes,

	Vinculación con el proyecto
	en tanto que el resto se dispondrá a través del pozo de descarga, el cual se propone que estará a 100 m de profundidad, lo anterior es derivado de una realización de un pozo exploratorio en el que valoró la estratigrafía del sitio, que menciona que a partir de los 40 m de profundidad ya pueden realizarse la inyección sin afectaciones de ningún tipo.
IX.- Las concesiones para la realización de actividades de acuacultura, en términos de lo previsto en la Ley de Pesca, y	El proyecto no contempla la realización de actividades de acuacultura, ni actividades de pesca.
X.- La creación y administración de áreas o zonas de protección pesquera.	

1.1.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

*"**Artículo 4**.- Compete a la Secretaría:*

I.- Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento..."

*"**Artículo 5**.-* Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

A) HIDRAULICAS

"VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos de receptores que constituyan bienes nacionales".

Del análisis de lo anterior se desprende que, la obra objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, encuadra en el supuesto del artículo 5 inciso A), por ser una obra hidráulica, consistente en una planta de tratamiento de aguas residuales, fracción VI del inciso mencionado. Por tanto, se trata de obras de competencia federal que requieren previa autorización en materia de impacto ambiental.

Ahora bien, una vez establecidos los motivos por los que la LGEEPA y el Reglamento norman tanto el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto, como sus construcción y operación, es importante manifestar que éste fue proyectado y estructurado de manera que en todas y cada una de sus etapas cumpla con los preceptos legales que le son aplicables tanto de la LGEEPA como del Reglamento, hecho que se puede corroborar en la información vertida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

1.1.3. Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992, última reforma publicada el 24 de marzo de 2016 establece:

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

Aguas Nacionales: son aquellas referidas en el párrafo quinto del artículo 27 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos; (…)

Aguas del subsuelo: aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre; (…)

Cuerpo receptor: La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar los suelos, subsuelo o los acuíferos;

Artículo 4. La autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente o a través de "la Comisión".

Por lo que, de conformidad con lo antes señalado, corresponde a la Comisión Nacional de Agua, proporcionar los permisos correspondientes para verter de forma continua y/o permanente, aguas residuales en cuerpos receptores considerados aguas o bienes nacionales, donde se incluyen también aguas marinas.

En virtud de lo antes señalado, la promovente, previó al alumbramiento del pozo de descarga y su uso, para lo cual solicitará los permisos correspondientes a la Comisión Nacional del Agua.

1.1.4 Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios ambientales brindados por los ecosistemas y mejorar la calidad de vida en los centros de población y sus alrededores. Con base en el listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y decretos Estatales de Quintana Roo, se obtuvo la información respecto a la ubicación del proyecto en relación estas áreas, identificando que el proyecto no incide sobre ninguna ANP ni de carácter Federal ni Estatal. Siendo las más cercanas el ANP con decreto Estatal “Santuario de la Tortuga Marina Xcacel-Xcacelito”, y el ANP con decreto Federal “Caribe Mexicano”.

1.1.4.1 Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano

El día 7 de diciembre de 2016 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5, 754,055-36-31.60 hectáreas. De esta superficie 5, 725,465-86-57.50 hectáreas corresponden a la porción marina y 28,589-49-74.10 hectáreas corresponden a la porción terrestre.

El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1, 932,648-48-79.18 hectáreas, mientras que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3, 821,406-87-52.42 hectáreas.

El día 30 de noviembre de 2018, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo del Resumen del Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano. De acuerdo con éste se realizó la subzonificación de las zonas núcleo y de las zonas de amortiguamiento. El predio se encuentra a una distancia de 2,032 m de la zona de amortiguamiento del polígono de la Reserva de Biosfera del Caribe Mexicano (Figura 1). De ahí que las actividades que realice el proyecto no incidirán directamente en los recursos que protege dicha ANP.

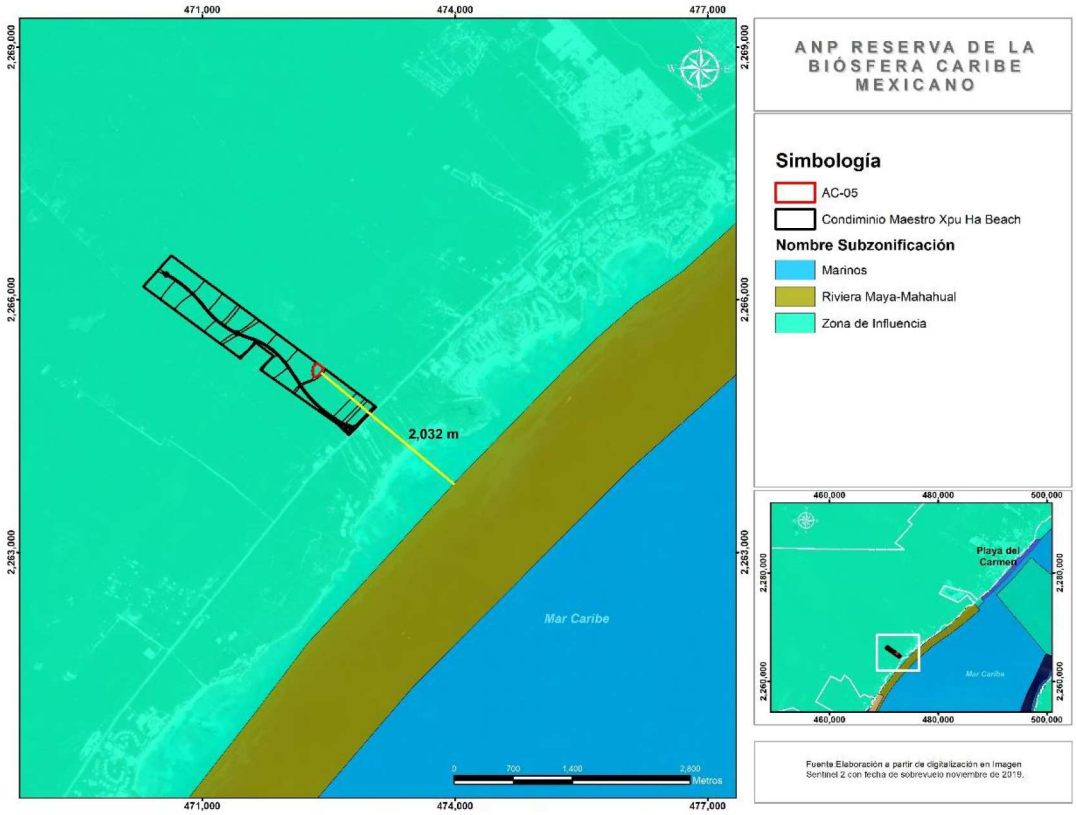


Figura 1. Se muestra la ubicación del predio con respecto a las subzonas de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano.

1.1.5 Regiones Prioritarias para la Conservación (CONABIO: Arriaga et al., 2000).

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, CONABIO ha impulsado la identificación, además de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). De ahí que esta regionalización ha sido un esfuerzo técnico de la CONABIO por identificar aquellas regiones con alguna importancia, sin embargo, no han sido elevadas a calidad de regulación específica para el país, sea como norma u otro instrumento, ni publicadas en el Diario ni Periódico Oficial.

En este documento se determinó que el predio se ubica en una de las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO, y se analiza su impacto en términos de lo que especifica el área.

1.1.5.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la CONABIO inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. Este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias* y *Regiones Terrestres Prioritarias* forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

El predio del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 105, denominada Corredor Cancún – Tulúm. Dicha región cuenta con una extensión de 1,715km^2, dentro del Estado de Quintana Roo.

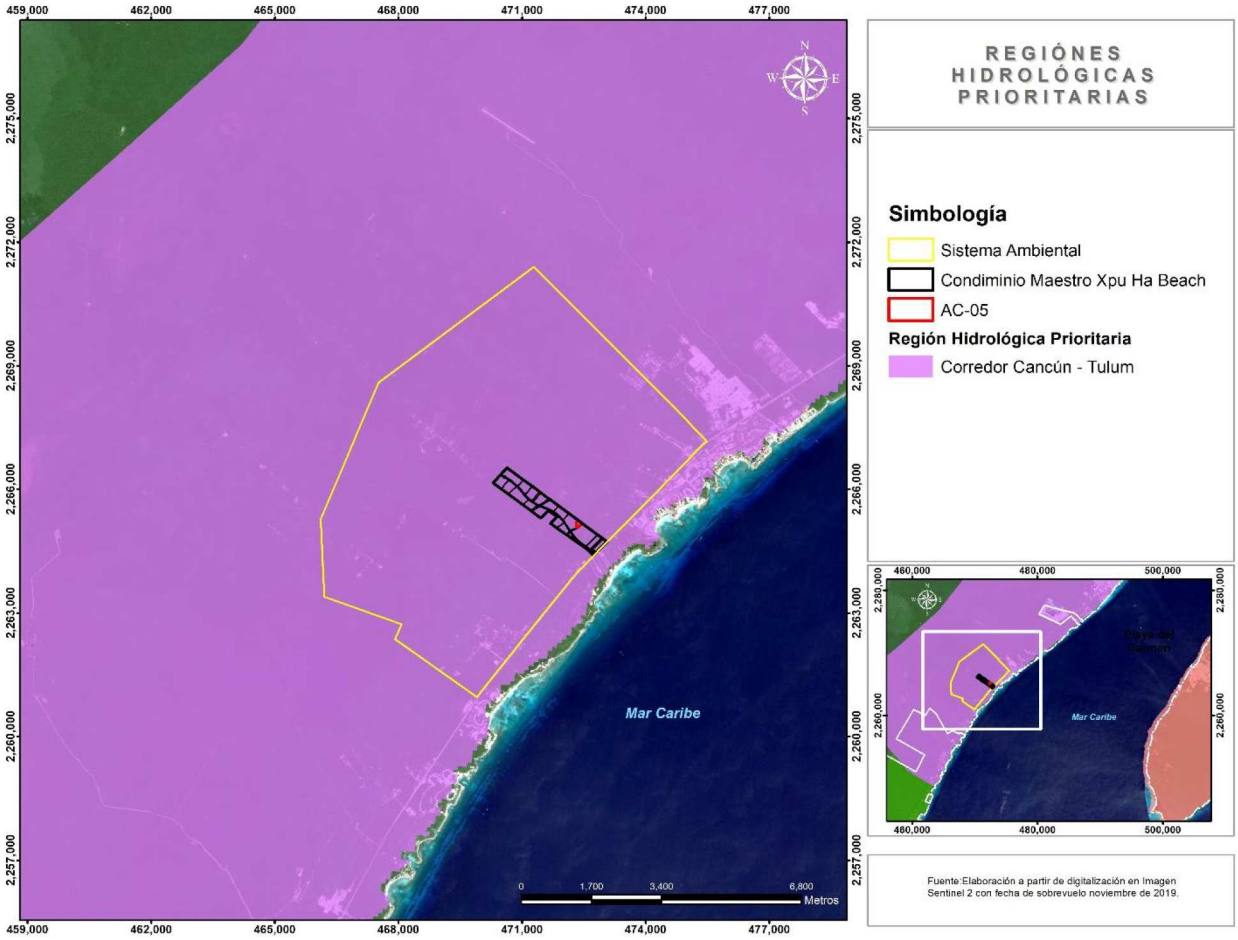


Figura 2. El predio se ubica en la Región Hidrológica Prioritaria 105.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Características principales con las que cuenta la Región Hidrológica Prioritaria Corredor Cancún – Tulum.

Lénticos:	Lagunas de Chakmochuch y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales
Lóticos:	Aguas subterráneas
Geología/Edafología:	Suelos tipo Litosol, Rendzina y Solonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.
Características varias:	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual de 26-28 °C. Precipitación total anual de 1000-2000mm.
Principales poblados:	Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha
Actividad económica principal:	Turismo, forestal y pecuaria

Indicadores de calidad de agua:	ND
Biodiversidad:	Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: *Acacia globulifera,* tasiste*Acoelorrhaphe wrightii, Annona glabra, Atriplex cristata, Bactrisbala noidea,* ramón *Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras,* chaca *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cameraria latifolia, Capparis flexuosa, C. incana, Coccoloba reflexiflora*, *C. uvifera*, palma nakax *Coccothrinax readii,Cordia sebestena, Crescentia cujete, Curatella americana, Cyperusplanifolius, Dalbergia glabra, Eugenia lundellii,* palo de tinte *Haematoxylum campechianum, Hampea trilobata, Hyperbaena winzerlingii, Ipomoea violacea,* chicozapote *Manilkara zapota,* chechén *Metopium brownei, Pouteria campechiana, P. chiricana,* palma *Pseudophoenix sargentii*, mangle rojo *Rhizophora mangle,* palma chit *Trinax radiata*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphoraovalis, Cocconeis placentula, Cyclotella meneghiniana, Cymbella turgida, Diploneis puella, Eunotia maior, E. monodon, Gomphonema angustatum, G. lanceolatum, Nitzchia scalaris, Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el anfípodo *Tulumella unidens*; el palemónido *Creaseria morleyi;* los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis, Eucyclops agilis, Macrocyclops albidus, Mastigodiapto mustexenis, Mesocyclop sedax, Mesocyclops* sp.,*Schizoperatobae cubana, Thermocyclops inversus, Tropocyclops prasinus mexicanus, T. prasinus*s str.*;* los ostrácodos *Candonocy prisserrato marginata, Chlamydotheca mexicana, Cypridopsisniagrensis, C. rhomboidea, Cyprinotus putei, C. symmetricus, Darwinulaste vensoni, Eucypris cisternina, E. serrato marginata, Herpetocypris meridiana, Metacypris americana, Stenocyprisfontinalis,Strandesiaintrepida, S. obtusata*; de peces como los cíclidos *Archocentrus octofasciatus, Cichlasoma friedrichsthali, C. robertsoni, C. salvini, C. synspilum, C. urophthalmus, Petenia splendida* y *Thorichthys meeki*; los poecílidos *Belonesox belizanus*, *Gambusia yucatana, Heterandriabi maculata, Poecilia mexicana, P. orri*y *P. petenensis*; la anguila americana *Anguilla rostrata,* el carácido*Astyanaxaeneus*yel bagre *Rhamdia guatemalensis*. Endemismos del isópodo *Bahalana mayana*; de los anfípodos *Bahadzia bozanici*, *Mayaweckelia cenoticola*, *Tuluweckelia cernua*; del ostrácodo *Danielopolina mexicana*; del remípedo *Speleonectes tulumensis*; del termosbenáceo *Tulumella unidens,* los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces *Astyana xaltior,* la brótula ciega *Ogilbia pearsei,* la anguila *Ophisternon infernale, Poecilia velifera;* de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata,* el loro yucateco *Amazona xantholora*, que junto con el manatí *Trichechus manatus* se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama *Caretta caretta,* blanca

	Chelonia mydas, laúd *Dermochelis coriacea* y el merostomado *Limulus polyphemus*. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa *Boa constrictor*, huico rayado *Cnemidophorus cozumela*, garrobo *Ctenosaura similis*, iguana verde *Iguana iguana*, casquito *Kinosternon scorpioides*, mojina *Rhinoclemmys areolata,* jicotea *Trachemys scripta*; las aves loro yucateco *Amazona xantholora*, garceta de alas azules *Anas discors*, carao *Aramus guarauna*, aguililla cangrejera *Buteogallus anthracinus*, hocofaisán *Crax rubra,* el trepatroncos alileonado *Dendrocincla anabatina,* garzita alazana*Egretta rufescens*, halcón palomero *Falco columbarius*, el gavilán zancudo *Geranospiza caerulescens,* el bolsero yucateco *Icterusauratus,el bolsero cuculado I. cucullatus, zopilote rey Sarcoramphus papa, golondrina marina Sterna antillarum, Strixnigro lineata y los mamíferos mono aullador Alouatta pigra, mono araña Ateles geoffroyi, grisón Galictis vittata y oso hormiguero Tamandua mexicana.*
Aspectos económicos:	Pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Pto. Morelos.

En el predio se llevaron a cabo los estudios especiales de flora y fauna, para determinar las condiciones ambientales del predio. Se determinó que el predio está totalmente cubierto con vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado de conservación, que provee de alimento y refugio a especies de fauna silvestre pertenecientes a los grupos de: anfibios, reptiles, aves, mamíferos terrestres y quirópteros.

El proyecto que se somete a evaluación consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, mismo que se encuentra en desarrollo.

Debido a que se trata de una obra complementaria para el servicio del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach enmarcado como Lote 048, la PTAR se ubicará en el AC-05 destinada a servicios, que cuenta con una superficie de 13,141.84 m^2. Sin embargo, la superficie destinada para la construcción e instalación de la planta y su equipamiento es de 3,910 m^2, superficie que quedó autorizada para cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En lo que respecta al pozo de inyección a través del cual se conducirá parte del agua residual tratada para ser dispuesta y su ubicación, será establecido dentro del área que le fue asignada a la planta de tratamiento dentro del AC-05, con base en estudios de prospección geohidrológica que fueron realizados mediante un pozo exploratorio en el sitio una, cabe mencionar que dicha actividad fue llevada a cabo bajo el amparo del Oficio No. 03/ARRN/0657/2020-01321 de fecha 09 de junio de 2020, consistente en la autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales emitido por esa Secretaría. Adicionalmente, se llevarán a cabo las gestiones necesarias para obtener el título de concesión de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) para la descarga de aguas residuales tratadas.

En lo que respecta a la flora y fauna, se tomarán las medidas necesarias para reducir afectaciones, garantizando con ello el mantenimiento de los ecosistemas y que continúen prestando sus servicios ambientales.

El proyecto se apegará a la normatividad aplicable, reduciendo al máximo los impactos sobre los ecosistemas.

Problemática: *- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.*

Vinculación con el proyecto: El predio del proyecto forma parte del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach y está destinado para áreas de servicio, por lo que su desarrollo ya estaba previsto.

La superficie total del predio correspondiente al desarrollo Condominio Maestro Xpu-Ha Beach enmarcado como Lote 048, en donde se llevará a cabo el proyecto es de 1,363,266.22 m^2 (100%).

Entre las áreas que conforman al Condominio Maestro se encuentra el **AC-05** con una superficie de 13,141.84 m^2 (0.96% del total del predio), la cual quedó destinada para servicios, **planta de tratamiento de aguas residuales** y área verde. Cabe señalar que, de manera específica el área en la que pretende desarrollarse la construcción e instalación de la PTAR corresponde a 3,910 m^2 (0.391 Ha) y que, de acuerdo con el Oficio No. 03/ARRN/0657/2020 de fecha 09 de junio de 2020, dicha superficie cuenta con autorización de cambio de uso de suelo.

Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.

Vinculación con el proyecto: Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y trasladados al relleno sanitario para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire.

Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora.

Los residuos peligrosos que pudieran generarse durante la etapa constructiva tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo.

En el programa de manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, se especifican las medidas necesarias para realizar un manejo adecuado de los residuos.

Vinculación con el proyecto: No se hará uso ilegal de estos recursos.

Conservación: *se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.*

Vinculación con el proyecto: Durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos y las aguas residuales cumplirán con la normatividad correspondiente para ser reutilizada en el riego de áreas verdes o ser descargada a través de un pozo de descarga, con la finalidad de evitar la contaminación al suelo y al agua del manto freático. El predio no se ubica en alguna Área Natural Protegida.

Grupos e instituciones que participaron en la delimitación de la Región Hidrológica Prioritaria: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; DUMAC; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP.

1.1.5.2 REGIONES MARINAS prioritarias

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

El proyecto se encuentra inmerso en la RMP 64 Tulum- Xpuha, misma que cuenta con las siguientes características.

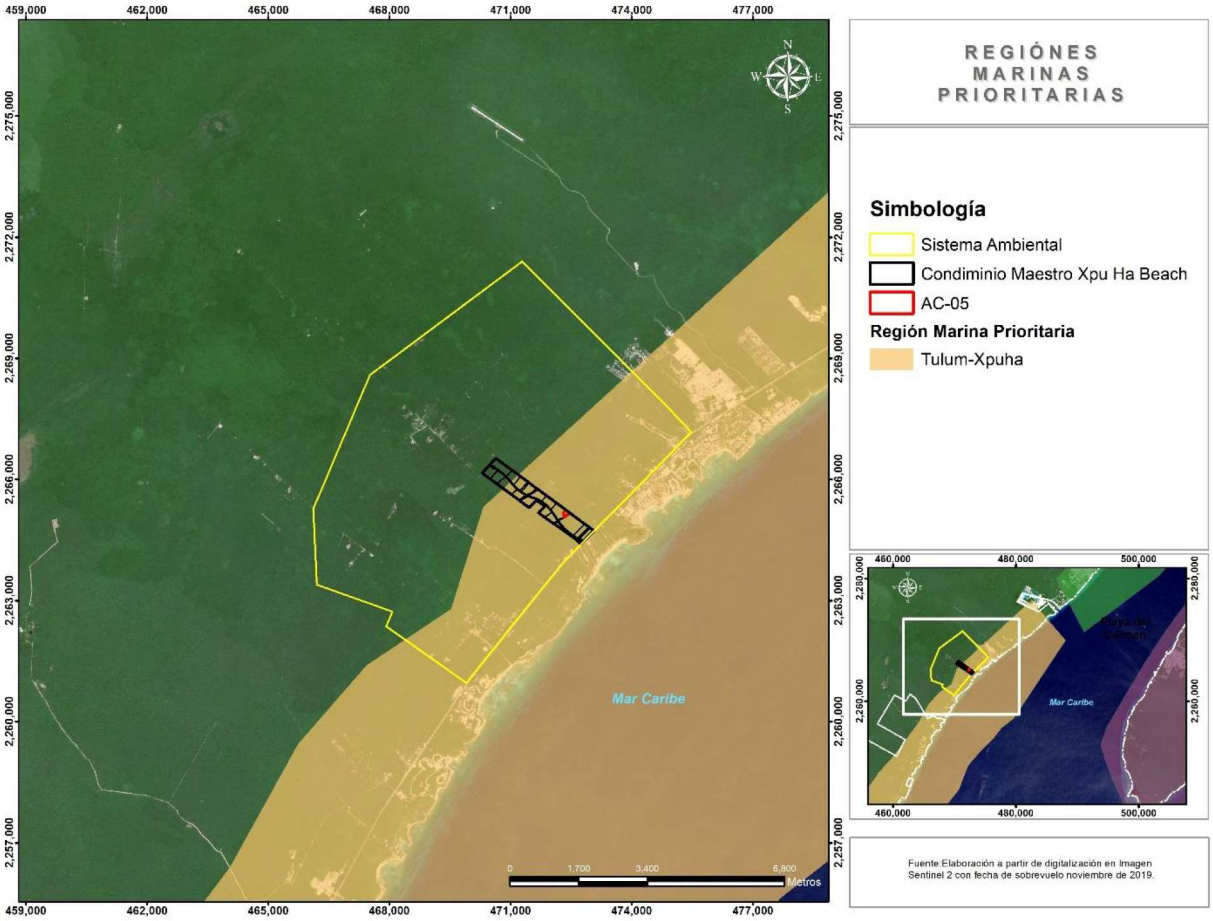


Figura 3. Ubicación del predio en RMP 64 Tulum-Xpu Ha.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Características principales con las que cuenta la Región Marina Prioritaria Tulúm - Xpuha.

Estado(s)	Quintana Roo
Extensión	743 km^2
Polígono	Latitud. 20°35'24" a 20°05'24" Longitud. 87°31'48" a 87°06'36"
Clima	Cálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 22-26°C.
Geología	Placa de Norteamérica.
Descripción	Cenotes, caletas, arrecifes, dunas.
Oceanografía	Predomina la corriente del Caribe. Oleaje medio. Aporte de agua dulce por ríos subterráneos. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.
Biodiversidad	Moluscos, poliquetos,corales, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Endemismo de vegetación en dunas y manglares (*Echitesyucatanensis*, *Vallesia antillana*, *Rhacomagaumeri*,

	Caesalpinia yucatanensis,*Hampea trilobata*, *Coccothrinax readi*, *Thrinax radiata*,*Coccoloba ortizii*, *Hymenocalliscaribae*, *Ziziplusyucatanensis*, *Passifloraxiikzodz*, *Chamaesyce cozumelensis*, *Matelea yucatanensis*, *Solanum yucatanum*), peces (*Ophisternon infernale*, *Ogilbia pearsei*, *Astyanax altior*), *Speleonectes tulumensis*. Zona de reproducción y refugio de manatí, tortugas y peces ciegos (hábitat permanente).
Aspectos económicos	Zona de pesca media, artesanal y cooperativa. Grandes desarrollos hoteleros y áreas turísticas crecientes; intenso ecoturismo.

Problemática: *Modificación del entorno: dragas, relleno de áreas inundables, desforestación. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.*

Vinculación con el proyecto: El predio del proyecto forma parte del Condominio Maestro Xpu Há Beach, el cual está destinado para uso habitacional y cabañas ecoturísticas, y considera tratar las aguas residuales en su propia planta de tratamiento, por lo que su desarrollo ya estaba previsto.

El proyecto que se somete a evaluación consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, mismo que se encuentra en desarrollo. De modo que, el sistema de tratamiento de aguas residuales constituye una obra complementaria del Condominio Maestro y servirá para tratar inicialmente el agua generada en las unidades habitacionales, sin embargo, debido a que la PTAR es modular, podrá realizarse su adecuación según lo demande el Condominio Maestro.

Para el funcionamiento de la planta, se requerirá la instalación de equipos y dispositivos diseñados para cumplir con las etapas que forman parte del proceso de tratamiento del agua, así como de la construcción de un pozo descarga, a través del cual será conducida el agua tratada, previo cumplimiento a la normatividad aplicable.

Ahora bien, de acuerdo con el Oficio No. 03/ARRN/0657/2020 de fecha 09 de 2020, al Condominio Maestro le fue autorizado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.238 Ha para la UGA-05 (2.02% de la superficie predial regulada por esta Unidad de Gestión Ambiental) y de 13.825 Ha en la UGA-12 (18.36% de la superficie predial regulada por esta Unidad de Gestión Ambienta, sumando un total de 15.063 Ha. La vegetación afectada corresponde a vegetación forestal Primaria y Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

Entre las áreas que conforman al Condominio Maestro se encuentra el **AC-05** con una superficie de 13,141.84 m^2 (0.96% del total del predio), la cual quedó destinada para servicios, **planta de tratamiento de aguas residuales** y área verde. Cabe señalar que, de manera específica el área en la que pretende desarrollarse la construcción e instalación de la PTAR corresponde a 3,910 m^2 (0.391 Ha) y que, de acuerdo con el Oficio

No. 03/ARRN/0657/2020 de fecha 09 de junio de 2020, dicha superficie cuenta con autorización de cambio de uso de suelo.

En lo que respecta a la fauna se desplazará hacia las áreas que se mantengan con vegetación del Condominio Maestro o del Sistema Ambiental, que incluyen un área extensa de vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

Contaminación: por basura y aguas residuales.

Vinculación con el proyecto: Para el manejo de los residuos, se implementará un Subprograma de Manejo de Residuos sólidos y líquidos durante todas las etapas del proyecto, y se contará con la infraestructura adecuada para el acopio, almacenamiento y su traslado al sitio de disposición final. Las aguas residuales serán tratadas y posteriormente podrán ser reutilizadas en el riego de áreas verdes o bien, descargadas a través de un pozo de descarga. Cabe señalar que, en todo momento se cumplirán los parámetros de calidad de agua tratada establecidos en la normatividad.

Uso de recursos: presión sobre manatí y tortugas.

Vinculación con el proyecto: El predio del proyecto se encuentra dentro del Condominio Maestro Xpu Há Beach, el cual colinda con la Carretera Federal 307 y no colinda con la zona litoral.

Regulación: falta de normatividad en caletas y cenotes por parte del sector turístico.

Vinculación con el proyecto: El predio del proyecto no posee cenotes. Se registró un cenote fuera del Condominio Maestro, a una distancia de 340.0 m del predio. El predio no se ubica en un ecosistema costero, por lo que no colinda con alguna caleta.

Conservación: se sugiere ampliar el perímetro de protección de cenotes, más allá de los 100 m que tiene actualmente, considerando las áreas de alimentación subterráneas, los cambios en el desarrollo urbano y turístico. Se proponen como áreas protegidas los arrecifes de Xaman-há y Xcacel (área de reproducción de tortugas). Ésta es la zona con mayor aporte de agua dulce al mar. Existen humedales con flujo de nutrientes; es el último hábitat de manatí hacia el norte y representa la conexión de éste con otros del sur.

Grupos e instituciones: Ecosur-Chetumal, IPN (Cinvestav-Mérida), Amigos de Sian Ka´an, Gema.

1.1.5.3 Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad.

En seguimiento del Programa de Áreas Protegidas de la Séptima Conferencia de las Partes (COP-7) del Convenio sobre la Diversidad Biológica(CDB) que se llevó a cabo en Kuala Lumpur en febrero de 2004, la CONABIO y la CONANP decidieron generar una visión actualizada y completa sobre los vacíos y omisiones de conservación en las áreas

protegidas (AP) de México con criterios robustos y técnicos que sirvan de guía para incrementar la superficie con decretos de protección, así como para considerar otros instrumentos complementarios que nos ayuden en la conservación de la biodiversidad. La CONABIO y la CONANP en colaboración con numerosas instituciones y especialistas, conformaron un grupo de trabajo que decidió ampliar el contexto de esta evaluación con diversos enfoques y escalas de una manera integral con el fin de identificar los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre.

Se llevaron a cabo cinco talleres durante 2005 y 2006 donde se discutieron los criterios para el análisis de optimización (con el programa MARXAN17) para identificar sitios prioritarios en unidades regulares de análisis (8,045 hexágonos de 256 km^2). La identificación de los sitios prioritarios se hizo con base en variables biológicas para las que se definieron metas de conservación y factores de presión que amenazan a la biodiversidad. Se analizaron 2,546 coberturas de datos biológicos de las cuales 1,450 fueron seleccionadas para usarlas en el análisis de identificación de sitios prioritarios. En todos los casos, las metas de conservación deseadas fueron expresadas en porcentaje de la superficie del objeto de conservación con relación a la extensión del territorio nacional. Los valores de metas se asignaron a las especies (vertebrados terrestres y plantas) y tipos de vegetación con base en criterios de rareza, endemismo, estado de riesgo de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2001, UICN) y presión por comercio internacional (CITES). Se identificó como vegetación en estado crítico a aquella con cobertura menor a 1.5 % del territorio nacional, asignándoles las metas más altas de conservación.

Además, para abarcar los diversos sistemas ecológicos se consideraron las áreas con alta riqueza de especies, concentración de especies endémicas y otros tipos de vegetación con superficies mayores, asignándoles metas menores de conservación. Se seleccionaron diversos factores, principalmente antropogénicos, que constituyen una presión o amenazando a los sistemas ecológicos y comunidades como a las especies de flora y fauna. A las variables relacionadas con el desarrollo del proyecto, reconocida como la causa principal de pérdida de biodiversidad, se les dio una mayor ponderación. Las zonas con mayores amenazas se ubican en la vertiente del Golfo de México, el centro del país, y especialmente en las mega ciudades, con valores extremadamente altos por el inherente grado de transformación del ambiente natural, que conlleva un fuerte impacto negativo en los servicios ambientales que brindan los ecosistemas. Los sitios terrestres prioritarios para la conservación detectados en el análisis de optimización cubren 594,894km^2 (30.36% de la superficie), pero sólo 12.9% de esta área se encuentra protegida por ANP federales, estatales y municipales (3.91% de la superficie continental del país). Los sitios terrestres prioritarios fueron clasificados en tres categorías con base en la frecuencia de selección por el programa de optimización. Los de extrema prioridad cubren 2.18% de la superficie continental y corresponden a 176 unidades, este porcentaje incrementa a 16.6% y a 30.6% si se adicionan los sitios de alta prioridad, y los de alta y media prioridad. Se identificaron 1,093 unidades de media prioridad y 1,145 unidades de alta prioridad. El predio se ubica en un Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de importancia alta.

Vinculación con el proyecto: El predio del proyecto forma parte del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach y está destinado para uso habitacional, cabañas ecoturísticas, y sus áreas de servicio, lo cual considera la planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que su desarrollo ya estaba previsto.

El proyecto que se somete a evaluación consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, mismo que se encuentra en desarrollo. De modo que, el sistema de tratamiento de aguas residuales constituye una obra complementaria del Condominio Maestro y servirá para tratar inicialmente el agua generada en las unidades habitacionales, sin embargo, debido a que la PTAR es modular, podrá realizarse su adecuación según lo demande el Condominio Maestro.

Para el funcionamiento de la planta, se requerirá la instalación de equipos y dispositivos diseñados para cumplir con las etapas que forman parte del proceso de tratamiento del agua, así como de la construcción de un pozo descarga, a través del cual será conducida el agua tratada, previo cumplimiento a la normatividad aplicable.

Ahora bien, de acuerdo con el Oficio No. 03/ARRN/0657/2020 de fecha 09 de 2020, al Condominio Maestro le fue autorizado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.238 Ha para la UGA-05 (2.02% de la superficie predial regulada por esta Unidad de Gestión Ambiental) y de 13.825 Ha en la UGA-12 (18.36% de la superficie predial regulada por esta Unidad de Gestión Ambienta, sumando un total de 15.063 Ha. La vegetación afectada corresponde a vegetación forestal Primaria y Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

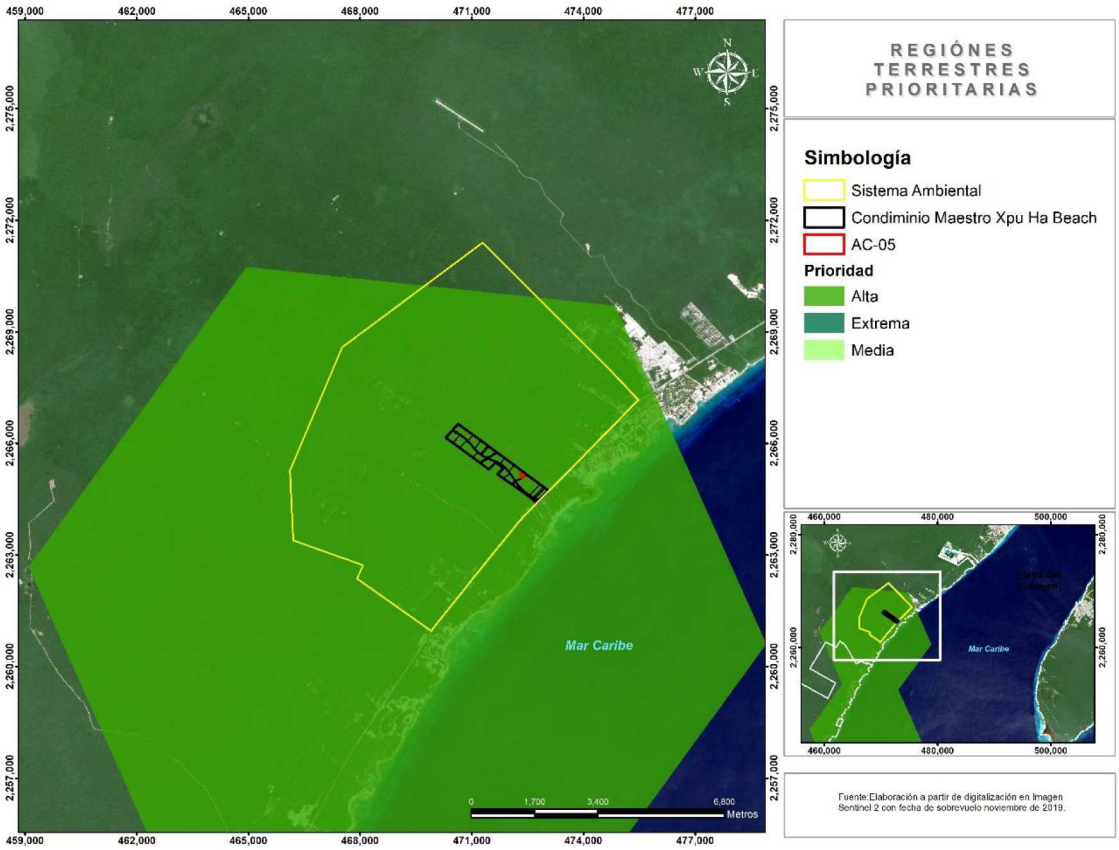


Figura 4. El predio se ubica dentro de un Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad.

1.1.6 Normas Oficiales Mexicanas

Para el proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto, pasando de la preparación del sitio a la construcción y finalmente la operación y mantenimiento de la misma, identificando de manera clara las Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas que inciden en la regulación de dichas obras o actividades, por lo que a continuación se enlistarán las normas a considerar para la realización del proyecto.

Es importante tener en cuenta que las normas que se presentan se vinculan directamente con el proyecto en cuestión, el cual formará parte de un Condominio Maestro, mismo que ha sido evaluado de forma independiente y cuya vinculación con los instrumentos de política ambiental fue realizada en su momento.

Cuadro 0. Normas Oficiales Mexicanas que le aplican al proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para e
Xpu-Ha Beach en cada una de las etapas. P=Preparación, C= Construcción, y O=Operación.

MATERIA	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS			APLICACIÓN	CUMP
			P	C	O		P
AGUA	**NOM-001-SEMARNAT-1996**	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.			X	Esta norma es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas, con el objeto de proteger la calidad de cuerpos de agua y posibilitar sus usos.	Para la per descarga trámites co CONAGUA aguas res bienes importante se requiere MIA en c llevar a correspond Comisión, antemano tengan po presentaci de manera operación. Respecto pozo, és ubicación destinada componen Condomin Beach, ya que, de ma a cabo prospecci únicament de estratig

MATERIA	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS			APLICACIÓN	CUMP P
			P	C	O		Sin embar otorgue correspon a la con mediante autorizada verificará herramien perforacio estándar, residuos hidrocarbu contamina lodos y m de la utilizados construcci condomini donde la Una vez construido caracterís Capítulo 2 será desi para p operación. serán dispositivo (medición descarga, del agua d monitoreo

MATERIA	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS			APLICACIÓN	CUMP P
			P	C	O		
							agua, re CONAGUA
	NOM-003-SEMARNAT-1997	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.			X	Para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población.	Una vez q tratada, se en el riego cual cu parámetro enunciado
	NOM-004-CNA-1996	Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua para el cierre de pozos en general. Teniendo como objetivo proteger la calidad del agua en los acuíferos durante los trabajos de mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos, sea de forma temporal o definitiva.			X	Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los pozos de exploración, monitoreo o producción que penetren total o parcialmente un acuífero, y que sean destinados a alguno de los usos de extracción de agua clasificados en esta norma, así como aquellos que fueron perforados para otros usos, y que han quedado abandonados. Su cumplimiento es exigible a los concesionarios y asignatarios de pozos	Si bien, el para la op no corresp promovent referencia referentes pozo, seg norma. Mantenimi descarga Para los los usos como para a usos industrial alimentos, desinfecci indica a co Después instalado

MATERIA	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS			APLICACIÓN	CUMP P
			P	C	O		
						de extracción de agua y a los dueños de pozos para otros usos, y es independiente del trámite para la concesión o asignación del volumen de aguas nacionales.	permanent motor) y éste debe mínimo ca ello, c proporcion de agua c el desinfec que el clo mg/L como El agua tratarse co hipoclorito de hipoc cualquier efecto concentrac aprobada Salud. Después desinfecta aplicado, recirculará para logra e inducir e mezcla co ademe, re formación se dejará agua-desi interior de

MATERIA	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS			APLICACIÓN	CUMP P
			P	C	O		
							menos 12 de 24 hora
AIRE Y RUIDO	**NOM-081-SEMARNAT-1994**	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.			X	Se deberá cumplir con esta norma, las fuentes fijas no deberán rebasar los límites permisibles de emisión de ruido.	Los l permisible ponderaci fuentes siguientes 6:00 a 22: 22:00 a 6: Por lo tratamient deberá límites.
	NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	X	X		Se deberá cumplir esta norma durante la operación de las máquinas y equipos de combustión que se utilicen.	Se verifica que entr encuentre condicione evitar emi causadas mantenimi unidades.
	NOM-085-SEMARNAT-2011	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición	X	X			Durante el precise de ésta perma

MATERIA	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS			APLICACIÓN	CUMP P
			P	C	O		
	NOM-004-SEMARNAT-2002	Establece especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para el aprovechamiento y disposición final de lodos y biosólidos.			X	Es de observancia obligatoria para todas las personas físicas y morales que generen lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales.	El proyecto lodos es abono par como su empresa a la calidad utilizados cumplirán en esta no
AMBIENTAL	**NOM-052-SEMARNAT-2005**	Que establecen las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	X	X	X	Es de observancia para la identificación de los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto.	Para cump verificarán de los resi se genere de acuerd También s existan res en los separación
	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.	X	X	X	Es de observancia durante la separación y almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto.	

MATERIA	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS			APLICACIÓN	CUMP P
			P	C	O		
SEGURIDAD E HIGIENE	**NOM-002-STPS-2010**	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	X	X	X	La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo	Durante la del proyec equipo de fuente y pudiera ge en el siti encontrará seguridad para respo
	NOM-018-STPS-2015	Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	X	X	X	Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	Se toma para la se manejo químicas utilicen en proyecto precisarse mismo.
	NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.		X	X	Es de observancia en todo momento una vez que se inicien las obras y actividades del proyecto, para evitar cualquier accidente de trabajo o riesgos a la salud.	Estas norm referencia personal protección y se to necesarias incendios.

1.2 ÁMBITO ESTATAL

1.2.1 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (PMDUS) 2010-2050, Quintana Roo (Publicado el día 20 de diciembre de 2010 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, con fe de erratas publicada en el Periódico Oficial el 19 de enero de 2011) el predio queda comprendido en la Zona Suburbana (ZS), por lo que el uso que se le pretende dar es congruente con este instrumento de regulación (Figura 5).

De acuerdo con dicho PMDUS, las **Zonas Suburbanas** se definen de la siguiente forma:

Son zonas, que al igual que las de expansión urbana, presentan aptitudes naturales para ser dotados de infraestructura, equipamiento y servicios con potencial para el desarrollo urbano. Su aprovechamiento se ubica fuera del centro de población, para el establecimiento de fraccionamientos habitacionales suburbanos en los términos que marca la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo.

De igual forma, en dicho instrumento se menciona que:

1.2.2 Zona Suburbana. (UGA's 12 y 18)

Ubicada sobre la carretera federal 307, Chetumal – Puerto Juárez. Estas zonas estarán sujetas a un programa de desarrollo turístico sustentable para garantizar su crecimiento ordenado, es importante evitar la continuidad urbana y propiciar que estas zonas sean turísticas complementando así las zonas turísticas costeras y evitando los desarrollos urbanos. Este programa parcial deberá seguir los siguientes lineamientos:

- *Uso Agroindustrial. - Dos viviendas suburbanas de tipo rural por hectárea, con un desmonte del 30%.*
- *Uso Ecoturístico. - Cinco cabañas por hectárea, con un desmonte del 15%, se permiten viveros.*
- *Minero.- Se permite un desmonte del 30% y se permiten plantas de premezclado.*
- *Uso Suburbano. - Se permiten 12 viviendas por hectárea, con un desmonte del 40% como uso alternativo de bancos de material pétreo agotados.*
- *Uso Industrial. - Se permite un desmonte del 30%; se permiten gasolineras y plantas de premezclado. En el 50% de las losas planas, se deberá incluir una cubierta de vegetación, (jardín de azotea).*
- *Uso Comercial.- Se permite un desmonte del 30%; se permiten gasolineras y plantas de premezclado. En el 50% de las losas planas, se deberán incluir una cubierta de vegetación, (jardín de azotea).*
- *Uso Deportivo.- La superficie de aprovechamiento no deberá de rebasar el 50% del total del predio; se permite la instalación de Campos de Golf, bajo un programa de manejo.*

- *Parque Recreativo.- Se permite un desmonte máximo del 30%; se permiten proyectos deportivos y lagos interiores. En el 50% de las losas planas se deberá incluir una cubierta de vegetación, (jardín de azotea).*
- *UMAS.- Una vivienda suburbana de tipo rural por predio, un desmonte del 15%, viveros y uso pecuario intensivo con programa de manejo avalado por la SEDUMA.*
- *Reserva Natural.- Una vivienda suburbana de tipo rural por predio, un desmonte del 5%.*
- *Equipamiento.- Se deberá respetar una franja perimetral del 20% del predio.*

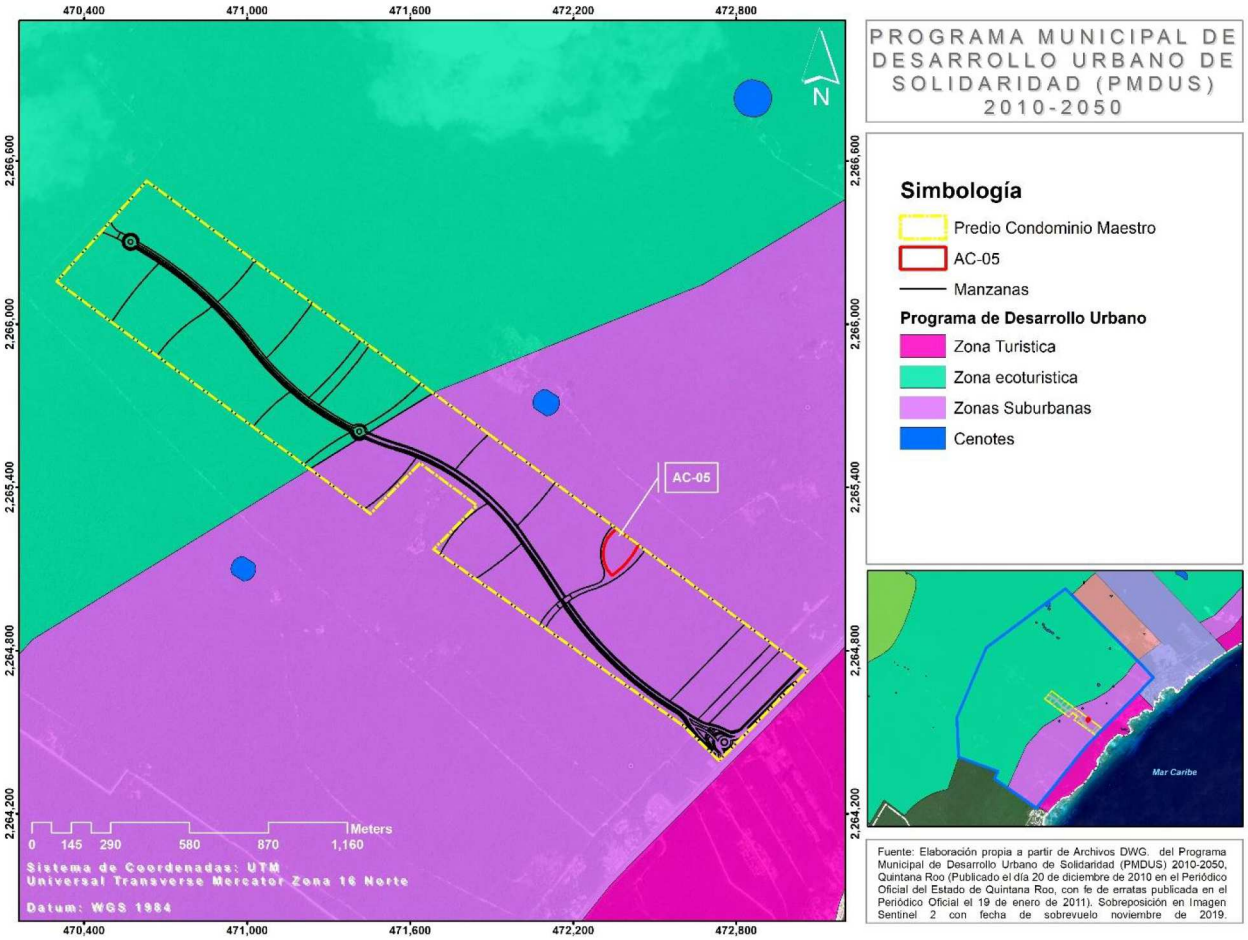


Figura 5. Ubicación del predio en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (2010 - 2050).

El uso que se le pretende dar al predio es suburbano-equipamiento, por lo que es congruente con este instrumento

Se realiza la vinculación con las disposiciones generales establecidas en el Programa de Desarrollo Urbano del Municipal de Solidaridad.

Disposiciones generales

Con objeto de evitar situaciones que pongan en riesgo o peligro la vida de la población urbana y rural, así como evitar situaciones que impliquen un elevado costo social, ambiental y/o económico, los proyectos deberán cumplir, a reserva de las disposiciones específicas, los siguientes requerimientos:

CUADRO 6. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PDU SOLIDARIDAD.

Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto
a. Cumplir la normatividad y especificaciones vigentes de urbanización, conforme a las leyes y reglamentos en la materia. (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General de Vida Silvestre, Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley de Asentamientos Humanos, Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Quintana Roo, Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo, Reglamento de Construcción del Municipio de Solidaridad, y otras aplicables).	El proyecto cumplirá con las disposiciones establecidas en la normatividad vigente, por lo que cumplirá con esta disposición.
b. Cualquier obra, acción de urbanización y/o edificación que, por sus características, dimensiones, incidencia en el medio ambiente, rural o construido lo amerite, requerirá de estudios ambientales y de estudios previos de impacto urbano, para su integración a la ciudad. Son de gran importancia los centros comerciales, central de abasto, central camionera, aeropuerto, parque industrial, terminales de transporte urbano, conjuntos habitacionales y otros usos especiales que inciden dentro del Municipio, por lo que requerirán de un estudio de impacto vial.	A través de la presente MIA-P se busca obtener la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para el proyecto consistente en infraestructura, específicamente para la instalación de una Planta de tratamiento de aguas residuales con pretendida ubicación en el Lote AC-05 cuya superficie contempla 1.31 Ha, sin embargo, la superficie autorizada para uso de suelo de la PTAR es de 3,910 m^2 y la superficie en la que se realizará la instalación de dicha planta es de 27.5 m^2, por lo que los 3,882.5 m^2, serán para el equipamiento de la PTAR que consistirá en área de maniobras y estacionamiento. El lote de interés forma parte del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, el cual cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para sus obras, por lo que ya estaba prevista la

Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto
	construcción y operación de un conjunto habitacional en el lote. Para llegar al sitio de la PTAR del Condominio Maestro, se tiene autorizada una vialidad para llegar a los lotes, y colinda con la Carretera Federal 307, por lo que desde que se realizó el estudio del Condominio Maestro se valoró el impacto urbano y vial.
c. Los desarrollos de tipo ecoturístico deberán contar con un Reglamento de Operación mismo que garantice la operación ambientalmente sustentable de la actividad. Este Reglamento se presentará a la autoridad ambiental competente para su valoración y de ser procedente su autorización. (Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, CE-31).	El proyecto no es de tipo ecoturístico, por lo que no le aplica esta disposición.
d. Toda acción u obra de urbanización y edificación que pretenda localizarse en terrenos vulnerables o susceptibles de inestabilidad física o de sufrir el efecto de fenómenos hidrometereológicos, geológicos o que puedan ocasionar daños físicos a terceros, deberán presentar estudios técnicos específicos ante la autoridad competente. Estos deberán sujetarse a la Legislación aplicable en materia ambiental una vez que se elabore la caracterización ambiental correspondiente.	Como se mencionó el lote de interés forma parte del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, y está destinado para un conjunto habitacional. El terreno del proyecto no es vulnerable ya que no se registró inestabilidad física y no existen cuerpos de agua ni corresponden a zonas inundables, además que no colinda con la zona costera.
e. Para prever la existencia de riesgos potenciales (como apoyo a la dictaminación y solicitud de estudios técnicos, geológicos, geofísicos, y de mecánica de suelos o de tipo estructural), la autoridad se auxiliará de la información detallada en el presente Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad y de los instrumentos técnicos actualizados que	Este criterio les aplica a las autoridades competentes encargadas de valorar la existencia de riesgos potenciales.

Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto
existan para la localización de fallas, deslizamientos, vulnerabilidad estructural y riesgos hidrometereológicos, en aquellas zonas con potencial de riesgo físico.	
f. A toda acción u obra de urbanización y edificación se les requerirán los estudios previos pertinentes para evitar daños físicos a terceros por el efecto de fenómenos hidrometereológicos (huracanes). Estos deberán sujetarse a la Legislación aplicable en materia de Medio Ambiente y Protección Civil.	Para dar cumplimiento a esta disposición, se realizarán los estudios específicos que solicite la autoridad competente en la materia.
g. Los niveles de molestia e inconvenientes generados en lotes ubicados dentro de la zona habitacional, ya sea por ruido, humos, polvos, olores, vibraciones, calor y humedad, se deberá circunscribir al predio que los genere sin que afecten a los vecinos al ser percibidos más allá de los límites del predio que los genera	Los impactos generados durante la operación de la PTAR que se indican se circunscribirán al predio, sin afectar a los vecinos.
h. Está prohibido descargar, depositar o infiltrar cualquier material de desecho sólido en los suelos y cuerpos de agua. Los desechos deberán entregarse al servicio municipal de recolección de basura.	Durante la construcción y operación de la PTAR se espera generar escasos residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y serán trasladados al sitio de disposición final de residuos (construcción) y/o entregados al servicio de limpia (operación) para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire. De acuerdo con lo anterior, no se depositarán o infiltrarán desechos sólidos o líquidos sobre el suelo, y por tanto no se causarán afectaciones al agua del manto freático.
i. Toda autorización de movimiento de tierra para cualquier obra pública o privada, deberá apegarse al Reglamento de Construcción del	Las actividades de movimientos de tierras en el proyecto, se sujetará a lo establecido en el Reglamento de Construcción del Municipio de

Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto
Municipio de Solidaridad y a los instrumentos jurídicos y técnicos en materia de excavación, extracción y nivelación de terrenos vigentes en el Estado de Quintana Roo, así como a los lineamientos federales en la materia.	Solidaridad y a los instrumentos aplicables.
j. Todo proyecto de edificación deberá prever un área de estacionamiento al interior o colindante al predio (del mismo propietario) que evite la generación de conflictos con el tránsito vehicular y peatonal; además, deberá prever y evitar problemas y congestionamientos viales, ya sea temporales o permanentes. Los usos comerciales e industriales deberán contar con áreas de carga y descarga al interior del predio. Estará estrictamente prohibido cambiar el uso del espacio destinado a cochera o estacionamiento por cualquier otro uso diferente.	En el proyecto, es de tipo infraestructura, por lo que no se requiere estacionamiento en el sitio, por lo que no le es aplicable esta disposición.
k. Los proyectos cuyo uso requiera para su funcionamiento de estacionamiento momentáneo, tales como escuelas, iglesias, bancos, etc., deberán prever la correspondiente ampliación del arroyo o establecerse dentro de conjuntos con estacionamiento propio, en los que no se afecte el flujo vehicular de la vía que les da acceso.	
l. Todo desarrollo urbano, industrial, comercial, turístico, habitacional unifamiliar o plurifamiliar en fraccionamiento, deberá prever las superficies necesarias para el equipamiento público, de acuerdo a las indicaciones de este Programa, del Ayuntamiento y de las demás disposiciones aplicables. Será obligatorio incluir proyectos de paisaje, urbanización, forestación y tratamiento de espacios abiertos. Toda área de donación se situará de manera accesible al público y con acceso vial.	El proyecto consiste en la Instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales inmerso dentro del Condominio Maestro de Xpu-ha Beach, en el que se destinaron áreas de conservación. Para el manejo de las aguas residuales durante la operación del proyecto, la red interna de drenaje sanitario se conectará a la planta de tratamiento con la que contará el Condominio Maestro. Asimismo, los residuos serán trasladados al área

Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto
Ninguna donación estará situada en derechos de vía de infraestructura, servidumbres públicas, zonas de protección o no aptas para el desarrollo urbano.	servicios con la que contará el Condominio Maestro.
m. En todos los cuerpos de agua (lagunas, cenotes, etc.) se deberá respetar los siguientes criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico local del Municipio de Solidaridad.	El predio del proyecto no posee cuerpos de agua, por lo que no le aplica esta disposición.
n. En todos los proyectos, el drenaje pluvial estará separado del drenaje sanitario; toda descarga de agua residual deberá ser tratada conforme a las normas ecológicas vigentes y cumpliendo las Normas Oficiales Mexicanas que correspondan. El drenaje pluvial podrá ser superficial si es adecuadamente canalizado, aprovechando la topografía y el sistema natural de escurrimiento de la zona.	El drenaje pluvial estará separado del drenaje sanitario. Se considera la instalación de pozos pluviales en la vialidad del proyecto, los cuales serán construidos conforme a la normatividad aplicable.
o. Todo proyecto en la zona debe ser diseñado para integrarse adecuadamente al sistema general de agua, drenaje y tratamiento, definidos por la autoridad competente.	Todas las redes de servicios del proyecto serán diseñadas de acuerdo con los criterios definidos por la autoridad competente y la normatividad aplicable.
p. Todo uso comercial, turístico, habitacional e industrial deberá contar con sistemas de tratamiento y rehusó de aguas residuales y pluviales.	El proyecto es de tipo infraestructura, con la finalidad de cumplir este punto, se presenta la MIA-P de la Instalación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Las aguas residuales que se generen durante la operación del proyecto serán canalizadas a través de la red de drenaje interno hacia la planta de tratamiento con la que contará el Condominio Maestro en el área de servicios AC5. Como fue manifestado en la respectiva MIA-P del Condominio Maestro, contará con pozos de absorción pluvial en las

Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto
	vialidades, que conducirán el agua a las áreas de conservación. Se manifiesta que ambos sistemas (drenaje y pluvial) se encontrarán por separado.
q. Todo proyecto de edificación deberá preservar la imagen de la zona y/o mejorarla, integrándose al contexto urbano de la misma, quedando sujeto en su diseño a las características arquitectónicas de la zona; además, deberá cumplir con las disposiciones del Reglamento de Construcción del Municipio de Solidaridad y las que establece este Programa.	El proyecto consiste en la Instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuos, el cual es acorde con la imagen que se pretende establecer en el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, dentro del cual está incluido el predio.
r. Toda edificación deberá de cumplir con las siguientes normas para mitigar las fuerzas de vientos de superficie: • *Es necesario evitar al máximo los aleros en las edificaciones que den a barlovento para minimizar las turbulencias.* • *Las pendientes en las cubiertas deberán ser no mayores a 30° y en caso de estar recubiertas por elementos que presenten riesgos de volatilidad, estos deberán ser fijados al elemento principal.* • *La siembra de los edificios mayores de 4 niveles, deberá darse preferentemente a 45° respecto a la perpendicular de los vientos dominantes.* • *Los espacios que ocupen los almacenamientos de agua (tinacos) en las azoteas deberán ser confinados con materiales permanentes.*	En el proyecto consiste en la Instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas por lo que el presente criterio no es aplicable.
s. La autoridad responsable vigilará que las edificaciones o modificaciones que se realicen a obras existentes, contemplen las facilidades arquitectónicas, urbanísticas, de comunicación y de transporte	Esta disposición es aplicable a las autoridades encargadas de vigilar estos aspectos, por lo que no le aplica al proyecto.

Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto
adecuadas a las necesidades de personas con discapacidad, de conformidad con las disposiciones aplicables en la materia*.*	
t. Para la autorización de acciones de urbanización, obras de urbanización y/o edificación, así como obras en régimen en condominio, se deberán cumplir las siguientes condiciones: *1. Que el uso o destino de suelo no sea diferente al previsto en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano aplicable y a las declaratorias respectivas.* *2. Que no afecten zonas arboladas o con vegetación nativa, de preservación ecológica, con valor de paisaje o que por sus características hidrológicas, geológicas o topográficas sean riesgosas para la ejecución de acciones de urbanización.* *3. Que las modificaciones topográficas no alteren las condiciones naturales de escurrimiento, las características propias del suelo o afecten negativamente su zona de influencia.* *4. Que no afecten zonas arqueológicas, monumentales, históricas o cualquier elemento que integre el patrimonio natural y cultural.* *5. Que se respeten las especificaciones de dimensionamiento, equipamiento y obras de urbanización mínimas señaladas en el reglamento correspondiente para los predios resultantes.* *6. Que se respete el medio ambiente, el equilibrio y la armonía de la zona, y que la demanda de servicios se pueda satisfacer con las redes existentes o mediante la realización de las obras necesarias para dotar de*	El proyecto cumplirá con estas disposiciones. De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad, el lote se encuentra en una zona suburbana y el uso que se le pretende dar es congruente al permitido. En el predio AC-05 se desarrolla vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia, y para las obras de la PTAR, se pretende ocupar una superficie que representa el 30.00% de la AC-05, manteniendo la superficie restante, es decir, el 70.00 % como áreas de conservación con vegetación natural, por lo que en la mayor parte del predio se preservará la vegetación. De la misma forma, en las áreas con vegetación natural se mantendrán los escurrimientos pluviales. No se afectarán zonas arqueológicas, monumentales, históricos o cualquier elemento del patrimonio natural o cultural. Las obras de urbanización se realizarán conforme a lo señalado en la normatividad aplicable. Se dotará al conjunto habitacional de las redes de servicios de agua potable, energía eléctrica y red interna de drenaje sanitario. La red sanitaria conducirá las

Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto
equipamiento y servicios a los predios resultantes. *7. Que exista la red de drenaje necesaria para la capacidad del tipo de uso. En caso de no contar con la red, deberá apegarse al proyecto definido por CAPA para la construcción de la planta de tratamiento de agua residual.*	aguas residuales a la planta de tratamiento con la que contará el Condominio Maestro. Durante las actividades que se proponen, se respetaran las áreas de conservación.
u. Toda acción de urbanización y edificación para renovación o modificación que afecte a uno de los propietarios del inmueble, requerirá de la conformidad expresa de los propietarios y ocupantes de los inmuebles, bajo el procedimiento que determine la autoridad correspondiente.	En el proyecto consiste en la Instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas por lo que el presente criterio no es aplicable.
v. Los alineamientos deberán respetar los derechos de vía que se estipulan en el Reglamento de Construcción del Municipio de Solidaridad, requeridos para el paso de la vialidad primaria y la infraestructura hidráulica.	El proyecto consiste en la Instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas, ya que la vialidad primaria para llegar al lote será construida por el Condominio Maestro, el cual ya cuenta con autorización para su construcción, por lo que al proyecto no le aplica esta disposición.
w. En las zonas habitacionales y residenciales, se permitirá la construcción de campos de golf y otros usos complementarios, siempre y cuando se cumpla con los lineamientos que determinen las leyes y reglamentos aplicables.	El proyecto consiste en la Instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas por lo que el presente criterio no es aplicable.
x. Toda solicitud de fraccionamiento deberá acompañarse de un estudio y una propuesta para el funcionamiento del servicio de transporte público que dará servicio al fraccionamiento o conjunto.	El proyecto consiste en la Instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, que estará dentro de un fraccionamiento que ya fue autorizado en materia de impacto ambiental, donde se indicó que existe servicio de transporte en la zona, el cual pasa por la Carretera Federal 307.
y. Los usos no habitacionales con áreas construidas superiores a 10,000 m^2, requerirán para su autorización de la	El proyecto es de tipo infraestructura, por lo que esta disposición no le aplica.

Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto
presentación de un estudio de impacto urbano.	

1.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

Por su ubicación, el proyecto es regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 25 de Mayo de 2009, y de acuerdo con éste, el predio del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) **12** denominada ***Corredor Calica – Akumal*****,** la cual tiene asignada una política de aprovechamiento sustentable, con vocación de uso de suelo para minería y usos compatibles agroindustrial, ecoturístico, suburbano, minero, UMA's, industrial, comercial, deportivo, parque recreativo, equipamiento, reserva natural. El uso que se le pretende dar al predio es de equipamiento, por lo que es congruente con este instrumento (Figura 6).

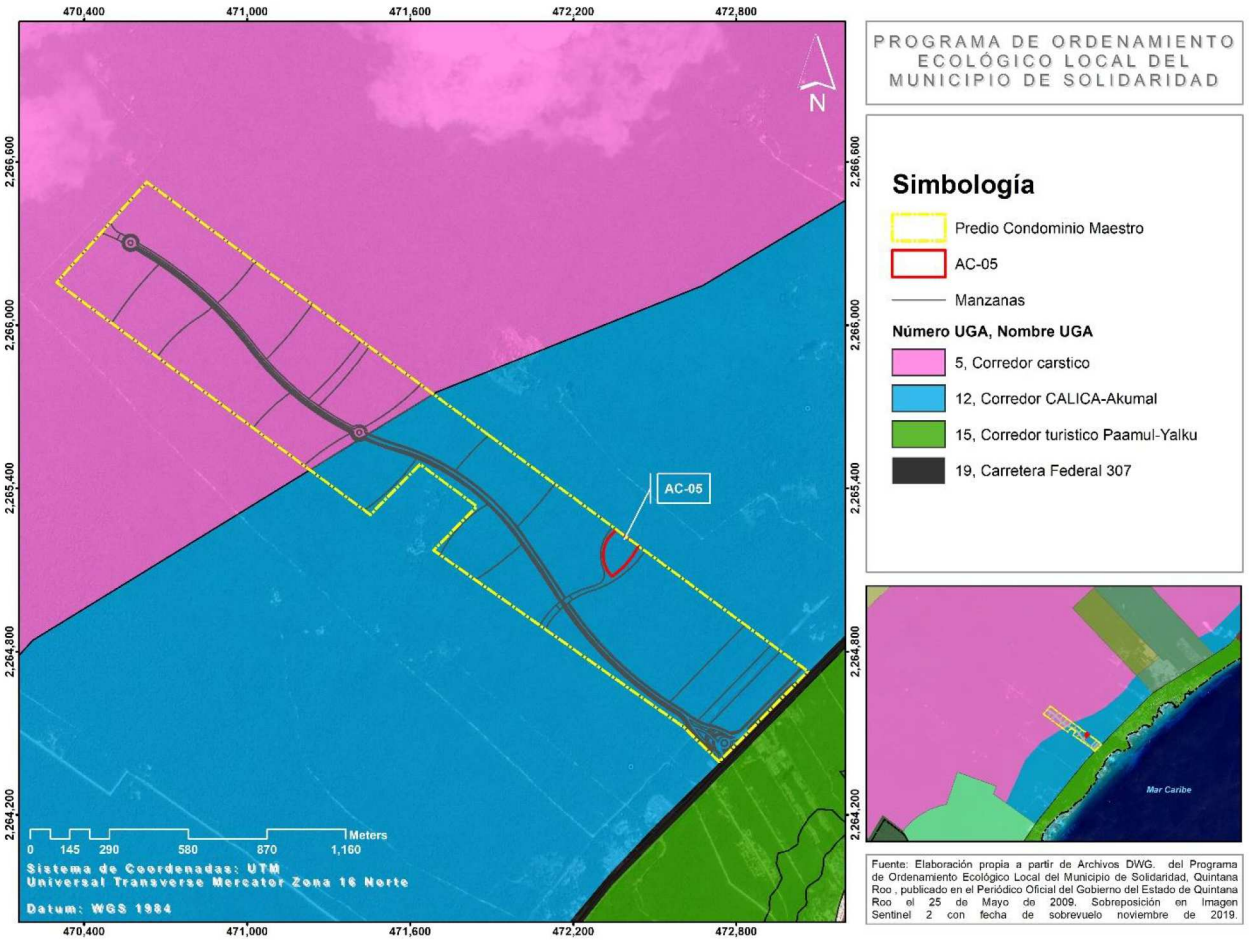


Figura 6. Ubicación del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (2009).

Cuadro 7. Unidad de gestión ambiental dentro de la cual se encuentra el predio del proyecto.

Unidad de gestión ambiental		**12**
Nombre	Corredor Calica Akumal	
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable	
Vocación de uso de suelo	Minería.	
Usos condicionados	Agroindustrial, ecoturístico, suburbano, minero, UMA´s, industrial, comercial, deportivo, parque recreativo, equipamiento, reserva natural.	
Usos incompatibles	Forestal, agroforestal, agropecuario, agroindustrial, urbano, turístico, marina.	
Criterios de regulación ecológica	**USO**	**CRITERIOS ESPECÍFICOS**
	Equipamiento	32,53,54,78,85,86.

Los criterios de regulación de carácter general y específico determinan los parámetros y estándares que deberán cumplirse, así como los límites de cambio aceptables para aprovechar sustentablemente el territorio y las condiciones particulares a que deberán sujetarse los desarrollos o proyectos que pretendan establecerse en el Municipio Solidaridad, en función de cada uno de los usos del suelo permitidos en las unidades de gestión ambiental.

Los criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Como se mencionó el predio de interés forma parte del “Condominio Maestro Xpu-Ha Beach y Desarrollo del lote 3 Estrella de Mar”, el cual fue diseñado con base en los lineamientos establecidos en esta UGA, y asignó parámetros de desarrollo como coeficientes de ocupación de suelo, densidad y áreas de conservación, a cada uno de sus 17 lotes para cumplir con los criterios generales y específicos de este instrumento. De ahí que para el AC-05 se autorizaron los siguientes parámetros.

Cuadro 8. Se indican los parámetros autorizados para el AC-05 en el Condominio maestro.

Parámetros	
AC	05
Uso de Suelo	Servicios / Área verde

Superficie	13,141.84 m^2, 1.31 Ha
Densidad	0.00 viviendas
Coeficiente de Ocupación de Suelo (COS)	3,942.50 m^2, 30 %
Conservación	9,199.29 m^2

El proyecto que se propone cumple con estos parámetros como se muestra en el siguiente cuadro comparativo.

Cuadro 9. Se indican los parámetros autorizados para el AC-05.

Parámetros	Parámetros establecidos en la MIA Condominio Maestro Xpuha-Beach	Parámetros que se proponen para el proyecto que se propone
AC	05	05
Uso de Suelo	Servicios / Área verde	Servicios / Área verde
Superficie	13,141.84 m^2, 1.31 Ha	13,141.84 m^2, 1.31 Ha
Densidad	0.00 viviendas	0.00 viviendas
Coeficiente de Ocupación de Suelo (COS)	3,942.50 m^2, 30 %	3,910.00 m^2, 29.75 %
Conservación	9,199.29 m^2	9,199.29 m^2

Conforme a lo anterior, el proyecto cumple con los parámetros que le asignó el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, en cuanto al uso de suelo y COS. Respecto al parámetro de conservación, se continúa considerando la misma superficie (9,199.29 m^2), ya que, únicamente se está considerando el aprovechamiento del área destinada para la PTAR, sin embargo, el AC-05 está destinada a servicios, PTAR y áreas verdes. De este modo, se tiene que del COS de 3,942.50 m^2, se utilizaría 3,910.00 m^2, quedando disponible 32.5 m^2 para otros servicios (vivero del Condominio Maestro).

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con los criterios generales y específicos aplicables al proyecto.

Cuadro 10. Vinculación con los criterios generales.

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CG-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro	El presente estudio se planteó con pleno conocimiento y para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente. Esta Manifestación de Impacto ambiental Modalidad Particular se somete a evaluación en materia de impacto ambiental para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	
CG-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Las obras que se proponen se desplantarán sobre vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia. De manera previa al desmonte, se realizará el rescate ejemplares susceptibles de ello, dando prioridad a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal y como se propuso en el programa para la protección de la flora y fauna silvestre que se presentó con la MIA-O del Condominio Maestro.
CG-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	De manera previa a las actividades del proyecto, se llevará a cabo un recorrido en busca de individuos de fauna, los cuales serán ahuyentados y en caso de registrar fauna de lento desplazamiento o que no pueda moverse, se llevarán acciones de rescate y reubicación. Se dará prioridad a especies enlistadas en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de Especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010
CG-04	Los proyectos de cualquier índole 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 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar 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.	De manera general, el Condominio Maestro contempla áreas de conservación y áreas verdes, que, en el caso de estas últimas, estarán conformadas por especies nativas provenientes del rescate de la vegetación y ornamentales no invasoras, las cuales provendrán de viveros autorizados. Asimismo, en el AC-05 se mantendrán áreas de conservación.
CG-05	Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas	El proyecto que se somete a evaluación consiste en la construcción, instalación, operación y

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	mantenimiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, mismo que se encuentra en desarrollo. Sin embargo, dada la naturaleza del proyecto mayor, el cual consiste en un fraccionamiento, las áreas de conservación estarán distribuidas entre los lotes destinados para viviendas, alrededor de la casa club, junto a las vialidades y glorietas, y parques. Respecto al AC-05, se contempla mantener una superficie de 9,199.29 m^2 como área verde de conservación, que corresponde al 70% del AC-05. Cabe señalar que a nivel de Condominio Maestro se mantendrán las áreas de conservación con vegetación natural, de tal forma que se conectarán las áreas de conservación de los lotes que estarán en la misma manzana. El Condominio Maestro ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para su desarrollo.
CG-06	En el desarrollo de los proyectos 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 triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	En el proyecto se llevará a cabo el aprovechamiento integral de los recursos naturales, ya que se realizará la recuperación de tierra vegetal en las áreas desmontadas y el triturado del material vegetal que se obtenga. El material triturado será incorporado en las áreas ajardinadas, de conservación y parque del Condominio Maestro.
CG-07	Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuándo éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. En lo que respecta a la operación, la Planta de tratamiento que se propones cumplirá con la normatividad correspondiente para el reúso de agua tratada en actividades de riego y para disponerla a través de un pozo de descarga.
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El drenaje pluvial estará separado del drenaje sanitario. El Condominio Maestro considera la instalación de pozos pluviales en la vialidad del proyecto, los cuales serán construidos conforme a la normatividad aplicable.
CG-09	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 Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	Para el proyecto que se somete a evaluación no se considera la canalización de drenaje pluvial. Sin embargo, sí considera la descarga de aguas residuales tratadas, las cuales contarán con la calidad acorde a la normatividad aplicable para ser descargadas a través de un pozo. Por su parte, el Condominio Maestro considera la instalación de pozos de absorción pluvial en las vialidades, los cuales contarán con sistemas de decantación, trampas de grasas y sistemas de retención de sólidos.
CG-10	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Los materiales calizos y los recursos naturales que se requieran para el proyecto serán adquiridos en comercios o fuentes legalmente establecidas.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	En caso que se requiera el uso de productos para el control de plagas en las áreas ajardinadas, sólo se emplearán los autorizados por la CICOPLAFEST.
CG-12	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un	El predio del proyecto posee 1.31 Ha de las cuales, únicamente se aprovecharán 0.391 Ha para la planta

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	de tratamiento, por lo que este criterio no le resulta aplicable.
CG-13	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Los residuos derivados de las obras se dispondrán dentro de las áreas de aprovechamiento en sitios destinados para tal fin, por lo que no se colocarán sobre las áreas con vegetación destinadas para conservación.
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.	En el proyecto no se introducirán especies de flora o fauna exóticas o invasoras que estén incluidas en los listados de la CONABIO.
CG-15	Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener	En el predio se tuvo el registro de 80 especies de fauna, de las cuales 12 están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (de las cuales 6 son aves; 3 reptiles, 2 son mamíferos; y una pertenece al grupo de los anfibios). Para minimizar el impacto sobre estas especies, de manera previa al inicio de obras se realizarán actividades de ahuyentamiento en las áreas de aprovechamiento, y en caso de registrar especies de lento desplazamiento o que no puedan moverse, se realizará su rescate y reubicación en las áreas de

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	conservación de acuerdo con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA-O (Anexo Técnico 3). Asimismo, se contempla la reubicación de los nidos que se registren en las áreas de aprovechamiento. El predio mantendrá el 70.00 %como áreas de conservación con vegetación natural, que seguirán siendo utilizadas por la fauna, por lo que se preservarán los sitios de reproducción y anidación de las especies. Las especies que sean tolerantes se mantendrán en el predio y las demás se trasladarán a los predios aledaños que mantengan su vegetación y podrán desplazarse hacia las extensas áreas con vegetación que se mantendrán en el Sistema Ambiental del proyecto. Para verificar que se mantienen en el sitio las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizará su monitoreo de acuerdo con el programa de Manejo de rescate de fauna (Anexo técnico 3).
CG-16	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	Para la construcción de las obras no se considera la instalación de campamentos de construcción, dado que solo se contratará personal de la Ciudad de Playa del Carmen y Puerto Aventuras, mismos que pueden trasladarse fácilmente de su lugar de residencia al predio del proyecto. Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y trasladados al relleno sanitario para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire. Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
		1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Los residuos peligrosos que se generen tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo en la etapa de construcción. En el programa integral de manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-O, se especifican las medidas necesarias para realizar una correcta disposición de los mismos (Anexo técnico 4).
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM- 015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	En el proyecto no se pretende utilizar fuego, por lo que no le aplica este criterio.
CG-18	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.	El predio del proyecto se encuentra fuera de un centro de población y tiene una superficie menor a 5 Ha, por lo que no le aplica este criterio.
CG-19	Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	Como se mencionó, el predio se encuentra fuera de un centro de población y forma parte del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, que construirá una vialidad primaria para poder llegar al lote de interés. Asimismo, el condominio maestro e inclusivamente el AC-05 cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	En el proyecto se pretende realizar en un área que se encuentra destinada únicamente para servicios, la PTAR y área verde, para el Condominio Maestro, de modo que, se ubica a una distancia mayor de 1,000 m del pozo de extracción de agua potable más cercano.

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CG-21	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	No se realizará el vertimiento de sustancias peligrosas al suelo o al agua, y tampoco se realizará la disposición inadecuada de residuos peligrosos, por lo que se cumplirá con este criterio. Durante la construcción del proyecto, las sustancias peligrosas serán manejadas de manera adecuada, ya que se durante su uso se colocarán en charolas o artesas para evitar derrames y se mantendrán en áreas techadas con borde o sardinel perimetral, que cuenten con señalización y extintor. Se implementará la bitácora de su manejo dentro del almacén.
CG-22	El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.	En el proyecto no se pretende utilizar explosivos, por lo que no le es aplicable este criterio.
CG-23	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	Los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas serán colectados en tambos destinados para tal fin dentro de un almacén de residuos peligrosos que cumpla con la normatividad aplicable. Posteriormente, éstos serán entregados a una empresa autorizada en su manejo, solicitando los manifiestos de entrega y disposición final. Se implementará la bitácora de entrada y salida de residuos peligrosos.
CG-24	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición	El predio del proyecto se encuentra fuera de un centro de población y

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.	forma parte del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, que colinda con la Carretera Federal 307, y de acuerdo con este criterio no corresponde a un ecosistema costero, sin embargo, dada la naturaleza del proyecto, es competencia de la Secretaría de Ecología Medio Ambiente y Recursos Naturales evaluar el impacto ambiental que se generaría en su desarrollo. Conforme a la definición de Ecosistema Costero, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de abril de 2018 que se retomó en el apartado 2.1, el predio del proyecto no encuadra dentro de esta definición, ya que no posee ninguno de los ecosistemas indicados, ya que está cubierto con vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia.
CG-25	La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección. No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto.	De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (PMDUS) 2010-2050, Quintana Roo (Publicado el día 20 de diciembre de 2010 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, con fe de erratas publicada en el Periódico Oficial el 19 de enero de 2011) el predio queda comprendido en la Zona Suburbana (ZS). El predio del proyecto se encuentra dentro del Condominio Maestro Xpuha Beach, el cual cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para realizar actividades de urbanización y lotificación y le asignó los parámetros permitidos para cada lote de acuerdo a este instrumento. De ahí que para el AC-05 tiene permitido un COS de 3,942.50 m^2 que equivale al 30.00 %, una superficie de conservación de 9,199.29 m^2. Conforme a lo anterior, especificamente para el proyecto de

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto. Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	la PTAR, se contempla ocupar una superficie 3,910 m^2 que equivale al 29.75% del predio, una superficie de conservación de 9,199.29 m^2, QUE EQUIVALE AL 70% por lo que el proyecto en cuestión se apega a lo autorizado y cumple con lo que marca el POEL de Solidaridad. En la superficie que se ocupará se contemplan la superficie de desplante de la PTAR y su infraestructura, es decir, la superficie total que se utilizará. En resumen, el predio está completamente cubierto con vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia, por lo que se afectará una superficie de 3,910 m^2 de este tipo de vegetación para la instalación de la PTAR y su pozo de descarga, que equivale al 29.75% del predio. Se mantendrá una superficie de 9,199.29 m^2 (70 %) como conservación con vegetación en estado natural. El 0.25% restante corresponde en general al área de servicios, que no son tema de la presente Manifestación.
CG-26	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	En el predio no se registraron cuerpos de agua o cavernas con vestigios arqueológicos.
CG-27	Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.	El proyecto no se trata de obras de infraestructura o de equipamiento regional de interés público.
CG-28	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos	En caso de requerir comprar ejemplares de alguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estos provendrán

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	de una UMA autorizada. De la misma forma, los recursos forestales que se requieran se obtendrán con productores forestales autorizados.
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	Para la construcción de la plancha y la cimentación que llegase a necesitarse, primeramente, se realizarán los estudios de mecánica del suelo correspondientes.
CG-30	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	Durante las actividades de construcción del proyecto se llevará a cabo la Capacitación Ambiental de los trabajadores. Se llevarán a cabo pláticas acerca del manejo de adecuado de los residuos, la protección de la flora y la fauna y de las áreas de conservación.
CG-31	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	En el predio del proyecto no se registraron cavernas secas o inundadas, por lo que no le aplica este criterio.
CG-32	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	En el predio no se desarrolla vegetación de manglar, por lo que no le aplica este criterio.
CG-33	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.	En el predio del proyecto no se registraron cavernas o cenotes, por lo que no le aplica este criterio.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores durante la construcción del proyecto, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. El proyecto que se somete a evaluación consiste en el tratamiento de aguas residuales que se generen en el Condominio Maestro Xpu-Ha

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
		Beach, la cual obtendrá la calidad necesaria para ser reutilizada en el riego de áreas verdes, y el excedente que no pueda ser usado para el mismo fin será canalizado a través de un pozo de descarga que tendrá una profundidad de 100 m. De acuerdo con el estudio de prospección geohidrológico realizado para la observación de la estratigrafía del suelo mediante un pozo de exploración, se concluyó que a partir de 40 m de profundidad era adecuado para la descarga de agua tratada. Derivado de lo anterior, se manifiesta que no se realizará la disposición de aguas residuales sobre el suelo, ni en cenotes, ni cuevas inundadas ni cuevas secas, toda vez que en reconocimiento del predio que se realizó para el desarrollo de la presente MIA-P en cuestión, se identificó que debajo de los 40 m no hay afectaciones a los cuerpos antes mencionados, toda vez que las aguas serán dispuestas a la profundidad de 100 m como medida preventiva, por lo anterior, se prevé cumplir con el criterio (se anexa Estudio Geo hidrológico)
CG-35	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	Para el manejo de los residuos que se generen durante todas las etapas del proyecto se seguirán los lineamientos establecidos en el programa integral de Manejo de Residuos que se anexa a la presente MIA-P.
CG-36	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	El predio del proyecto se encuentra fuera de un centro de población y el proyecto que se pretende establecer corresponde a una Planta de tratamiento de aguas residuales que si bien, dará servicio a un Condominio Maestro, éste último no es menester de la presente solicitud.

Criterios de regulación ecológica de carácter específico.

Cuadro 11. Vinculación con los criterios particulares.

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CE-32	El porcentaje de desmonte para proyectos de infraestructura y equipamiento de obra pública federal, estatal o municipal se determinará de acuerdo con la naturaleza misma de cada proyecto.	El proyecto que se pretende es la instalación y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales, que, sí bien no será utilizada para el dominio público, sí constituye una obra de equipamiento y que, por su naturaleza, es de competencia federal.
CE-53	Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.	Respecto al volumen de agua residual generado a capacidad máxima para el Condominio Maestro, se estima que el agua que llegará a la planta de tratamiento es proporcional a un 85% del total consumido, considerando una pérdida del 15% por arrastre o evaporación. En este sentido, el volumen máximo a tratar corresponde a 874.53 m^3/día, equivalente a 10.12 lps. Sin embargo, la capacidad de tratamiento de la planta es de un volumen de hasta 12 lps. Por otro lado, el efluente tratado será utilizado para riego de áreas verdes del Condominio Maestro, previo cumplimiento de la NOM-003-SEMARNAT-1997 y el resto será conducida a través de un pozo de inducción previo cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996.
CE-54	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	Los lodos, inicialmente podrán convertirse en lodos de retorno, es decir, ser sedimentados y separados del agua limpia residual y llevarlos de nueva cuenta al tanque de aireación biológico, no obstante, una vez que por sus características lo lodos no puedan ser considerados de retorno, procederán a desactivarse y ser utilizados como abono para las áreas verdes del Condominio Maestro o bien, disponerse con una empresa autorizada. Es importante señalar que, el manejo de los mismos se hará

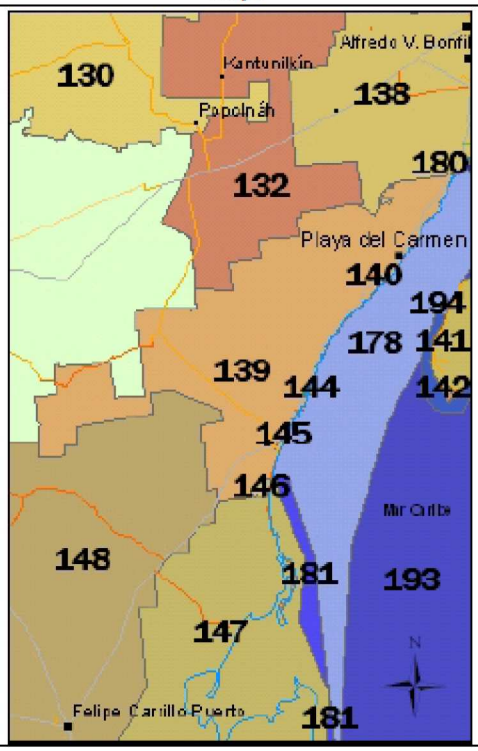
Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
		en todo momento apegándose a los lineamientos y parámetros establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-004- SEMARNAT-2002 para lodos y biosólidos, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes contenidos para su aprovechamiento y disposición final.
CE-78	Con objeto de minimizar la fragmentación de los ecosistemas y mantener corredores biológicos, se deberá establecer una franja verde perimetral en los predios o parcelas, cuya superficie mínima será equivalente a 20 % del área del predio. Esta franja se establecerá del límite de la propiedad o parcela hacia el interior de la misma y deberá conservar la vegetación natural de manera permanente. En esta franja se permite la conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal.	De manera general, el Condominio Maestro Xpu-ha Beach contará con una barda perimetral que tendrá un espacio de 50 cm a partir del suelo, para permitir el paso de la fauna, por lo que un lindero del predio quedará limitado por esta barda. En lo que respecta a la AC-05 en donde se instalará la PTAR, se mantendrá el 70% como área verde, en tanto que, el área que se aprovechará será para la PTAR y un pequeño vivero. Adicionalmente, debe considerarse que, al formar parte de un proyecto mayor, el cual ya cuenta con autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el diseño del proyecto en cuestión ya ha sido considerado de forma tal que, se consideró para áreas de servicio y se previó la minimización en la fragmentación de los ecosistemas.
CE-85	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, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	Se cumplirá con lo dispuesto en el presente criterio, la vegetación arbórea y palmas que coincidan con las áreas verdes, se dejarán en pie.
CE-86	Cuando en las áreas que se mantendrán con cubierta vegetal original dentro de los predios, existan áreas afectadas o con vegetación 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	El predio del proyecto está totalmente cubierto con vegetación secundaria derivada de Selva mediana Subperennifolia y se mantendrá una superficie 70%del predio como área verdad conformada por la vegetación original. Dicha área no posee áreas

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	árboles o palmas por hectárea. Se deberá establecer un monitoreo permanente de las áreas reforestadas para valorar la eficiencia de las acciones emprendidas. La selección de las especies y el número de individuos por especie a reforestar se determinará con base en un programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto.	afectadas o con vegetación escasa por lo que no es necesario realizar su reforestación, por tanto, no le aplica este criterio al proyecto.

1.2.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012), el predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 139, Solidaridad.

Cuadro 12. Características UGA 139.

Tipo de UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Solidaridad	
Municipio:	Solidaridad	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	135,237 Habitantes	
Superficie:	327,229.174 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero		
Nota:		

En el Decreto del programa se establece en su Artículo 1, que se expide la parte marina del POEMyRGMyMC y en su Artículo 2, indica que da a conocer la parte regional del mismo.

Mientras que el Artículo Tercero de dicho Programa el cual se cita a continuación:

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.*

Con base en lo anterior y toda vez que, a la fecha no han sido emitidos los decretos correspondientes por parte de las Entidades afectadas, en este caso, el Estado de Quintana Roo, sólo está vigente la parte marina de dicho Programa de Ordenamiento.

Tomando en consideración lo señalado, y que el proyecto se ubica en una UGA regional que no está vigente, no se vincula el proyecto con los criterios establecidos para esta UGA.

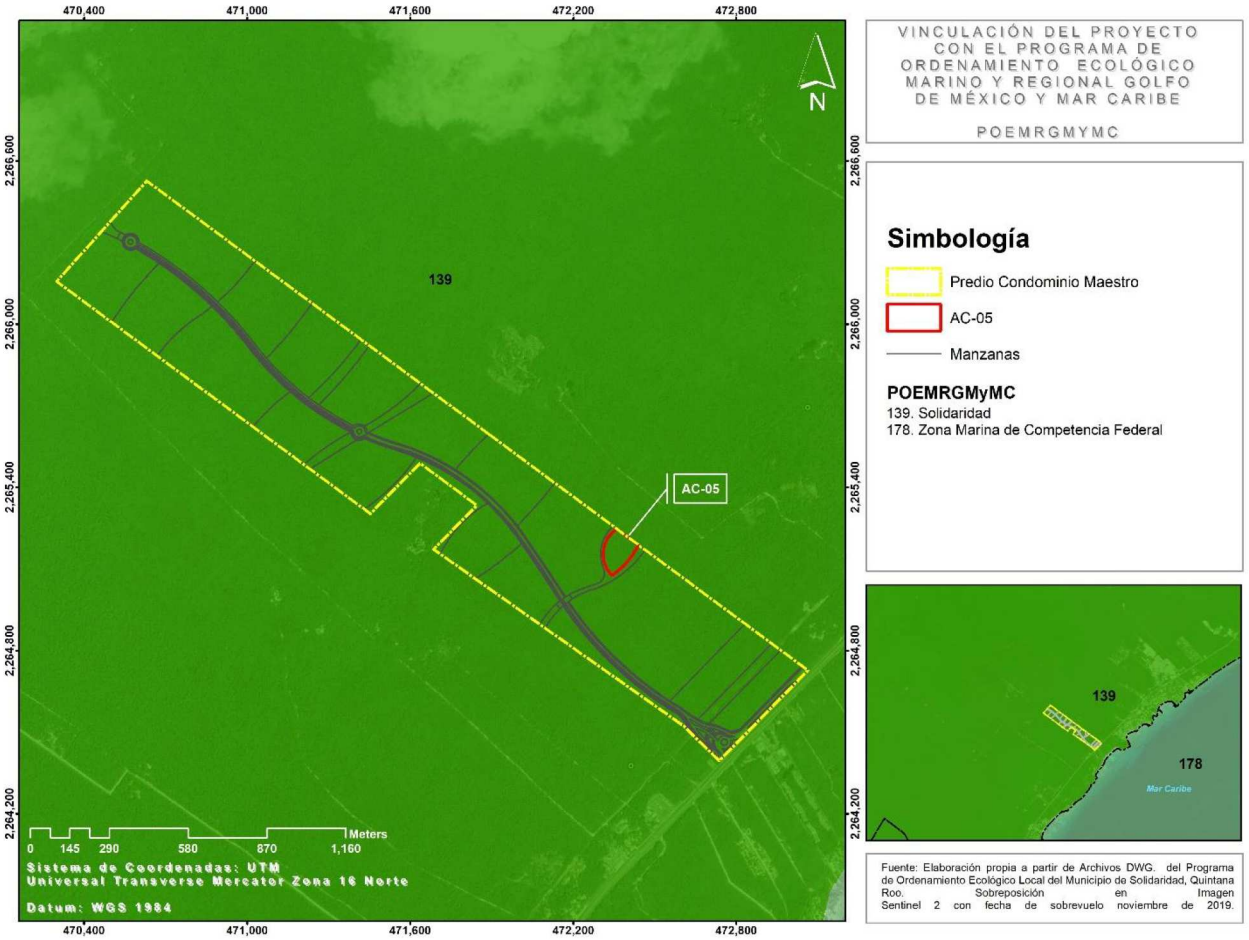


Figura 7. Ubicación del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

1.2.5 Santuario de la tortuga marina Xcacel-Xcacelito

Desde 1998 se decretó Área Natural Protegida con la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica "Santuario de la Tortuga Marina Xcacel-Xcacelito". Se ubica en el municipio de Tulum, tiene una superficie de 362 hectáreas de selva y playas donde se encuentran manglares, cenotes y arrecifes coralinos.

Tiene playas anchas de más de 15 metros, posee tipos de vegetación con algún estatus de protección como es la selva de palma kuká (*Pseudophoenix sargentti*), la selva de palmas chit (*Thrinax radiata*) y los ecosistemas de manglar (mangle rojo *Rhizophora mangle*, mangle negro *Avicennia germinans*, mangle blanco *Laguncularia racemosa* y botoncillo *Conocarpus erectus*)

Posee como característica peculiar afloramientos de agua subterránea a la orilla del mar, que propicia condiciones muy particulares para el crecimiento de vegetación acuática, abundancia en peces juveniles y corales, algunos considerados como especies amenazadas. Se encuentran 64 especies de corales en el área, 3 tiene un estatus de protección especial. Los cuales son: *Plexaura homomalla, Acrophora palmata* y *Acrophora cervicornis*.

El predio del proyecto se ubica a 1.7 km de distancia de dicha ANP, por lo que el desarrollo del proyecto no comprometerá la integridad física y /o biológica del ANP.

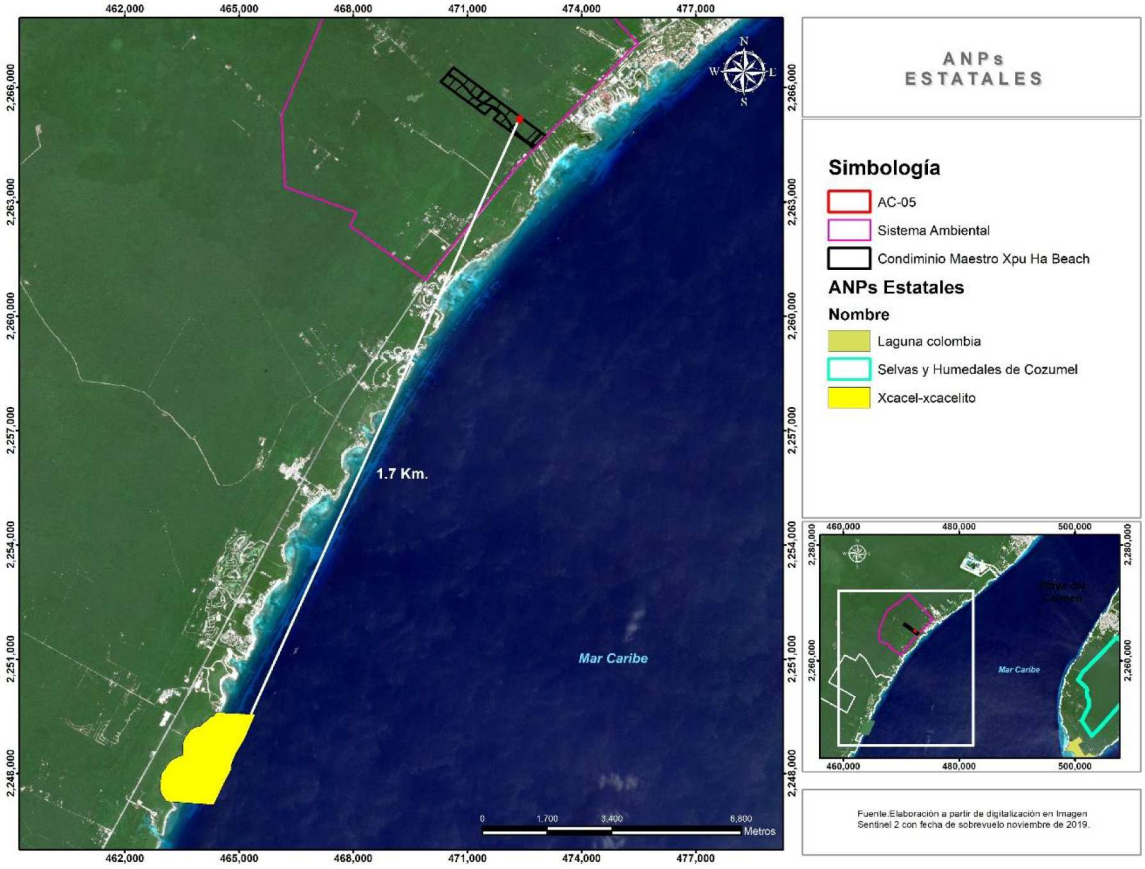


Figura 8. Se muestra la ubicación del predio respecto a la ANP Estatal Xcacel-Xcacelito.

1.3 APÉNDICE DESCRIPCIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA ENLISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

- **ESPECIES DE FLORA**

En el predio se registró una especie de flora incluida en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de Especies en Riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponde a *Coccothrinax readii*, palma Nacax, que se encuentra en la categoría de amenazada (Cuadro 11).

Cuadro 13. Especie de flora presente en el área de estudio enlistada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A-Amenazada, E-Endémica, NE-No Endémica.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus	Distribución
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nak'as	A	E

A continuación, se describen algunas características generales de la especie de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Coccothrinax readii (Amenazada, endémica). Los individuos de esta especie alcanzan alturas de hasta 10 m; presentan un tronco recto, liso y generalmente delgado. Las hojas son de mediano tamaño en forma de abanico, menores a 1 m de diámetro, con el haz de color verde oscuro brillante y el envés verde claro opaco y seroso al tacto. Produce una inflorescencia corta que no excede el tamaño de las hojas, con numerosas flores pequeñas de color claro. La inflorescencia se fija al tronco a través de un pedúnculo corto. Los frutos son de color claro y globosos, de 6 mm de diámetro (Figura 9). Estas características constituyen algunas de las principales diferencias con respecto al chit (*Thrinax radiata*) ya que es una especie similar.

Es una especie endémica de la Península de Yucatán con potencial ornamental e importancia ecológica, ya que constituye una fuente de alimento para la fauna local.



Figura 9. Se muestran dos ejemplares de *Coccothrinax readii*

Esta especie se registró en el área de estudio del proyecto, por lo que para minimizar el impacto sobre esta y algunas otras especies de importancia ecológica, económica u ornamental, se llevará a cabo un Subprograma de rescate de flora de manera previa a las actividades de chapeo y desmonte, los individuos rescatados serán mantenidos en un vivero para su posterior incorporación a las áreas ajardinadas que se contemplan dentro del proyecto.

- **ESPECIES DE FAUNA**

De las especies de fauna se registraron 12 especies con alguna categoría de riesgo en Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 6 corresponden a aves, 3 de reptiles, 2 a mamíferos y un anfibio, que se enlistan en el siguiente cuadro.

Cuadro 14. Listado de especies de vertebrados registrados en el predio del proyecto que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A=Amenazada, Pr= Protección especial.

Grupo	Especie	Nombre común	Estatus NOM 059
Aves	*Melanoptila glabirostris*	Maullador negro	Pr
	Vireo pallens	Vireo manglero	Pr
	Meleagris ocellata	Pavo ocelado	A
	Amazona albifrons	Loro frente blanca	Pr
	Crypturellus cinnamomeus	Tinamú	Pr
	Eupsittula nana	Perico pecho sucio	Pr
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A
	Coleonyx elegans	Gecko leopardo	A
	Leptophis mexicanus	Culebra perico mexicana	A
Mamíferos	*Eira barbara*	Viejo de monte	P
	Tamandua mexicana	Oso hormiguero	P
Anfibios	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	Pr

A continuación, se describen las características de las especies.

Aves

De manera general este grupo de especies son las menos afectadas, ya que se tienen en el supuesto de que serán los primeros en huir al instante de aquellas áreas donde se establecerá el proyecto, esto es porque la gran mayoría habitan en las copas del arbolado. Las especies registradas en el predio que se encuentran enlistados en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son las siguientes:



Melanoptila glabrirostris*[1] *(maullador negro, Sujeta a Protección especial y endémica) Se encuentra únicamente en la península del Yucatán y regiones adyacentes de Belize, Guatemala. Su hábitat son los bosques secos subtropicales, las tierras bajas tropicales, y los bosques altamente degradados.

Habita en selvas, bosques, matorrales, y claros de vegetación abundante. Común en la Isla Cozumel, pero inusual a raro en la Península de Yucatán continental).

Consumen los frutos de especies como la palma chit (*Thrinax radiata*), chechem (*Metopium brownei*) y del arbusto *Pithecellobium keyense (*Roldán-Clara, B. et al, 2018) [2].

La especie se encuentra casi amenazada, siendo su mayor amenaza la pérdida de hábitat, debido sobre todo al clareo para plantaciones de cocos y la construcción de centros turísticos.



***Vireo pallens*[3]*(*Vireo manglero, Sujeta a protección especial).** El vireo de manglar (en Costa Rica y Honduras) (*Vireo pallens*), también denominado vireo de los manglares (en Nicaragua) o vireo manglero (en México), es una especie de ave paseriforme, perteneciente al numeroso género Vireo de la familia Vireonidae. Es nativo de México y América Central.

Se distribuye por el oeste, sur y sureste de México, de forma discontinua, por Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua hasta el oeste de Costa Rica. Su hábitat preferencial es la vegetación de

[1] BirdLife International (2012). «*Melanoptila glabrirostris*». Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2019.1 (en inglés). ISSN 2307-8235. Consultado el 19 de mayo de 2019.
Butchart, S. & Mahood, S. BirdLife International 2008. *Melanoptila glabrirostris*. Lista de especies amenazadas de IUCN 2008. Consultado en julio de 2009.
[2]Roldán-Clara, B. et al, 2018. Características biológicas del dzibabán (*Melanoptila glabrirostris*) en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, México. Huitzil vol.19 no.1 Omitlán ene./jun. 2018 en: http://www.scielo.org.mx/
[3] http://enciclovida.mx/especies/36438-vireo-pallens consultado el 21 de enero de 2020.

manglar por arriba de la línea más alta de las mareas y los bosques secos tropicales y subtropicales.

Estado de conservación y amenazas. La Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 considera a la especie como Sujeta a protección especial.

- ***Meleagris ocellata* (No endémica, Amenazada).** Comúnmente es conocida como Pavo ocelado. Es un ave grande, de 80 a 102 cm de longitud total. Los machos tienen la cabeza y la parte superior del cuello desnuda, de color azul brillante y con verrugas de color naranja. Las verrugas son más abundantes hacia la parte superior de la cabeza (las más grandes pueden ser infladas por el ave). También presenta un área desnuda de color rojo alrededor de cada ojo. Las patas son de color rojizo.



Existen en el sureste de México (Tabasco y la Península de Yucatán), en el petén, en el Norte de Guatemala y en la parte adyacente de Belice. Habita en selvas bajas y medianas subcaducifolias (SEDUMA).
Forma de vida, hábitat y alimentación. Los pavos pasan la mayor parte del día en el suelo y prefieren correr para escapar al peligro durante el día a volar, a pesar de que pueden hacerlo rápida y poderosamente por distancias cortas; como la mayoría de aves en este orden, solo lo hacen por necesidad. Duermen regularmente en árboles altos que los mantienen alejados de predadores nocturnos como los jaguares, y usualmente lo hacen en grupos familiares.

A pesar de no ser una especie migratoria, el pavo ocelado se mueve dentro de su ámbito hogareño. González *et al.* (1998)[4] reportaron un promedio de 0.276 km^2 de ámbito hogareño para nueve hembras en Tikal, Guatemala, sin embargo, una hembra con crías tuvo hasta 12.5 km^2. En Campeche se reportan ámbitos hogareños de 8.34 a 9.7 km^2 (McRoberts 2014)[5], además de registrar desplazamientos de aves principalmente de febrero a abril, con un promedio de 19.81 km de desplazamiento por pavo.

Estado de conservación y amenazas. Pobre estado de conservación debido a la caza de subsistencia y sobre todo a la destrucción y fragmentación del hábitat.

[4]GONZALEZ, M. J., QUIGLEY, H. B. Y TAYLOR, C. I. 1998. Habitat use and reproductive ecology of the Ocellated Turkey in Tikal National Park, Guatemala. Wilson Bulletin 110: 505-510.
[5]MCROBERTS, JON T., T. RICH, C. RODRÍGUEZ-FLORES, C. SOBERANES-GONZÁLEZ, Y M.C. ARIZMENDI. 2012. Ocellated Turkey (Meleagris ocellata), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_s



Amazona albifrons* (*Sujeta a protección especial). Descripción general de la especie. *Amazona albifrons* tiene una talla de 25 a 29 cm, es similar en tamaño a *Amazona xantholora* (loro yucateco) que posee una talla de 25.5 a 28 cm. El plumaje en general es verde, las plumas de la cabeza, cuello, y partes superiores poseen una tonalidad más intensa en los bordes; el anillo ocular y la región perioftálmica son de color rojo. La frente y la porción frontal de la corona es blanca, algunas veces presenta una tonalidad amarilla y/o azul. El resto de la corona es azul obscuro, las plumas con los márgenes obscuros; las cobertoras superiores e inferiores son de un verde amarillento; el alula y cobertoras primarias rojas; membranas exteriores de las primarias verdes en la base y azules en las puntas, los lados inferiores de las plumas de vuelo azul verdoso; cola verde con puntos amarillo-verdoso. Plumas laterales con bases rojas; pico amarillento, iris amarillo pálido; piernas grises brillante en ambos sexos. La hembra difiere del macho en que el rojo de la cara se limita a la región de anillo ocular y carece de la tonalidad roja en las plumas cobertoras de las alas. El macho juvenil se parece a la hembra, pero con rojo en las cobertoras primarias (Forshaw, 1978; Ridgely y Gwynne, 1989).

Vuelan en parejas o parvadas con aleteo rápido pareciendo el vuelo apresurado, por lo general vuelan ligeramente por encima del dosel, raramente vuelan alto, por lo general se les observa volando en parejas aún dentro de una parvada (Howell y Webb, 1995; Gracida, 1998).

Forma de vida, hábitat y alimentación. Se alimentan de frutas, semillas, nueces, granos, retoños y probablemente brotes de hojas. En Nayarit, han sido observadas perchando en árboles del género Ficus, alimentándose específicamente de sus frutos. En Sonora fueron observados alimentándose de pitayas (*Lemaireocercus thurberi*) (Forshaw, 1978).

La especie muestra marcada movilidad estacional. Durante la época reproductiva las parejas anidan dentro de su rango de distribución, pero no son migratorias. Se desplaza en parvadas numerosas o en parejas para la alimentación. Suelen subir en elevación hasta alrededor de los 2000 msnm en época no reproductiva para alimentarse en huertas y cultivos de alta montaña.

El loro frente blanca es nativo de América Central y el sur de México; es comúnmente visto en parvadas de hasta veinte individuos. Se les puede observar en diferentes hábitats desde regiones húmedas como bosques lluviosos, hasta áreas secas como sabanas de cactus. En vida libre, no suelen ser tímidos y comúnmente la gente puede acercárseles. Las parvadas pueden congregarse, existiendo reportes de agrupaciones formadas por varios cientos de individuos. Estos grupos pueden incluir parvadas de otras especies

como *Amazona autumnalis*. América Costa Rica Límite sur de la distribución de esta especie México Península de Yucatán por debajo de los 1800 m (Howell & Webb, 1995). Vertiente del Pacífico Esta especie se distribuye en selvas bajas y medianas de la vertiente del Pacífico desde el sur de Sonora, México, hasta Costa Rica.

*Reproducción***.** La época de reproducción es usualmente durante la primavera, iniciando en febrero y finalizando en verano (entre junio y julio en la mayoría de las áreas). Luego del apareamiento, la hembra ovipositará en promedio tres o cuatro huevos, que serán incubados por 24 a 36 días. Las crías abandonarán el nido a la edad de 10 a 12 semanas.

Estado de conservación y amenazas. Las selvas bajas y medianas subcaducifolias son de los tipos de vegetación que están presentando las mayores tasas de desmonte y cambio de uso de suelo, de acuerdo a cifras que presentan el INE-UNAM (2002). Además de la pérdida de hábitat por desmontes, se han incrementado los incendios forestales, los cuales pueden influir no sólo en la pérdida de elementos de la vegetación para anidación, también parecen influir en la disponibilidad local de alimentos.

- ***Eupsittula nana*[6] (No endémica, Sujeta a Protección especial).** El ave también es conocida como perico pecho sucio. Mide de 20 a 26 cm de largo. Es color verde con pecho color oliva y puntas de alas azules. Tiene un anillo blanquecino alrededor del ojo y sin plumas. El pico es color hueso y gris y las patas gris rosado. Posee cola larga y pesa alrededor de 76 g.



Forma de vida, hábitat y alimentación. Este perico anida en termiteros o árboles con huecos naturales o hechos por algún ave carpintera, también utiliza palmas secas. Se alimenta de semillas, frutos, leguminosas, hojas y flores. Se puede observar comiendo en árboles, maizales y otros cultivos o sobrevolando en bandadas de 20 ejemplares o en parejas.

En México, esta ave se distribuye a lo largo de todos los estados que poseen costas en el Golfo de México y mar Caribe, así como en algunos colindantes con estas entidades, como Nuevo León, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Puebla, Oaxaca y Chiapas. La plataforma Naturalista también reporta algunas observaciones en los estados de Nayarit y Jalisco (estados con costas hacia el Océano Pacífico). Son monógamas.

Estado de conservación y amenazas. En la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 considera a la especie como Sujeta a protección especial

[6] BirdLife International (2008). «*Aratinga nana*». Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2008 (en inglés). ISSN 2307-8235.

Crypturellus cinnamomeus[7] **(No endémica, Sujeta a Protección especial).** Es del tamaño de una paloma doméstica (miden entre 25 y 29 cm). La hembra está coloreada más intensamente que el macho, pero el patrón de barrado es el mismo. La corona es café (café castaño en la hembra), los lados de la cabeza canelas y la garganta blancas. La espalda es café oscuro barrada con negro en la parte baja del dorso y en las cobertoras alares, donde las plumas tienen un margen blanco ante. El pecho es un gris neutral que se hace más beige pálido en la parte inferior del pecho y del abdomen, pero sólo los flancos están barrados. Las patas son de color rosaOASIS.



Distribución histórica: Residente, en la vertiente del Pacífico desde el centro de Sinaloa, en la estación de biología de Chamela, Jalisco, hacia el sur excepto en Oaxaca y continuando hacia el sur hasta Costa Rica. Por la vertiente del Golfo y el Caribe desde el N Tamaulipas y el SE San Luis Potosí hacia el sur cubriendo la Península de Yucatán, el norte de Guatemala, Belice y los valles interiores de Chiapas y continuando al centro de Guatemala y el norte de Honduras.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Se encuentra bosques de galería, bosque tropical caducifolio en los bordes de los bosques con gran espesura de los 0 a los 1850 m, así como en vegetación secundaria. Prefiere las partes densas de los arbustos. Debido a sus limitadas habilidades de vuelo, los tinamúes son sedentarios y no hacen migraciones. Sus movimientos son locales y se restringen a lo que caminan en sus actividades diarias, o cuando las condiciones climáticas lo exigen.

Su dieta es muy variable y son básicamente oportunistas. Los polluelos tienden a depender más de los insectos que los adultos. El tinamú canelo recoge del suelo frutas, bayas, semillas y pequeños animales, entre los insectos recogen termitas, escarabajos, palomillas y mariposas.

*Reproducción***.** Los tinamúes de bosque, como el tinamú canelo son territoriales, al menos durante la época reproductiva. La incubación es relativamente corta (16 días), en este período el macho canta muy poco o lo hace lejos del nido. Cuando el macho incuba puede quedarse quieto y muy tolerante del peligro. Los pollos eclosionan sincrónicamente con su plumón denso opaco de patrón apto para camuflajearse. El macho los cuida por un tiempo de aproximadamente 10-20 días en que se hacen independientes, después el macho empieza de nuevo a buscar una hembra.

Amenazas. La cacería es un factor importante, ya que es severamente cazada por los campesinos (Lepold 1977). Las poblaciones indígenas usan el canto territorial del ave para localizarla y llamarla hacia sus trampas para alimentarse con ellas. La cacería en sí

[7] http://enciclovida.mx/especies/36606

no necesita tener un efecto tan drástico en las poblaciones pero actualmente lo es por su combinación con la pérdida de hábitat.

Reptiles

La mayoría de las especies como conducta tienen la mayor de la parte de tiempo esta perchado a la espera de alguna presa. La mayoría son diurnos, aunque también se ha reportado activo durante las noches. Por lo que se puede resumir que las especies de reptiles son capaces de huir con el ruido. Las especies registradas en el predio registradas en este grupo son:



***Ctenosaura similis* (No endémica, Amenazada).** Iguana negra. Los especímenes de esta especie tienen una longitud hocico cloaca (LHC) que va de los 275 a 350mm (Lee, 1996; 2000, Campbell, 1998;). Los machos de esta especie son más grandes que las hembras (Lee, 2000). La longitud de la cola es cerca de 1.5 a 2 veces que la longitud del cuerpo. La cabeza está medianamente distintiva del cuerpo; se presenta un saco gular el cual está fuertemente desarrollado (Campbell, 1998); las extremidades son robustas y musculosas. Aunque se reportan tamaños poblacionales considerables (Duellman, 1965; Lee, 1996), Se distribuyen en Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Ramírez Bautista, A. y M. C. Arizmendi. 2004).

Forma de vida, hábitat y alimentación. Se alimentan principalmente de vegetación, flores y frutos; y en lugares donde esta es abundante, no es necesario forrajear durante periodos de tiempo prolongados. Se sabe que se alimenta de chapulines, ranas pequeñas, otras lagartijas, ratones, polluelos de varias aves pequeñas, murciélagos, y heces humanas también se han encontrado en su dieta (Fitch y Henderson, 1978). También se ha observado canibalismo en esta especie, es decir, jóvenes y crías son depredados por individuos adultos (Henderson, 1973; Hanzen y Brodie, 1995).

Reproducción. Ctenosaura similis se reproduce durante la estación de secas. Cada hembra pone sólo una nidada anual. En Chiapas, las hembras ponen de 15 a 30 huevos de marzo a mayo con un periodo de incubación de 90 días aproximadamente (Campbell, 1998). Durante la estación reproductiva, los machos presentan a menudo pigmento de color naranja en la cabeza y manchas rojizas o naranjas en la superficie superior del cuerpo (Lee, 1996, 2000).

Estado de conservación y amenazas. Actualmente se sabe que las regiones costeras han sido modificadas para la construcción de zonas hoteleras, asentamientos humanos, así como la reducción de los manglares y el hecho de que las especies de diferentes iguanas

son explotadas por su carne, su piel y sus huevos, principalmente (Burger y Gochfeld, 1993; Ramírez-Bautista, personal, 2001). Por lo que esta especie es de principal relevancia para su conservación, ya que pueden estar amenazadas las poblaciones que habitan dentro de su área de distribución.



Coleonyx elegans[8] **(No endémica, Amenazada).** Esta especie es muy parecida a los geckos, los brazos son largos, delgados y delicados, terminan en uñas retráctiles. Los ojos son grandes, la pupila es elíptica y los párpados son móviles. Las escamas de la cabeza y el cuerpo son granulares. Los machos tienen de siete a trece poros preanales, mientras que en hembras son rudimentarios. El adulto de este atractivo lagarto alcanza una longitud hocico-cloaca de 108 mm y la dimensión de la cola puede alcanzar la del cuerpo.

Los juveniles presentan una coloración consistente de bandas transversales bordeadas por líneas café obscuras o negras, intercaladas con bandas café rojizo que se extienden en el cuerpo y la cola. El vientre es de color crema. En adultos las bandas son más irregulares. Pueden regenerar la cola pero pierde el bandeado original. (Tomada de Lee,1996).

Se distribuye desde el sur de Nayarit en la vertiente del Pacífico y desde el Sur de Veracruz por la vertiente del Atlántico, incluyendo la Península de Yucatán.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Esta especie se puede encontrar en varios tipos de vegetación, selva alta, baja, pastizales etc. Acostumbra vivir en cuevas, oquedades o entre construcciones abandonadas o viejas. También se le puede encontrar en áreas rocosas, cuevas o grutas. En la selva suele encontrársele por las noches caminando a las orillas de los caminos en busca de alimento. Se alimenta principalmente de pequeños invertebrados como arañas, grillos, escarabajos y otros artrópodos.

Reproducción. C. elegans es ovíparo como la mayoría de las lagartijas, las puestas se realizan en la época de lluvias la cual varia a lo largo de su distribución, las cuales pueden ser de tres a cuatro por año. El tamaño de las puestas puede ser de dos y en algunos caso se menciona que hasta cuatro huevos por puesta.

Estado de conservación y amenazas. El hábitat de la especie presenta diferentes condiciones a lo largo de su distribución, se encuentra fragmentado en varias partes donde el crecimiento urbano se ha intensificado, principalmente en los estados de

[8] http://enciclovida.mx/especies/36606

Chiapas, Guerrero, Veracruz y la Península de Yucatán. De acuerdo a Pozo et al, 1998, 2001 y Calderón, 1999; se ha observado que la especie se encuentra íntimamente relacionado con el estado del hábitat, encontrándose una mayor abundancia de organismos en estadíos de selva conservada que en estadíos perturbados. En términos generales se puede considerar que las poblaciones de la especie están limitadas por el estado del hábitat, ya que algunas poblaciones han visto disminuido o perturbado su hábitat natural.



Leptophis mexicanus **(No endémica, Amenazada).** Culebra perico mexicana. Los machos de estas medianas y delgadas serpientes alcanzan una longitud hocico-cloaca de cerca de 880 mm y la larga cola, de aproximadamente 500 mm. Las hembras pueden ser 3 ligeramente más pequeñas que los machos y tienen un poco más pequeña su cola. La cabeza es moderadamente alargada, los ojos son grandes y las pupilas redondas. Hay 15 filas de escamas dorsales a mitad del cuerpo. Las escamas medio dorsales son quilladas o lisas, especialmente las de la primera fila de escamas. Presentan poros apicales no pareados en las escamas dorsales. La placa anal normalmente es dividida. El color es distintivo de cualquier otra especie de serpientes en la Península de Yucatán.

Se distribuye desde Tamaulipas por la vertiente del Atlántico y desde Nayarit, por la vertiente del pacífico hacia el sur juntándose ambas en el Istmo de Tehuantepec y continuándose hacia toda la Península de Yucatán hasta Sudamérica (Duellman, 1965; Smith y Smith, 1976; Flores y Gerez, 1994; Lee, 1996, Campbell, 1998). Se ha reportado para varias localidades de los estados de Campeche, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco, Tamaulipas, Puebla, Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo (Calderón Mandujano, R. 2002).

Forma de vida, hábitat y alimentación. El hábitat de esta especie se encuentra principalmente en lugares de vegetación densa, acostumbra refugiarse en la base de las hojas de las palmas, en enramadas y con frecuencia en bromelias. Las condiciones del hábitat varían mucho, se les puede encontrar en selvas altas, medianas y bajas, o en bosques espinosos o palmares.

Reproducción. Esta especie ovípara presenta una temporada reproductiva larga, iniciándose en marzo con la vitelogénesis y extendiéndose a finales de octubre o principios de noviembre. La reproducción se realiza en la época de lluvias. Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 54 y 55 cm, cerca de los 18 meses de edad, se reproducen anualmente y las puestas son de uno a dos huevos por año.

Amenazas. Uno de los principales factores de riesgo, al igual que en la mayoría de las especies, es la pérdida del hábitat natural por cambios en el uso del suelo.

Mamíferos

Las especies registradas en este grupo de fauna suelen moverse de un lugar a otro. Generalmente ubican sus hogares a grandes distancias de las zonas transitadas por las personas (zona urbana), podría decirse que son sensibles al ruido lo que les permite huir al momento percibir alguna actividad humana.

Algunas especies de fauna tienen cierto comportamiento, de acuerdo con Quintana *et al.* (2014)[9] propuso el término ámbito hogareño y lo definió como el área que los animales utilizan normalmente en sus actividades básicas de supervivencia. La cantidad de área que cada organismo recorre sobre el terreno corresponde a su tamaño corporal. Un ámbito hogareño debe ofrecer los recursos suficientes para que los individuos de una especie permanezcan dentro. En resumen, la perturbación o modificación del hábitat obliga a que las especies pasen por procesos de adaptación.



***Eira barbara* (No endémica, Peligro de extinción).** Viejo de monte. Mustélido grande de complexión fuerte y ágil con cuerpo alargado y musculoso. Patas y cola larga. Cabeza aplanada con orejas pequeñas y redondeadas. Vibrisas faciales largas. Ojos negros con un brillo nocturno azul-verdoso. La cola es peluda y de 2/3 del largo del cuerpo. Tiene garras fuertes las cuales están adaptadas para correr y trepar; membranas interdigitales en la parte proximal de los dedos. Las glándulas anales no están muy desarrolladas y su secreción no es particularmente ofensiva para los humanos. Las crías son completamente negras, algunas veces con el parche o la cabeza blanca o una línea media dorsal que se extiende hasta la cola (Gómez-Nísino, A. 2006)10.

Se distribuye en Veracruz dentro de la Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas, Tamaulipas en la Reserva de la Biosfera El Cielo, Chiapas en las Reservas de la Biosferas Montes Azules y El triunfo, y en Campeche.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Habita en todo tipo de vegetación tropical (selva alta perennifolia, subperennifolia, selva baja caducifolia, bosque mesófilo de montaña) e incluso en acahuales y zonas agrícolas. Es omnívoro y oportunista, consume gran variedad de frutos, vertebrados (desde roedores, reptiles y aves pequeñas hasta tepezcuintles y venado temazate). Son esencialmente diurnos con picos de actividad en el amanecer y el crepúsculo, aunque pueden presentar actividad nocturna particularmente cerca de poblados, sin embargo, el cruce a través de áreas abiertas y

[9]QUINTANA MORALES P. C., HERNANDEZ SALAZAR L. T. & MORALES MAVIL J. E. 2014. En Uso del Espacio en la Vida Animal. CONABIO. Biodiversitas, 114:8-12.

[10] Gómez-Nísino, A. 2006. Ficha técnica de Eira barbara. En: Medellín, R. (compilador). Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W005. México. D.F.

cierta actividad sexual se reportó en la noche. Son usualmente solitarios, aunque es común observarlo en parejas o grupos familiares de hasta 5 individuos e incluso se tiene reportado grupos de hasta 15-20, pero este es un dato dudoso (Leopold, 1965)11. Los viejos de monte usan el olfato como primer paso para la detección de presas. Se desplazan ágilmente en el suelo y en los árboles (usan la cola para balancearse) ya que suben y bajan con la cabeza por delante y son capaces de nadar.

Construyen sus madrigueras en hoyos u horquetas de los árboles, o en alguna cavidad en la base de los mismos. Debido a que los ámbitos hogareños de diversos individuos se traslapan se cree que no son territoriales. No ha sido reportada la existencia de algún depredador (Presley, 2000)12. El ámbito hogareño en Belice para una hembra fue de 16km^2 y de 24.4 km^2 para un macho (Gómez-Nísino, Op. Cit.).

Reproducción. Las interacciones copulatorias de los adultos ocurren en el día en cautiverio y en la noche en libertad; los machos alcanzan su madurez sexual alrededor del año de vida, pero se aparean hasta los 18 meses, mientras que las hembras tienen su primer estro alrededor de los 22 meses. El ciclo estral dura 52.2 días en hembras primerizas y 93.9 en experimentadas; las hembras entran en estro varías veces al año en periodos de 3-20 días. La gestación dura entre 63-67 días y las camadas son de 1-3 crías con un promedio de 2. Los machos adultos no permanecen con la madre y los cachorros los cuales a los 3 meses de edad ya son capaces de cazar pequeños roedores y aves.

Amenazas. Principalmente la deforestación y fragmentación del hábitat como consecuencia de la ganadería, agricultura y extracción ilegal de especies maderables, invasión de terrenos dentro de las reservas, así como incendios forestales; cacería furtiva ya que se le acusa de causar estragos en las aves de corral (no hay evidencia),(Leopold, 1965).



Tamandua mexicana **(No endémica, Peligro de extinción).** Mamífero de tamaño mediano similar al de una zorra; posee una cabeza y hocico alargados; carece de dientes; presenta una lengua larga y delgada; orejas cortas y redondeadas; cuello grueso y fuerte; su cuerpo es robusto; sus patas son cortas, fuertes y gruesas, presenta una uña muy grande (25 a 50 mm de largo) en las patas delanteras, los otros dedos tienen uñas reducidas, al igual que en las patas traseras; su cola es prensil y larga, la cual carece de pelo en la parte distal. La coloración de la cabeza, piernas y cola puede ser desde crema hasta café dorado y el cuerpo es negro. Los

11 Leopold, A. S. 1965. Fauna Silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México

12 Presley, J. P. 2000. Mammalian Species. Eira barbara. The American Society of Mammalogists. (636). E.U.A.

juveniles son de color uniforme amarillo pálido, adquiriendo la coloración adulta al cabo de 3 años. El pelaje es denso, áspero y brillante.

Se distribuye principalmente en las tierras bajas tropicales desde Tamaulipas y San Luis Potosí en la vertiente del Golfo, y Michoacán en la vertiente del Pacífico, hasta el Istmo de Tehuantepec, Chiapas (excepto en las tierras altas templadas) y la Península de Yucatán.

Forma de vida, hábitat y alimentación. El oso hormiguero está asociado a climas tropicales del tipo cálido húmedo (Aw), a lo largo de las tierras bajas del trópico mexicano. Prefiere ambientes con densa cobertura vegetal (e.g. bosques tropicales húmedos y bosques mesófilos). Con menor frecuencia usan las áreas abiertas, sin embargo, se ha reportado que tiene una tolerancia hacia los ambientes con cierto grado de perturbación.

El oso hormiguero como su nombre lo indica se alimenta principalmente de hormigas y termitas. La proporción de consumo de ambos varía entre individuos y estacionalmente. Los individuos con hábitos arbóreos tienden a consumir hormigas, y los que pasan más tiempo al nivel del suelo consumen termitas. Gran parte de su tiempo lo gasta buscando su alimento y pueden llegar a visitar en un día entre 50 a 80 colonias de hormigas o termitas, sin embargo, por colonia no permanece más de un par de minutos.

Son animales escansoriales, ya que se mueven, alimentan y descansan, al nivel del suelo y en los árboles. Ocupan como madriguera oquedades en los árboles o en el suelo, durante el día llegan a subir a las copas de los árboles para descansar y estar a salvo de sus depredadores.

Reproducción. La reproducción es anual; parece haber un pico de reproducción en primavera, aunque se han observado hembras preñadas en mayo y diciembre. Las hembras por lo general tienen una cría por parto. Durante las primeras semanas la cría permanece en el nido esperando que la madre regrese a alimentarla. Cuando la cría es mayor, la hembra sale en búsqueda de alimento llevando a su cría en la espalda, cuando se detiene a comer la madre, la cría desciende y come junto a ella. La cría permanece con la madre hasta el año o año y medio de vida.

Amenazas. La principal amenaza para la especie es la pérdida de su hábitat, miles de hectáreas de bosques tropicales son destruidos o fragmentados anualmente debido a las actividades agrícolas y ganaderas.

Anfibios

Generalmente las especies pertenecientes a este grupo de fauna se encuentran muy asociada a los cuerpos de agua, que se encuentran activa todo el día, aunque por las noches es más activa. Sólo se registró una especie:

- ***Lithobates brownorum* (No endémica, Protección especial).** Rana leopardo. Es la típica rana de estanque. Son de gran tamaño llegando a alcanzar de 6.5 8 cm de LHC, las hembras son más grandes que los machos. Son delgadas y de aspecto aerodinámico, con cabeza angosta y puntiaguda. Poseen largas y robustas extremidades posteriores. Un par de pliegues dorsolaterales de coloración clara está presente y entre ellos hay series paralelas de bordes glandulares. El patrón de coloración dorsal es muy variable. Algunos son muy oscuros, la mayoría son embargo son verdosos, café o bronceado con notables manchas obscuras.



En México se distribuye en los estados de Campeche, Tabasco, Veracruz, Chiapas y Quintana Roo (CONABIO, 2015). El clima que predomina en el rango de distribución de la especie corresponde a climas cálidos, húmedos y subhúmedos de tipo Aw y Af.

Forma de vida, hábitat y alimentación. Es una especie de hábitos dulceacuícolas con desarrollo metamórfico, una parte del cual la pasa en el agua (renacuajo) y otra parte en tierra (adulto). Es carnívora, se alimenta principalmente de invertebrados ectotérmica y se auxilia en la respiración mediante el intercambio de gases por la piel. La especie tiende a localizarse cerca de cuerpos de agua perennes o temporales, habita principalmente la periferia de los mismos, entre la vegetación circundante. Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1200 metros (Vogt *et al.*, 1997, Muñoz *et al.*, 1992).

Reproducción. Es una especie ovípara de desarrollo indirecto pasando por una fase metamórfica. Durante la época lluviosa los ejemplares llegan a moverse grandes distancias hacia los sitios de apareamiento. El amplexus es axilar y después del apareamiento la hembra deposita los huevos en el agua (Lee, 1996; Vogt *et al*., 1997; Vogt, 1997). Muñoz *et al.* (1992), comenta que en las zonas húmedas la reproducción ocurre durante todo el año.

Estado de conservación y amenazas. Uno de los principales riesgos de la especie es la fragmentación de su área de distribución. La pérdida del hábitat natural por cambios de usos del suelo es el factor que más afecta no solo a esta especie sino a todas en general. La contaminación de los cuerpos de agua es también un factor de riesgo para la especie debido a la dependencia a este medio durante su distribución.

CAPITULO IV
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN. 4
2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 4
2.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 4
2.2 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA. 4
2.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG). 5
3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 5
3.1 SISTEMA AMBIENTAL TERRESTRE: MEDIO ABIÓTICO 6
3.1.1 Clima. 8
3.1.2 Fenómenos Climatológicos. 10
3.1.3 Geología y Geomorfología. 13
3.1.4 Edafología. 14
3.1.5 Hidrología. 16
Hidrología Subterránea. 16
Hidrología Superficial. 18
3.2 SISTEMA AMBIENTAL TERRESTE: MEDIO BIÓTICO. 19
3.2.1 Tipos de Vegetación. 19
4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO 29
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO. 29
4.1.1 Antecedentes 29
4.1.2 Objetivos. 30
4.1.3 Área de estudio 31
4.1.4 Metodologia. 32
4.1.5 Resultados. 40
CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES 40
ANÁLISIS DE LA ABUNDANCIA 48
ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA Y DIVERSIDAD 59
ESTRUCTURA DE TAMAÑOS 65
4.1.6 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 69
4.1.7 Discusión. 69
4.1.8 Conclusiones. 70
4.1.9 Recomendaciones. 70
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO. 70
4.2.1 Introducción. 70
4.2.2 Situación Actual y problemática que atender. 72
4.2.3 Objetivos. 74
4.2.4 Metodología. 74
4.2.5 Análisis de datos 84
4.2.6 Resultados 86
Anfibios 87
Reptiles 88
Aves 89
Mamíferos 92
Mamíferos voladores (Quirópteros) 94
4.2.7 Análisis de diversidad y abundancia. 95
Anfibios 95
Reptiles 96

Aves 96
Mamíferos 99
4.2.8 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 100
4.2.9 Especies endémicas. 102
4.2.10 Discusión. 103
4.2.11 Conclusiones. 104
4.2.12 Recomendaciones. 104
5 PAISAJE. 105
5.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE 106
5.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES. 111
6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 113
7 MEDIO SOCIOECONÓMICO. 113
7.1 CONTEXTO ESTATAL. 113
7.1.1 Demografía. 114
7.1.2 Actividad económica. 115
7.2 SECTOR EXTERNO 117
7.3 CONTEXTO MUNICIPAL 119
7.3.1 Población. 119
7.3.2 Aspectos urbanos. 119
7.3.3 Aspectos culturales. 120
8 ACTIVIDADES PRODUCTUVAS. 121
8.1 TURISMO. 121
8.1.1 Sector Primario. 121
8.1.2 Sector Secundario: Industria. 122
9 Apéndice A: Listado Potencial de Fauna Silvestre 123
10 Apéndice B: Listado de Fauna Silvestre Registrada 145
11 Apéndice C: Catálogo fotográfico 148

1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu–Ha Beach". La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección de campo, aplicando técnicas y métodos de muestreos implementados en el sitio del proyecto para conocer y obtener registros de la flora y fauna presentes en el SA; además se realizó una revisión exhaustiva de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, entre otros.

Por otra parte, se presenta la integración del Sistema de Información Geográfica para la delimitación del SA, el cual implicó técnicas de análisis espacial, fotointerpretación de imágenes aéreas, ortomosaicos e imágenes satelitales, sobrevuelos con vehículos no tripulados (DRONE), con el cual se realizó la caracterización ambiental del Sistema Ambiental Regional del proyecto. Además, se realizó la vinculación del SA con los instrumentos de planeación y sitios prioritarios de la CONABIO y Cartas Temáticas del INEGI y la CONANP.

2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

2.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

La delimitación del SA tiene como objeto, tener un espacio finito y concordante con las dimensiones del proyecto que se somete a evaluación, sobre el cual se realizó una descripción clara y precisa de los elementos naturales del sistema ambiental incluyendo los componentes antrópicos y los aspectos socioeconómicos del área, bajo el entendido de que estos últimos, son relevantes en los procesos de trasformación del medio natural en una escala de tiempo ecológico. Adicionalmente, el SA nos permite identificar y enunciar las problemáticas ambientales y sociales asociadas a la evaluación del proyecto, así como determinar tendencias de territorio regional, que no necesariamente se ligan a las interacciones que se analizan en este documento.

2.2 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta. Conforme a lo anterior, se describen los criterios considerados para el establecimiento de los límites de este sistema para el proyecto:

Localización del proyecto: El proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu–Ha Beach" corresponde al lote marcado como AC-05, del Lote 048, Manzana 021, del predio denominado San Miguel y forma parte del

Condominio Maestro Xpu Ha Beach, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, que cuenta con una superficie total de 13,141.84 m^2.

- **Instrumentos de planeación:** Para la delimitación del sistema ambiental se consideraron dos criterios: Límites de las UGA´s del POEL del Municipio de Solidaridad (2009) y fragmentación de la vegetación (Línea de alta tensión de la CFE).

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes áreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, el cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección de campo, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

2.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

A través del análisis digital de imágenes obtenidas de la plataforma de ArcGIS online Word Imagery, ambas procesadas en el Programa Arcgis versión 10.5, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu–Ha Beach", en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental se llevaron a cabo análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de estudios, mostrando los mejores resultados en cuanto a precisión y fidelidad de datos.

Los límites establecidos para conformar el polígono que representará el SA tanto terretre como marino son los siguientes:

<u>Sistema ambiental terrestre</u>

- Al Norte: Límites con las UGA´s 11 y 09.

- Al Sur: Límite con la UGA 08.

- Al Este: Límite con la UGA 12 y a la vez con la Carretera Federal N°307 (UGA 19).

- Al Oeste: Con brecha de la línea de alta tensión de la CFE.

La superficie del Sistema Ambiental quedó conformada por 53,830,375.72 m^2 (5,383.03 Ha).

3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

Para la caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu–Ha Beach”, se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, entre otros, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo.

Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona en la que se ubicará la infraestructura propuesta para el proyecto.

3.1 SISTEMA AMBIENTAL TERRESTRE: MEDIO ABIÓTICO

Partiendo del sistema de información geográfica integrado para el SA, se realizó la vinculación del proyecto con las diferentes cartas temáticas publicadas por el INEGI, CONANP y la CONABIO, además de otros sistemas cartográficos elaborados por instituciones gubernamentales y privadas.

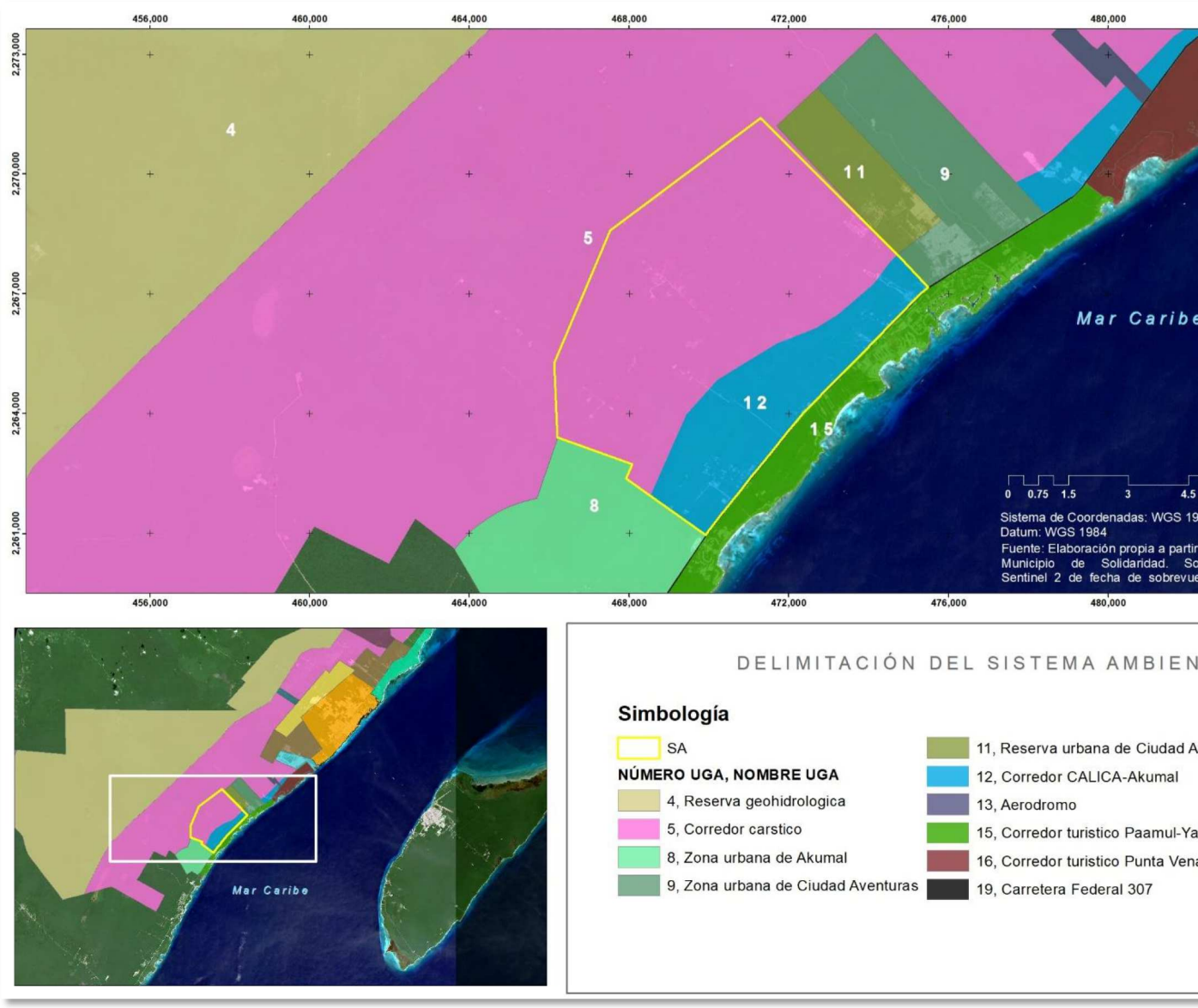


Figura 1. Se muestra el polígono definido como Sistema Ambiental.

3.1.1 CLIMA.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1981)[1], al igual que en la mayor parte del municipio de Solidaridad en el predio se manifiesta un clima Aw2(x') Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frio mayor de 18°C y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual (Figura 2).

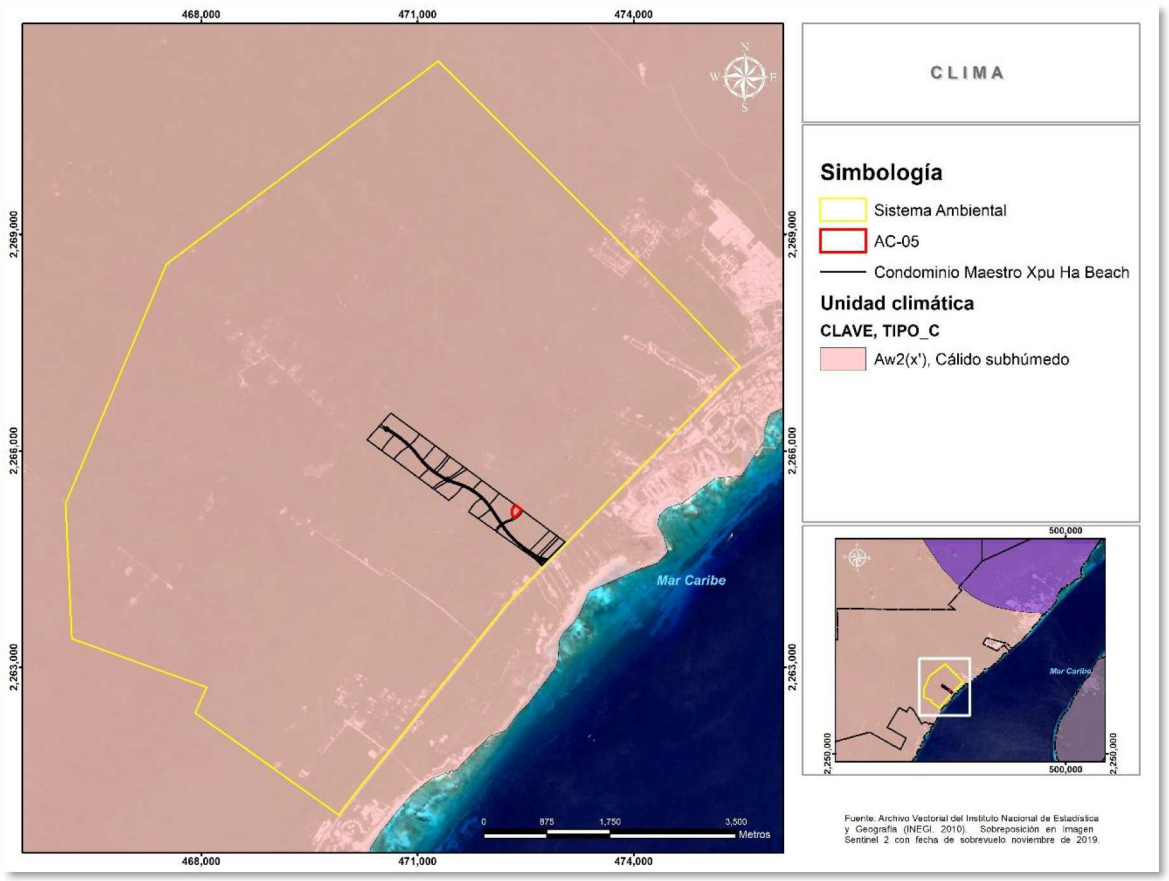


Figura 2. Se muestra la vinculación del SA con las Carta de Unidades Climáticas de México.

De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación 23163 playa del carmen se tiene en el siguiente cuadro los datos de temperatura y precipitación del último año (2019) de Playa del Carmen.

Se observa que, en temperatura, el mes más caluroso fue agosto con 30.9°C y el más frío fue el mes de enero con 23.9°C. En precipitación, el mes con más lluvias fue octubre con 341.5 mm y el más seco fue marzo con 2.8 mm.

[1] García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 p.

Cuadro 1. Datos de Temperatura y precipitación del año 2019, de acuerdo con los datos proporcionados por la CONAGUA estación 23163 Playa del Carmen.

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Temperatura (°c)												
2019	23.9	27.0	26.6	27.5	29.6	30.7	30.2	30.9	29.5	29.3	26.7	25.3
Precipitación (mm)												
2019	170.8	263.6	2.8	43.5	51.3	49.6	63.1	70.7	92.5	229.5	341.5	62.4

En la figura siguiente se presenta el diagrama ombrotérmico que representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del periodo que comprende 1998 a 2019.

La precipitación promedio anual para el periodo 1998-2019 fue de 1,379.80 mm, siendo el mes de octubre el más lluvioso con 276.10 mm, mientras que el mes con menor precipitación fue marzo con 28.10 mm.

En cuanto a la temperatura, y de acuerdo a los registros, para el periodo 1998- 2019 se reportó el mes de julio y agosto como los más caluroso reportando una temperatura media mensual de 28.4°C, de manera contrastante enero presentó la temperatura más baja con una media mensual de 23.4°C.

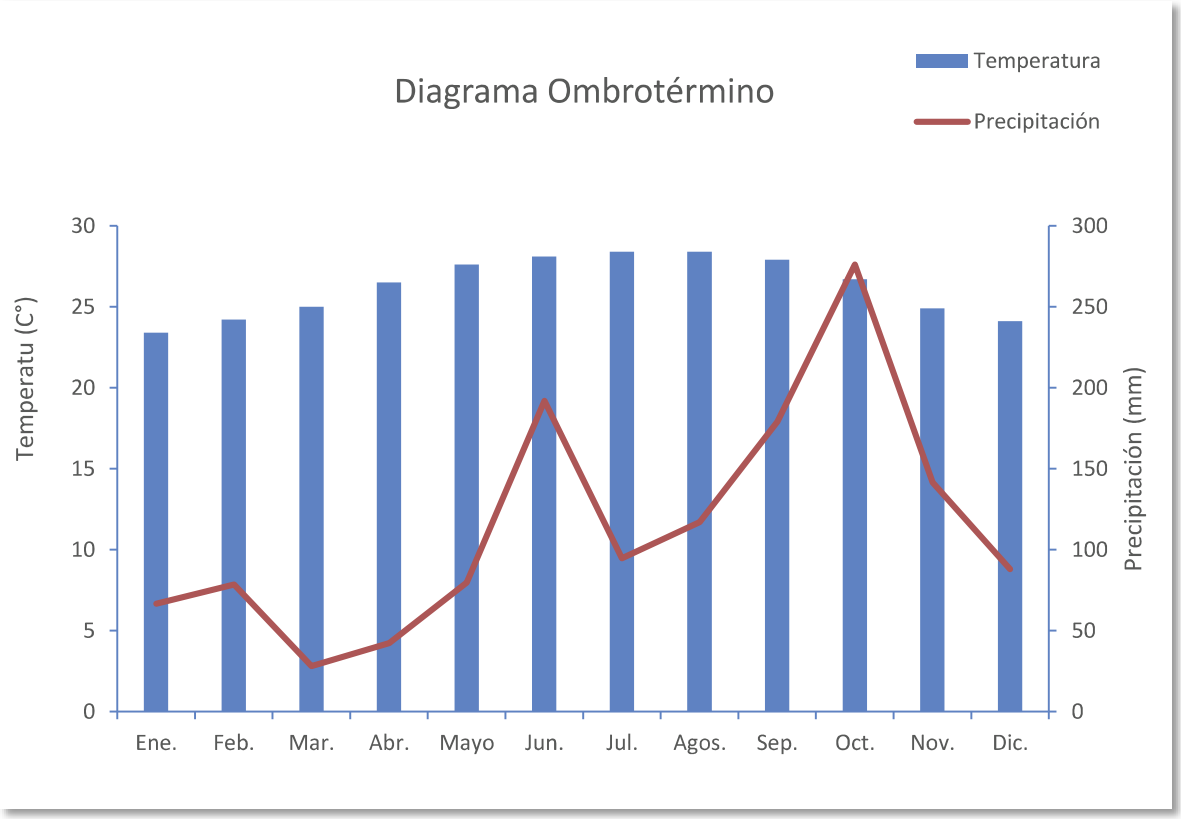


Figura 3. Diagrama ombrotérmico, estación meteorológica Playa del Carmen. Fuente: elaboración propia a partir de los datos generados por la CONAGUA, en la estación meteorológica 23163 Playa del Carmen, en el promedio del periodo de 1998 a 2019.

Vientos dominantes y eventos climáticos extremos. Durante la mayor parte del tiempo el sitio del proyecto se encuentra bajo la influencia de las masas de aire marítimo tropical que invaden la Península. Los vientos dominantes de febrero a julio son los alisios, provenientes del sureste con velocidades de 10 km/h en promedio y hasta 30 km/h durante perturbaciones tropicales (López-Rivas, 1994). Se presentan vientos del Norte durante los meses de invierno, particularmente de noviembre a marzo. Estos vientos pueden llegar a alcanzar rachas de entre 80 a 90km por hora, provocando lluvias, fuertes oleajes y marejadas. En ocasiones, la región recibe también la influencia de masas de aire procedentes de la zona de interconvergencia tropical del Pacífico, las cuales tienen un gran contenido de humedad. Entre los meses de julio y septiembre ocasionalmente se presenta una época de "calmas" (INE 2000).

3.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

Debido a las condiciones climáticas que imperan en la zona en donde se construirá el proyecto, al igual que en el resto de la entidad e incluso de la Península de Yucatán, existe la posibilidad de que se manifiesten alteraciones climatológicas extraordinarias. Estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de mayo a noviembre y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes chubascos.

En la actualidad estos fenómenos naturales pueden ser pronosticados, debido a la interpretación de las condiciones climáticas que imperan día a día en la zona. Además, las modificaciones climáticas pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar.

En septiembre de 1988, el huracán Gilberto atravesó la zona sur de la ciudad afectando las condiciones naturales del ecosistema. En 1998, la zona fue afectada por un sin número de precipitaciones pluviales generadas por el huracán Mitch, el cual, aunque no pasó por la región, tuvo un diámetro bastante considerable que prácticamente abarcó todo el Estado. El huracán Isidoro, durante el mes de octubre del año 2002, bordeó la ciudad de Cancún en su franja costera, causando numerosas precipitaciones e inundaciones en diferentes puntos de la ciudad. El 17 de julio del 2005, el huracán Emily dejó por la fuerza con la que llegó a tierra, numerosas afectaciones en la zona norte, ocasionando pérdida de la vegetación o marchitamiento del follaje de la vegetación distribuida en la parte norte del estado y numerosas inundaciones debido a la precipitación recibida. El 21 de octubre de 2005, se presentó el huracán Wilma con categoría 4 en la escala SAFFIR-SIMPSON, ocasionando daños en la zona norte del estado, tales como destrucción de la vegetación, modificación de la línea de costa, inundaciones serias y pérdida de infraestructura urbana y turística, por lo que ahora es considerado el huracán más catastrófico registrado para la zona.

Recientemente, en el mes de octubre de 2020. El ciclón tropical "**Zeta**" ocasionó durante el 26 de octubre, lluvias de muy fuertes a torrenciales en la Península de Yucatán, registrándose 206.0 mm en Cozumel, Q. Roo, 154.0 mm en el Observatorio de Valladolid, Yuc., y de 64.0 mm en Champotón, Camp (CONAGUA, 2020)[2].

A pesar de que el Huracán "**Zeta**" se alejaba gradualmente de costas mexicanas, el 27 de octubre sus bandas nubosas ocasionaron acumulados de lluvia de 83.4 mm en Mocochá, Yuc., 69.0 mm en Noh-Yaxché, Camp., y 24.0 mm en Cozumel, Q. Roo. Al ubicarse en el norte del Golfo de México, el 28 de octubre a las 12:00 horas, "Zeta" se intensificó a huracán de categoría 2 en la escala Saffir-Simpson, localizándose su centro a una distancia de 750 km al nor-noroeste de Progreso, Yuc., con vientos máximos sostenidos de 155 km/h, rachas de 195 km/h y desplazamiento hacia el nor-noreste a 30 km/h.

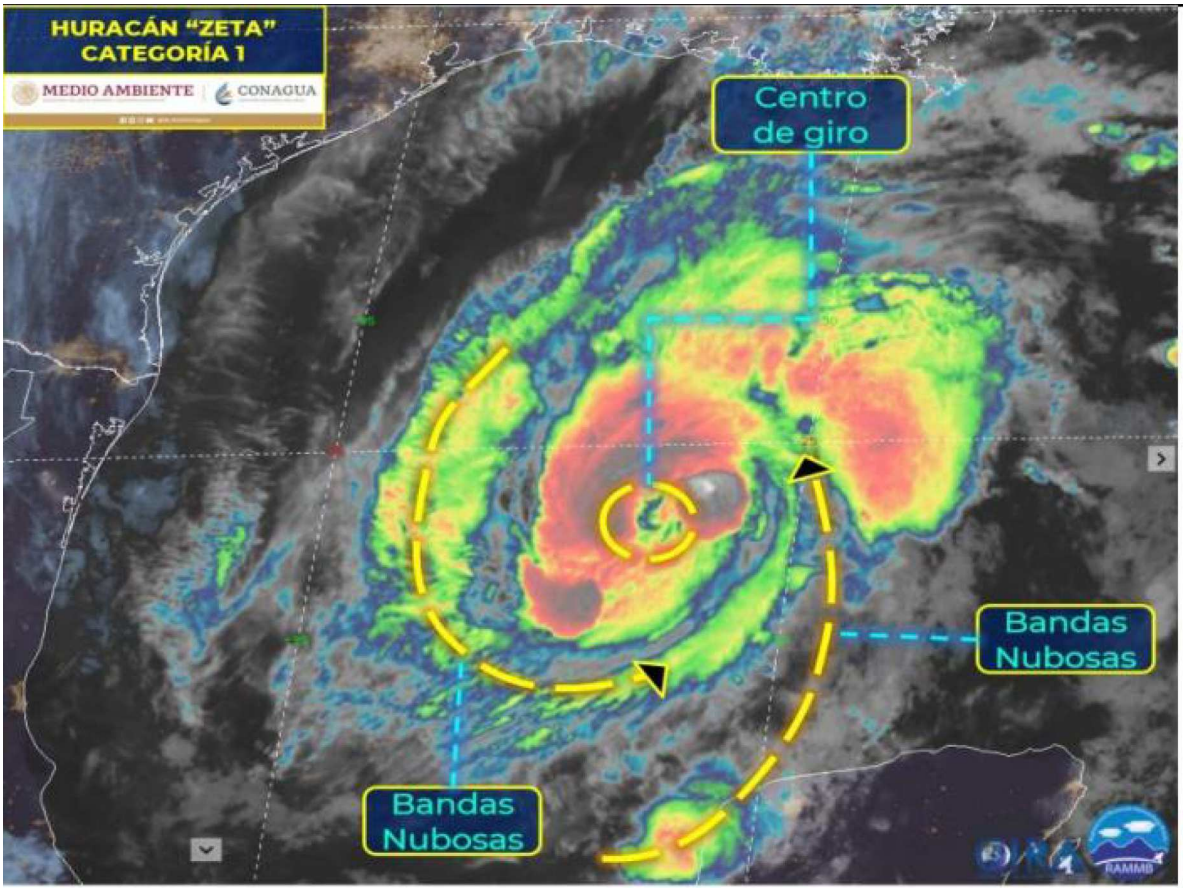


Figura 3. Huracán Zeta en el Atlántico.

En la siguiente Figura se puede observar la incidencia de los fenómenos meteorológicos que han impactado en la zona de influencia del proyecto.

[2] CONAGUA. 2020. Huracán "Zeta" del océano atlántico del 24 al 29 de octubre de 2020. Ciclones Tropicales 2020 Gerencia de Meteorología y Climatología Subgerencia de Pronóstico Meteorológico Centro Nacional de Previsión del Tiempo. Comisión Nacional del Agua.

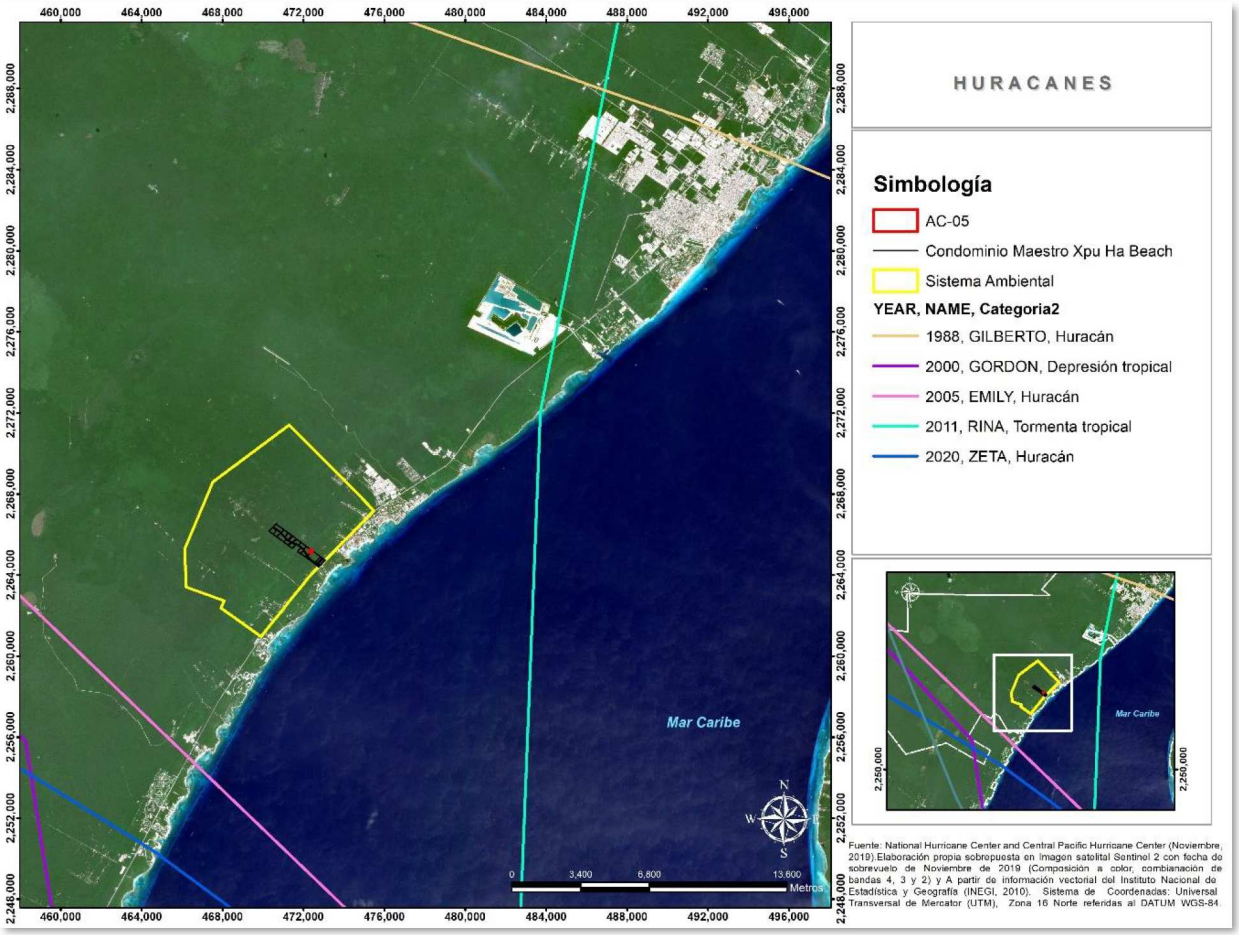


Figura 5. Trayectorias de los principales eventos hidrometeorológicos que han impactado la zona.

Los Nortes son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo.

Las suradas o suestes son tormentas que se desplazan con dirección al norte y afectan principalmente la costa con vientos fuertes generalmente acompañados de precipitación abundante.

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical, surada o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo y contribuyen al proceso de erosión de las playas en el Estado. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas además se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

3.1.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

Las características geológicas y la evolución del estado de Quintana Roo están estrechamente relacionadas con la historia de toda la península de Yucatán. La composición geológica superficial consiste en rocas sedimentarias (carbonatos autogénicos y anhidritas).

Es importante mencionar que la península se formó por sedimentación calcárea, encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Las unidades litológicas del estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este se van haciendo más jóvenes.

La litología del estado está formada principalmente por calizas, yesos, margas y dolomitas, de una edad que varía del Terciario al Cuaternario, predominando las calizas en el Terciario. Específicamente para el área de estudio, se tiene una geología de origen Neógeno, dentro de la época del Plioceno el tipo de roca es de clase sedimentaria y tipo caliza.

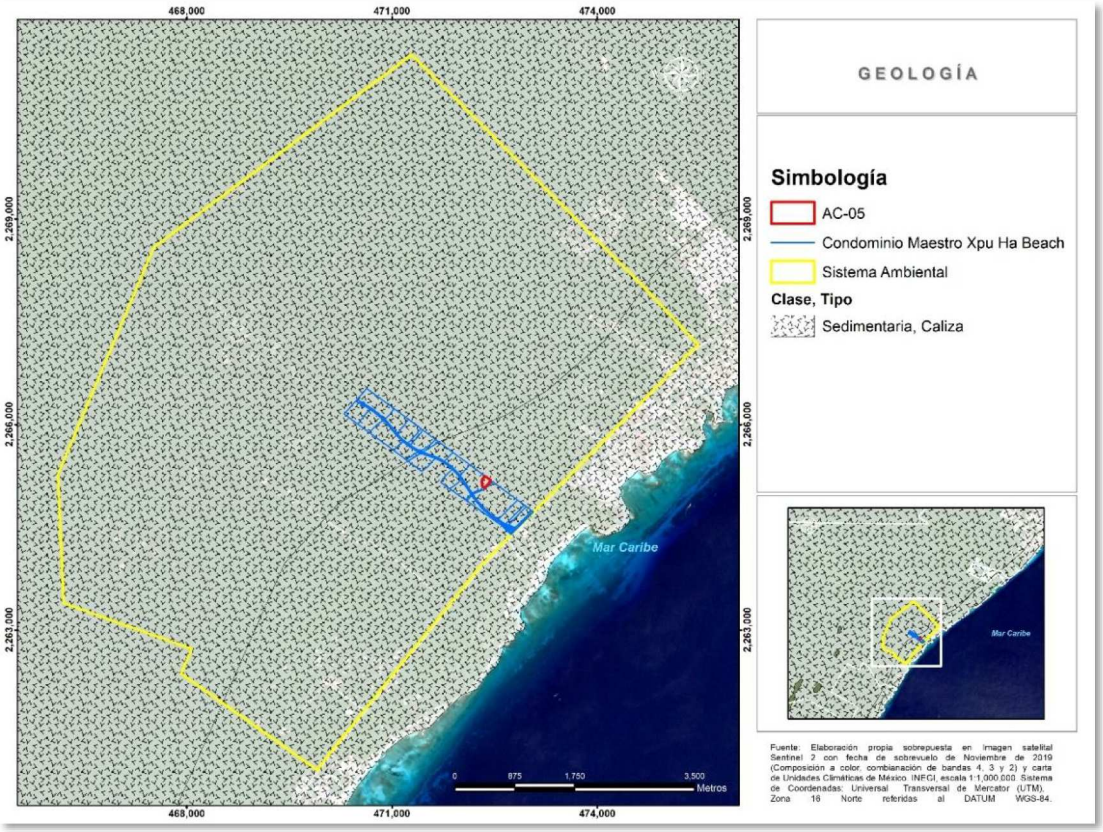


Figura 6. Se muestra la vinculación del SA con la Carta de Geológica.

3.1.4 EDAFOLOGÍA.

De acuerdo con el INEGI (2007), en México existen 26 de los 32 grupos de suelo reconocidos por el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS, 2007). Dominan los Leptosoles (28.3% del territorio), Regosoles (13.7%), Phaeozems (11.7%), Calcisoles (10.4%), Luvisoles (9%) y Vertisoles (8.6%) que, en conjunto, ocupan 81.7% de la superficie nacional (SAMARNAT, S/F)[3]

Lo mencionado anteriormente se muestra en la siguiente figura.

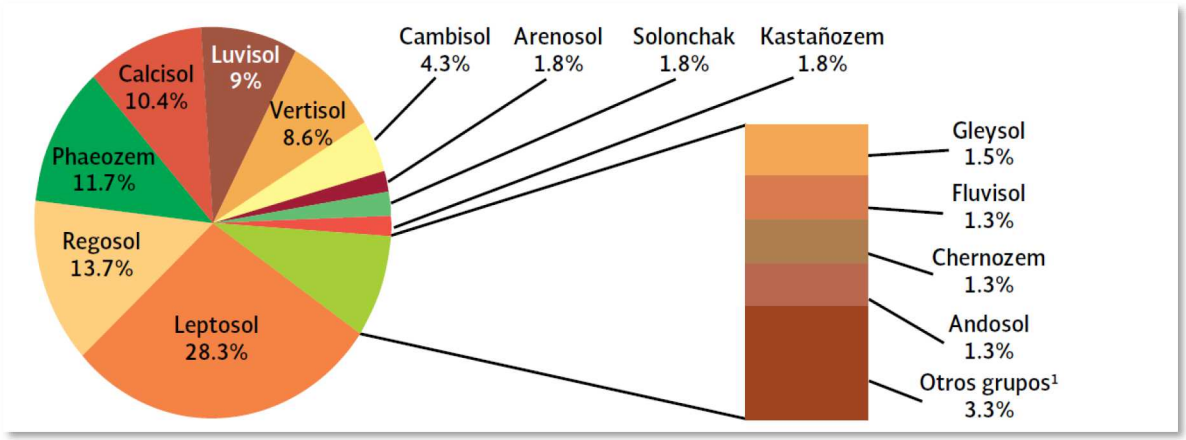


Figura 7. Superficie relativa de los principales grupos de suelo en México.

El municipio de Solidaridad en la mayor parte de su superficie presenta suelo de tipo Litosol como suelo primario. Con base a esta clasificación de suelo se puede observar que en el sistema ambiental se encuentran suelos tipo leptosoles, como se muestra a continuación (Figura 19).

[3] SEMARNAT. S/F. **Suelos de México**.
<<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap3_suelos.pdf >>

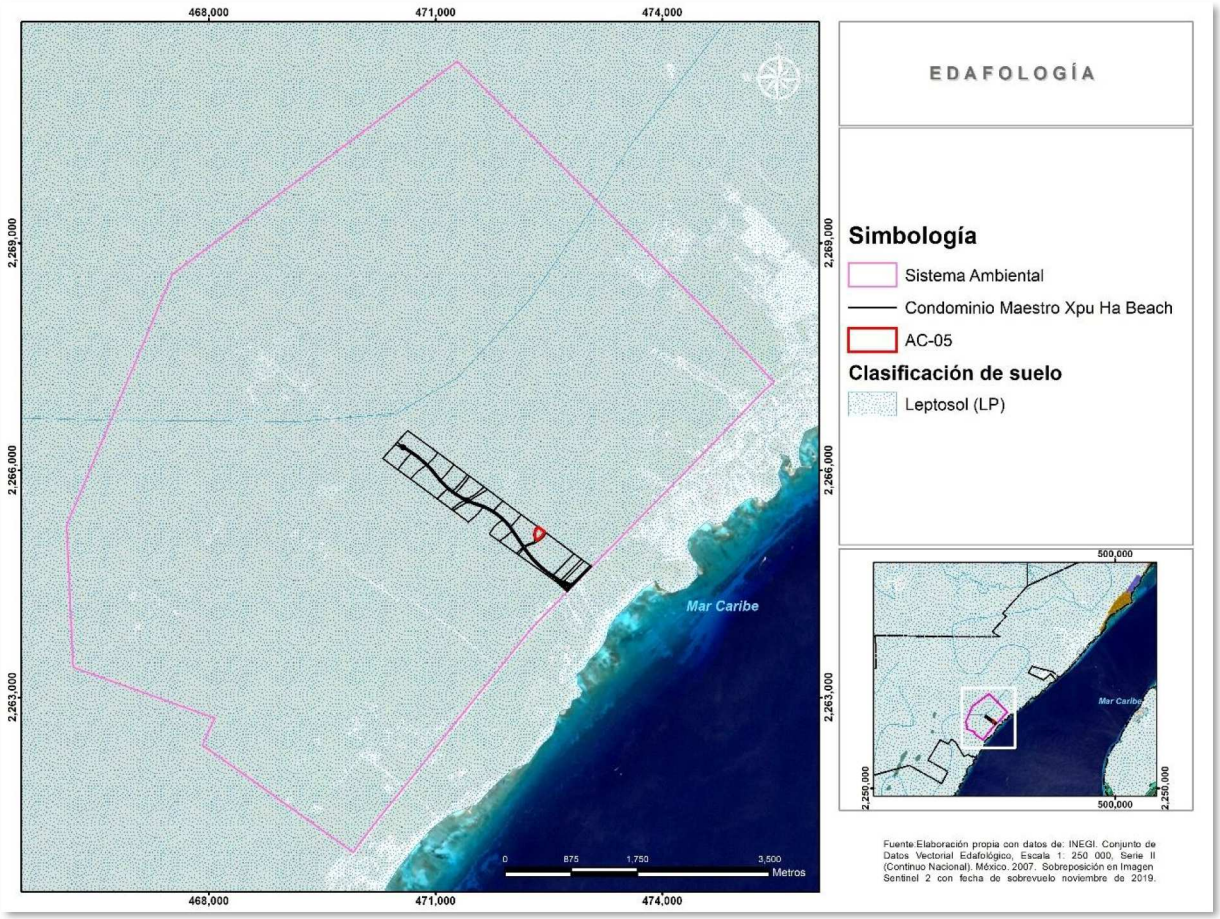


Figura 8. Se muestra la vinculación del SA con las Carta Edafología del INEGI.

Cuadro 2.Definición de los tipos de suelos presentes en el sistema ambiental, de acuerdo con la Guía para la interpretación de Cartografía. Edafología. Escala: 1:250 000. Serie II[4].

Símbolo	Unidad	Definición de unidades dominantes
LP	Leptosol	Del griego teptos, delgado. Del griego Lithos, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos fueron el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.

[4] INEGI. 2011. **Guía para la interpretación de cartografía: edafología: escala 1:250,000: Serie II**. – México.

Para la caracterización de los tipos de suelo del SA del proyecto, se utilizó la cartografía edafológica del INEGI escala 1: 250,000 Serie II, por lo que se determinó que en el SA convergen un tipo de suelo, Leptosol. Cubriendo así el 100% de la superficie.

3.1.5 HIDROLOGÍA.

La Península de Yucatán forma parte de la Región Hidrológica 32, está integrada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, y se ubica al sureste de la República Mexicana. La superficie total de los estados de la Península de Yucatán, equivale a 141,523 km^2 de los cuales el 37% corresponde a Campeche, el 36% a Quintana Roo y el 28% a Yucatán.

En cuanto a las cuencas, el SA se ubica en la Cuenca 32A Quintana Roo, la cual ocupa 31 % de la superficie estatal e incluye prácticamente toda la zona norte del estado, así como las Islas Cozumel, Mujeres y Contoy; recibe una precipitación anual que va desde 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca, presentando un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la porción continental, excepto las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos; tiene como límites, al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la división con la RH33 que coincide aproximadamente con el paralelo 20 de latitud Norte y al Oeste con el límite de Yucatán. En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté. La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002)[5]. De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33[6], la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas: “a” Benito Juárez; “b” zona continental de Isla Mujeres; “c” Lázaro Cárdenas; “d” Solidaridad; “e” Tihosuco; y la “f” Isla Cozumel. A nivel de Subcuenca el SA y área de estudio se encuentra ubicado en la Subcuenca “a” Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 ha (Presidencia Municipal 2008-2010)[7].

Hidrología Subterránea.

En el estado de Quintana Roo, el 80% de la precipitación anual que se registra se infiltra en el suelo entre las grietas de la masa rocosa. De éste, el 72.2% del agua infiltrada (unos 35,000 mm^3/año) es retenida por las rocas que se encuentran arriba

[5] SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p.
[6] SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.
[7] Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).

de la superficie freática y posteriormente es extraída por la transpiración de las plantas, el otro 27.8% constituye la recarga efectiva del acuífero, unos 13,500 mm³.

En lo referente a la dirección del flujo subterráneo, este se da de poniente a oriente, aflorando en el mar. Los cambios del nivel base del flujo, generan diferentes zonas de carstificación y propician mayor desarrollo del carst en los materiales más antiguos y hacia niveles más profundos. El movimiento del agua en el subsuelo se manifiesta también en su componente horizontal en la porción superficial del acuífero, sobre todo hacia las franjas costeras, en donde la traza de la interface salina presenta un movimiento estacional de varios kilómetros.

A diferencia de los acuíferos en medios granulares, en donde la "intrusión salina" es un proceso irreversible, en el caso de un medio cárstico como el que presenta la Península de Yucatán, la intrusión salina es un proceso reversible, con invasiones entre 10 y 20 km tierra adentro durante el estiaje, para retornar hacia las costas durante la temporada de lluvias.

En los acuíferos cársticos de la península, el frente de intrusión de agua salada marina experimenta cambios transitorios, bajo la influencia de patrones estacionales de recarga (lluvia-sequía), movimiento de las mareas (bajamar-pleamar) y fluctuaciones del nivel freático por el bombeo, entre otros.

El acuífero más importante se encuentra en las capas calizas y se clasifica como un acuífero cárstico de tipo libre, en donde los niveles del manto freático varían algunos centímetros entre las épocas de lluvias y secas; presenta niveles estáticos de casi 5 m en una franja de 15 km de ancho paralela a la costa (Figura 9).

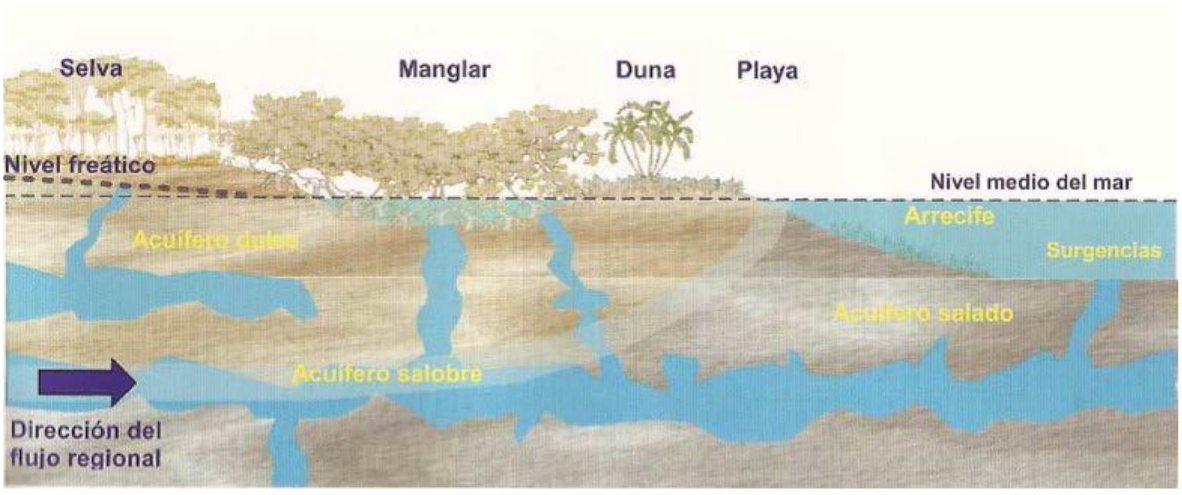


Figura 9. Representación esquemática del flujo subterráneo del agua en la zona costera de Quintana Roo.

De acuerdo con el INEGI, el predio donde se localizará el proyecto, se encuentra en una unidad geo hidrológica clasificada como material consolidado con posibilidades altas (Figura 10).

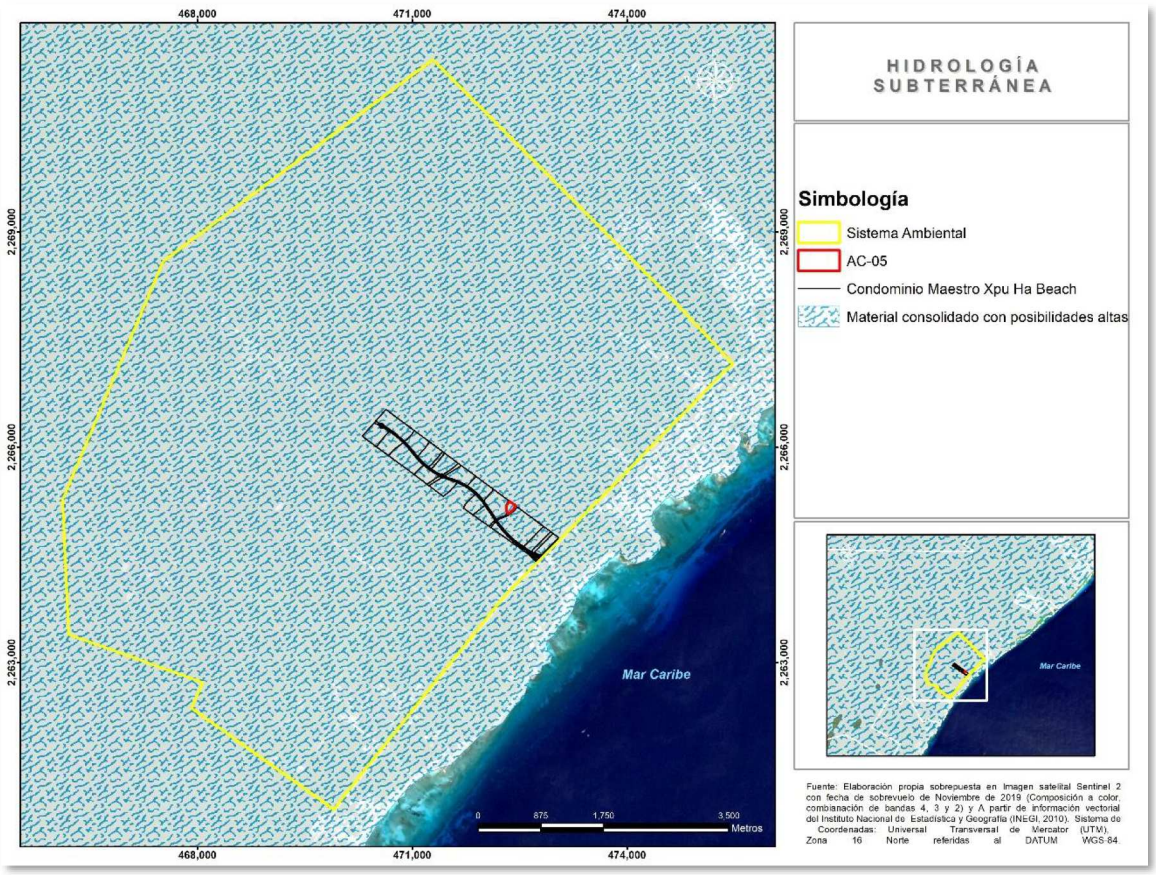


Figura 10. Hidrología subterránea del área de estudio.

Hidrología Superficial.

Tal como se presenta en gran parte del Norte de la Península de Yucatán, el predio de estudio presenta características cársticas, lo que permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales (Gutiérrez y Cervantes, 2008)[8]. Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en el predio fueron de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno (Figura 11).

[8] Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. 2008b. Estudios Realizados en el Acuífero Norte de Quintana Roo, México, p9-35. En Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. (Eds) Estudio Geohidrológico del Norte de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

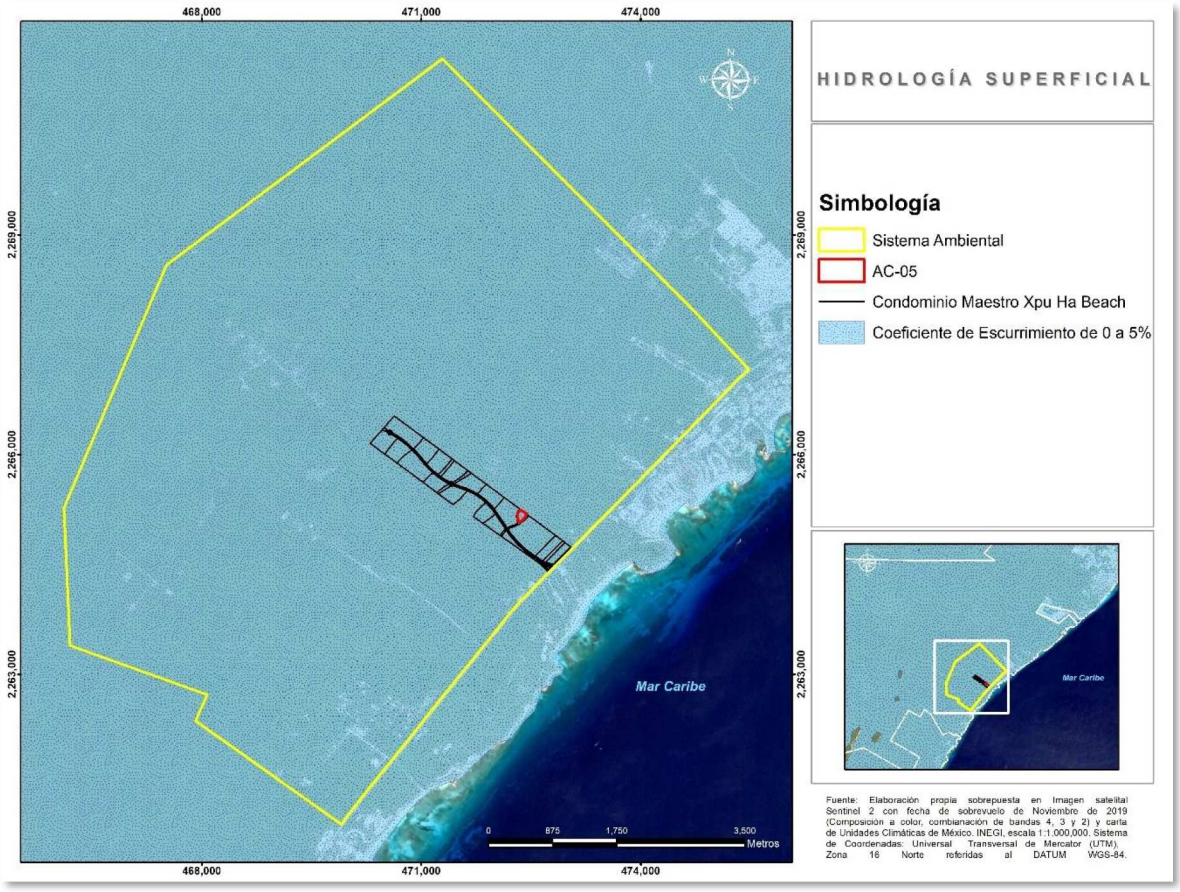


Figura 11. Hidrología superficial del área de estudio.

Dicha área se caracteriza por la carencia de corrientes superficiales de agua debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve ligeramente plano que presenta alta permeabilidad. Al no existir flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se pierde por evapotranspiración, se filtra al suelo, produciendo una saturación de las capas superficiales y por consiguiente su incorporación al acuífero subterráneo.

3.2 SISTEMA AMBIENTAL TERRESTE: MEDIO BIÓTICO.

En este apartado se describen los aspectos bióticos que interactúan dentro del Sistema Ambiental definido para el Proyecto “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu–Ha Beach”.

3.2.1 TIPOS DE VEGETACIÓN.

Las condiciones de la vegetación en el sistema ambiental delimitado para el proyecto se presentan en la siguiente figura, donde de acuerdo con la Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación (INEGI, 2017), la mayor parte del sistema ambienta está cubierta por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un porcentaje de ocupación de 86.20%, seguido

de vegetación de selva mediana subperennifolia con un porcentaje de ocupación de 11.02%, finalmente en menor proporción por asentamientos humanos con un porcentaje de ocupación de 2.78%.

Cuadro 3. Superficies de las coberturas vegetales y usos de suelo existentes en el sistema ambiental. Fuente: INEGI, 2017.

Uso de suelo y vegetación	Superficie (m^2)	Superficie (Ha)	%
Vegetación			
Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subperennifolia	46,449,846.82	4,644.98	86.20
Selva Mediana Subperennifolia	6,086,449.99	608.64	11.02
Subtotal	**52,536,296.81**	**5,253.62**	**97.22**
Otros usos			
Urbano Construido	1,294,078.91	129.41	2.78
Subtotal	1,294,078.91	**129.41**	**2.78**
Total	**53,830,375.72**	**5,383.03**	**100**

De acuerdo con la carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie V del INEGI, el predio presenta vegetación secundaria arbustiva derivada de selva mediana subperennifolia (Figura 12), misma que dicha cartografía e institución describen como:

- Vegetación arbórea y arbustiva con desarrollo secundario: Esta vegetación es extensa en el estado, en zonas donde la vegetación natural de selva (en sus tres niveles de altura), ha sido reemplazada por áreas de vegetación alterada y en distintos grados de recuperación, la cual en la gran mayoría de los casos alcanza la misma altura (8 a 14m), y composición florística semejantes a las de la vegetación de selva baja Subcaducifolia, por esta razón la vegetación con desarrollo secundario en muchas ocasiones es inadecuadamente identificada. Las causas que han afectado a la vegetación son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales como es el impacto de huracanes, a la presencia de incendios, o bien, zonas desmontadas con fines agrícolas, pecuarios o desmontes furtivos que han quedado en abandono y en las que no se lleva a cabo ninguna actividad productiva. Otra de las actividades que promueve la formación de acahuales es el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación.

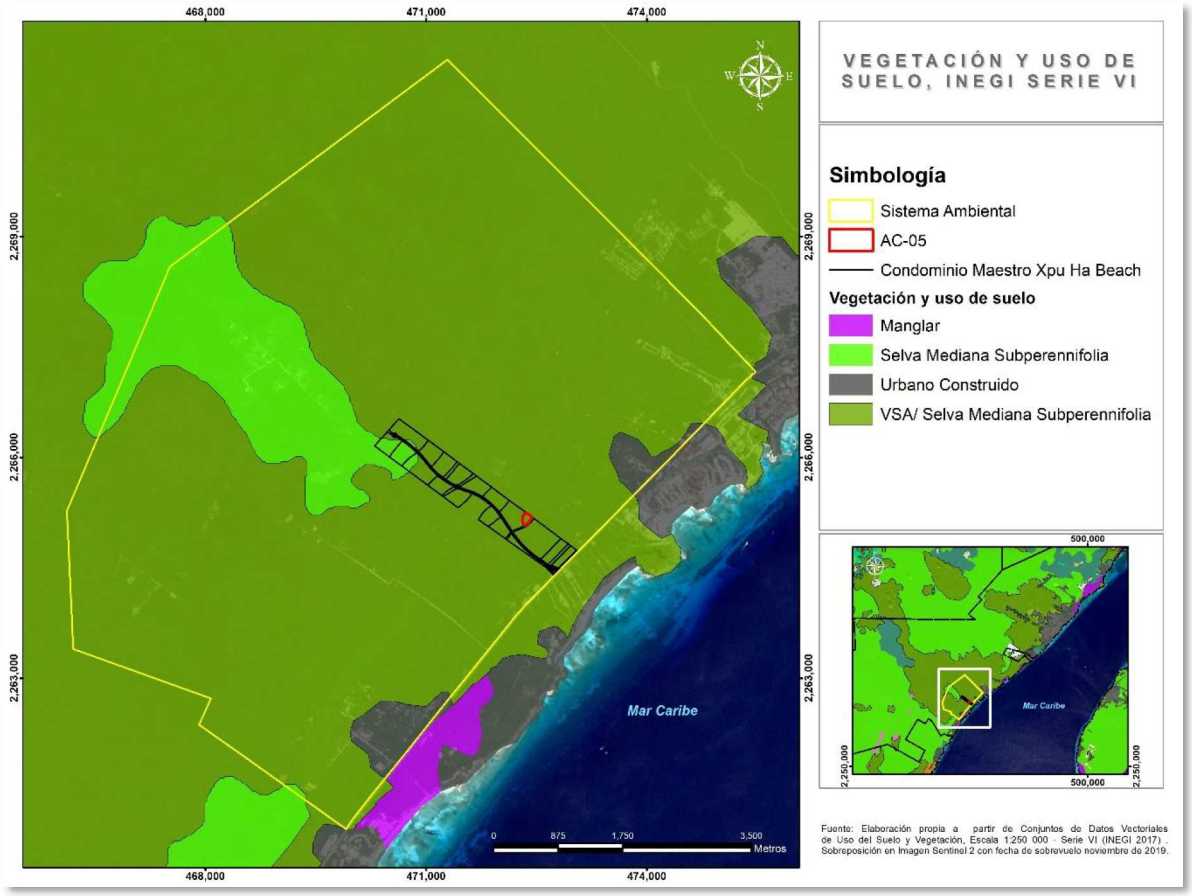


Figura 12. Se muestra los usos de suelo y vegetación del SA conforme a la carta del INEGI serie VI.

Ahora bien, los resultados de interpretación de la Serie VI del INEGI (2017) muestran a grandes rasgos las condiciones de la vegetación, sin embargo, debido a la escala (1:250,000) utilizada por la institución no se visualiza a detalle otras coberturas.

Por este motivo, por medio del uso de imagen satelital Sentinel 2 se prosiguió a caracterizar el sistema ambiental a una escala menor para identificar todas las coberturas posibles presentes en él.

La imagen satelital utilizada que corresponde a Sentinel 2 está compuesta por 8 bandas, en cada una se pueden visualizar diferentes coberturas. Las ocupadas para esta caracterización fueron las bandas 4, 3 y 2 con fecha de sobrevuelo de noviembre de 2019.

A continuación, se presenta el resultado de la caracterización del sistema ambiental.

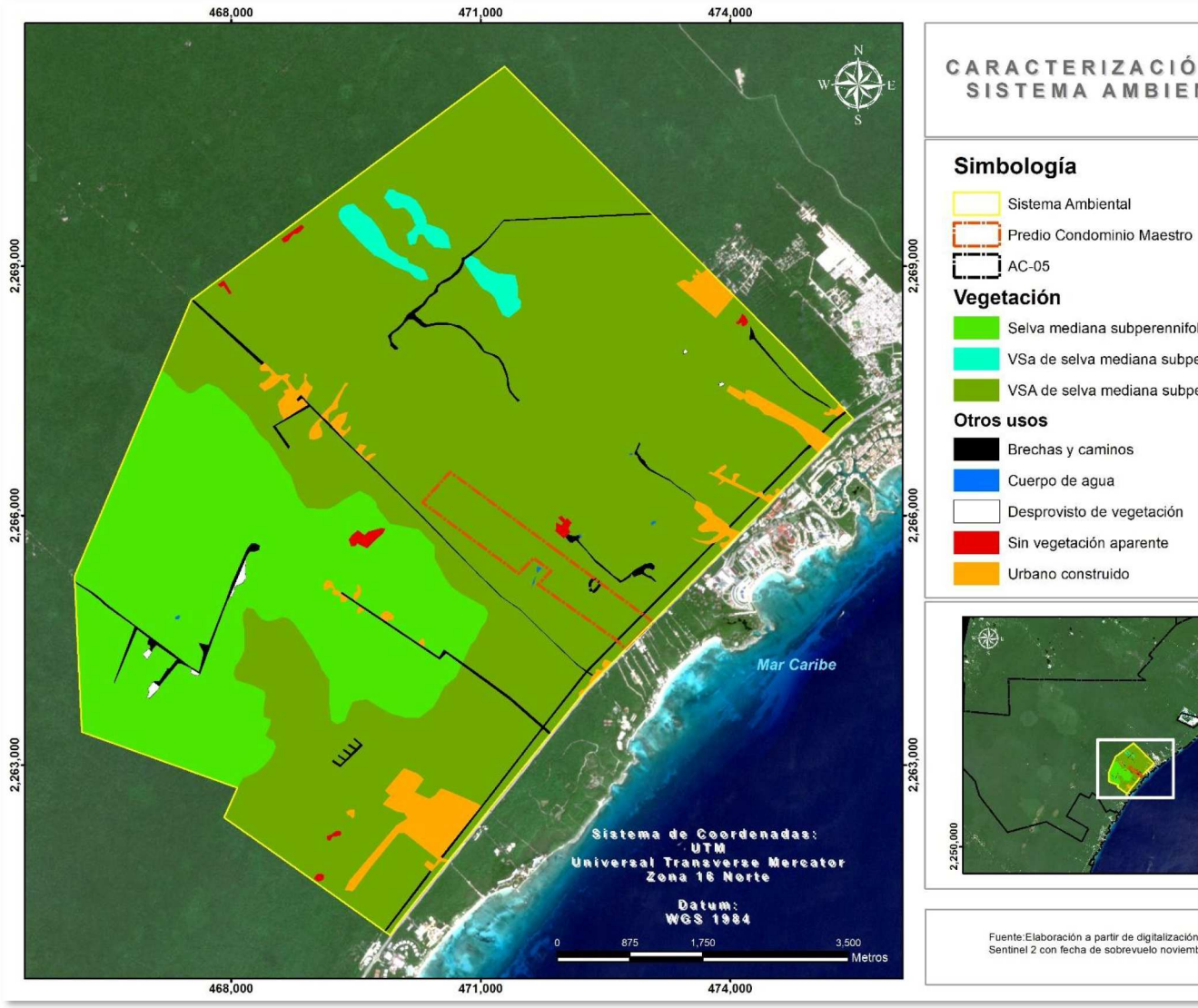


Figura 13. Carta de uso de suelo y vegetación elaborado a partir de la fotointerpretación.

Se observa que en coberturas de vegetación la que presenta mayor porcentaje de ocupación en el sistema ambiental corresponde a la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un 68.84%, seguido de la vegetación de selva mediana subperennifolia con 24.87% y en menor proporción la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con 1.25%. En otros tipos de coberturas la que presenta mayor porcentaje de ocupación corresponde al uso urbano construido con 3.12%, seguido de brechas y caminos con 1.54%, áreas sin vegetación aparente con 0.26%, áreas desprovistas de vegetación con 0.11% y finalmente cuerpos de agua con 0.01%.

Las superficies de la caracterización del sistema ambiental se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Superficies de las coberturas vegetales y usos de suelo existentes en el sistema ambiental de acuerdo a caracterización.

Uso de suelo y vegetación	Superficie (m^2)	Superficie (Ha)	%
Vegetación			
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	37,058,830.26	3,705.88	68.84
Selva mediana subperennifolia	13,387,597.36	1,338.75	24.87
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	673,644.39	67.36	1.25
Subtotal	**51,120,072.01**	**5,111.99**	**94.96**
Otros usos			
Urbano construido	1,678,267.4	167.83	3.12
Brechas y caminos	829,883.02	82.98	1.54
Sin vegetación aparente	138,537.21	13.85	0.26
Desprovisto de vegetación	57,957.28	5.80	0.11
Cuerpo de agua	5,658.80	0.57	0.01
Subtotal	**2,710,303.71**	**271.03**	**5.04**
Total	**53,830,375.72**	**5,383.03**	**100.00**

A pesar de que la vegetación en el sistema ambiental se encuentra en un grado de conservación medio, esta ha sido fragmentada por los caminos y brechas que van en dirección Este-Oeste partiendo del límite Este del SA (que a la vez corresponde a la Carretera Federal N° 307).

Las principales acciones antropogénicas y de conservación que se identifican a nivel del sistema ambiental son las siguientes:

Vías de comunicación: En este rubro se puede señalar como principal la Carretera Federal N° 307; con dirección al Oeste se pueden identificar las brechas y caminos identificados en la caracterización. Las brechas se tratan de líneas de alta tensión

de la CFE y los caminos conducen a comunidades rurales y a hoteles. A continuación, se presente las principales vías de comunicación.



Figura 14. Carretera federal N° 307

Brechas y caminos: Las que fueron identificados se encuentran en dirección Oeste partiendo de la Carretera Federal N° 307, algunas se muestran en las siguientes imágenes.



Figura 15. Brechas y caminos identificados en el SA.

Urbano construido: De acuerdo con la definición del INEGI Serie VI, este uso corresponde a conglomerados demográficos, considerando dentro del mismo los elementos naturales y obras materiales que lo integran. En el sistema ambiental se identifican: Fraccionamiento Residencial Taema, Ecopark Kantun-Chi, Residencial San Josecito, Hotel Ceiba Maya y Hotel Akumal, así como zonas rurales ubicados en el centro del sistema ambiental.



Figura 16. Entrada a Ecopark Kantun-Chi.

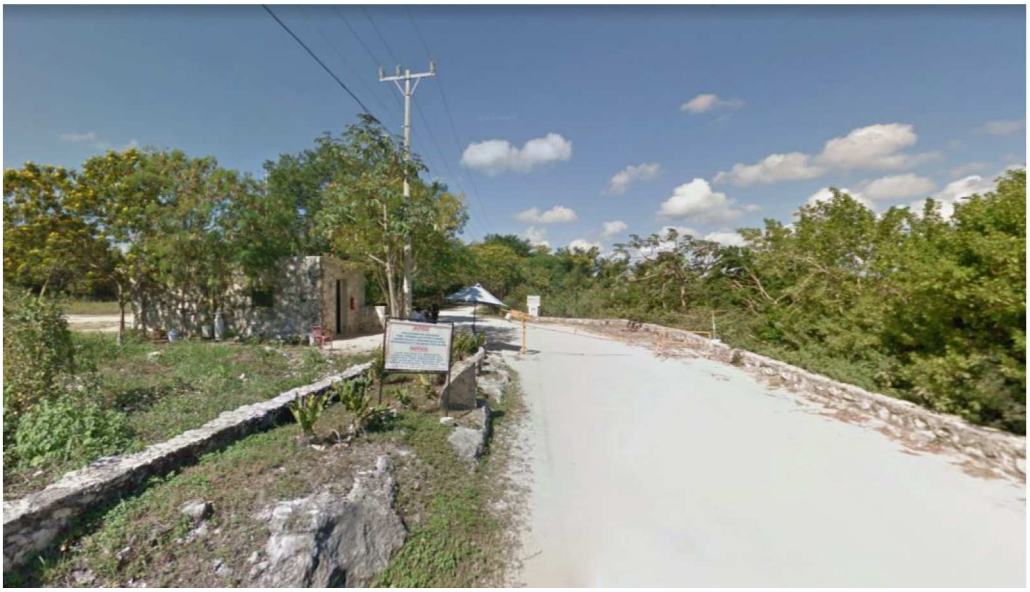


Figura 17. Entrada a Residencial San Josecito.

Vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia: Este tipo de vegetación identificado en el sistema ambiental se encuentra en medio grado de conservación debido a que como antecedentes la zona ha sufrido impacto alguno por fenómenos meteorológicos, lo que lo llevo a cierto grado de sucesión. Algunas de las especies que se encuentran en este tipo de vegetación son: *Akania belizensis* (Ik Bach), *Metopium brownei* (Chechem), *Cascabela gaumeri* (Akitz), *Plumeria obtusa* (Flor de mayo), *Plumeria rubra* (Chacniche), *Dendropanax arboreus* (Sac chacah), *Coccothrinax readii* (Nacax), *Olloschultzia pallida* (Bayal), *Sabal yapa* (Huano), *Bourreria pulchra* (Bacalche), *Cordia alliodora* (Bojon) y *Bursera simaruba* (Chacah). En la siguiente imagen se puede apreciar las condiciones de esta vegetación en el sistema ambiental.



Figura 4. Condiciones de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia.

Vegetación de selva mediana subperennifolia: Este tipo de vegetación identificado en la fotointerpretación, se puede observar que presenta un dosel bien conformado. Donde las especies que se encuentran en ella son: Chechén negro (*Metopium brownei*), Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) y Chicozapote (*Manilkara zapota*); en el arbóreo medio son abundantes el Chacá (*Bursera simaruba*), Chac ni (*Caliptranthes pallens*) y el Habim (*Piscidia piscipula*). En la siguiente figura se puede observar la condición de esta vegetación en el sistema ambiental.



Figura 5. Condiciones de la vegetación de selva mediana subperennifolia.

Cuerpos de agua: Algunos cuerpos de agua identificados en el sistema ambiental son: Jardín del Edén Cenote, Chikin-ha, Cenote Abierto y Cenote Minotauro.



Figura 6. Jardín del Edén Cenote y Cenote Abierto respetivamente.

A continuación, se muestran la ubicación del predio del proyecto, así como los desarrollos del uso urbano construido en el área de influencia:

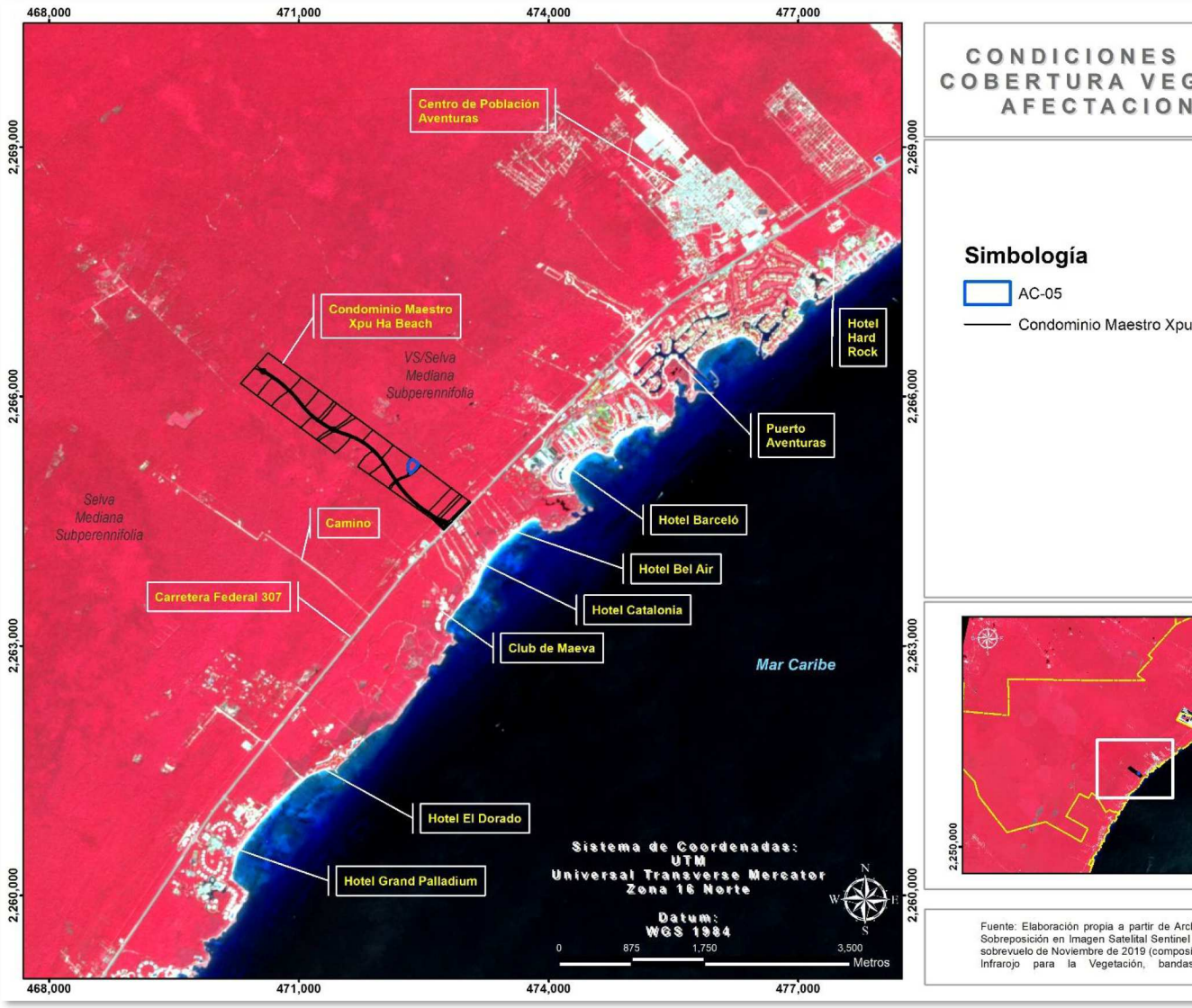


Figura 21. Infraestructura urbana que se ubica en el sistema ambiental y en sus alrededore

4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Con la finalidad de describir las características y estado de conservación de las comunidades vegetales encontradas dentro del predio, con base en diversos parámetros de su composición y estructura, se realizó un muestreo de la vegetación existente en el predio. A continuación, se procede a la descripción de los métodos de muestreo y resultados.

4.1.1 ANTECEDENTES

El predio donde pretende establecerse el proyecto forma parte del Condominio Maestro Xpu Ha Beach. El cual se encuentra en su totalidad cubierta por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.



Figura 22. Área de estudio y predio de interés.

Para el estudio de vegetación se consideró en su totalidad el predio del Plan Maestro (136.33 ha), al que llamaremos como área de estudio del proyecto.

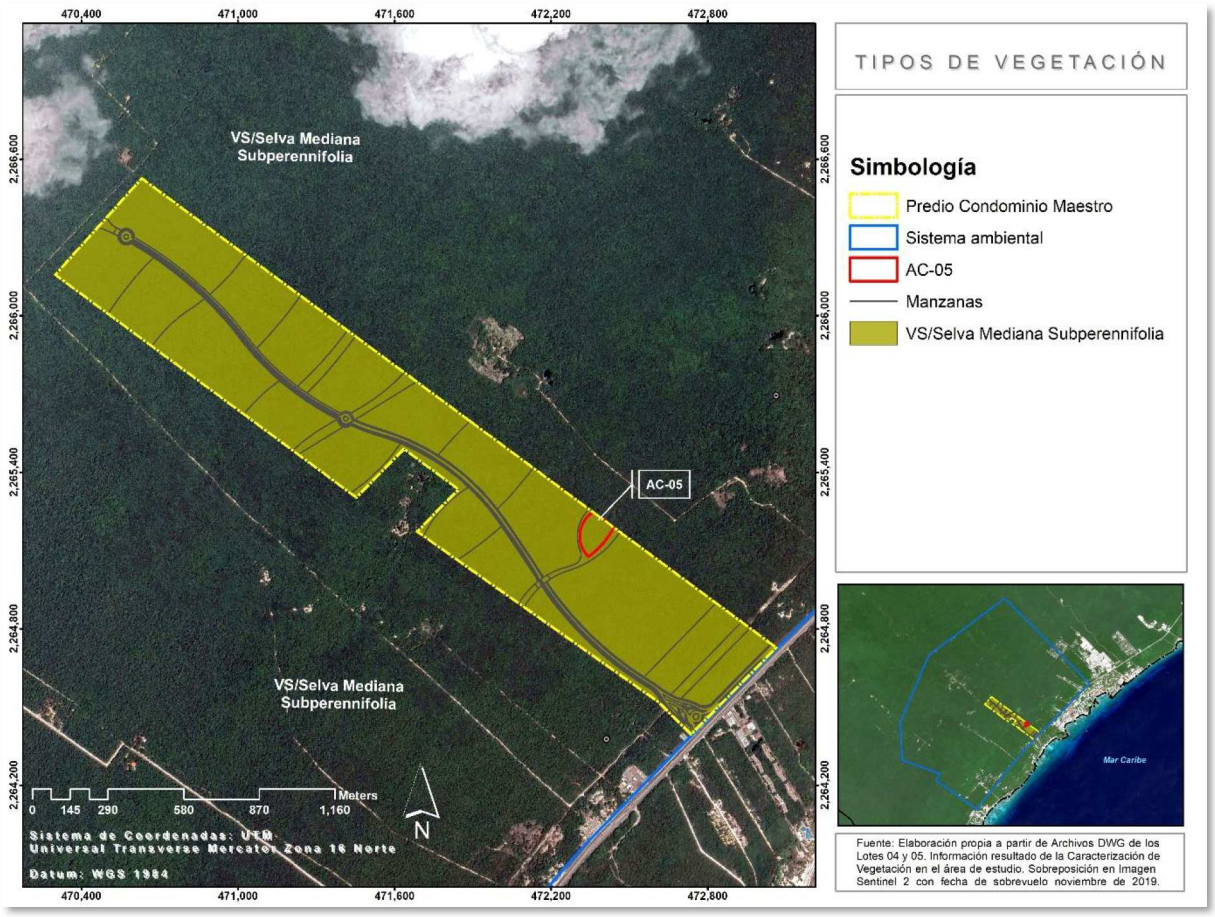


Figura 23. Tipos de vegetación presentes en el predio del proyecto.

4.1.2 OBJETIVOS.

General

Realizar una caracterización vegetal del área de estudio, con el fin de documentar e integrar la información relativa a la diversidad vegetal del sitio. Dicha información será la base técnica para generar e implementar acciones de desarrollo y conservación en el predio y su área de influencia.

Particulares

• Elaborar el mapa de vegetación del predio.

• Describir la estructura y composición de las comunidades vegetales identificadas en el predio.

• Registrar la presencia de especies con estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010[1].

• Realizar recomendaciones para la protección de especies en el sitio.

4.1.3 ÁREA DE ESTUDIO.

La superficie del área de estudio, está conformada por un polígono en particular, la superficie que presenta el área es de 13,141.84 m^2, ubicada en la Ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Los vértices que la conforman se enlistan en el siguiente cuadro según plano topográfico (Figura 7).

Cuadro 5. Cuadro de construcción del área de estudio

Vértice	X	Y
1	472360.3103	2265247.1666
2	472439.2445	2265188.8035
3	472432.2705	2265175.5485
4	472416.3628	2265150.1771
5	472407.4697	2265138.1253
6	472387.9178	2265115.4429
7	472366.1803	2265094.8458
8	472342.4781	2265076.5436
9	472330.7499	2265090.0673
10	472321.3825	2265105.3216
11	472314.6266	2265121.8986
12	472309.7639	2265148.2679
13	472311.4576	2265175.0282
14	472319.6060	2265200.5739
15	472333.7203	2265223.3724
16	472352.9535	2265242.0556

[1] MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (14 de noviembre de 2019), Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Y FE de erratas a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (4 de marzo de 2020).

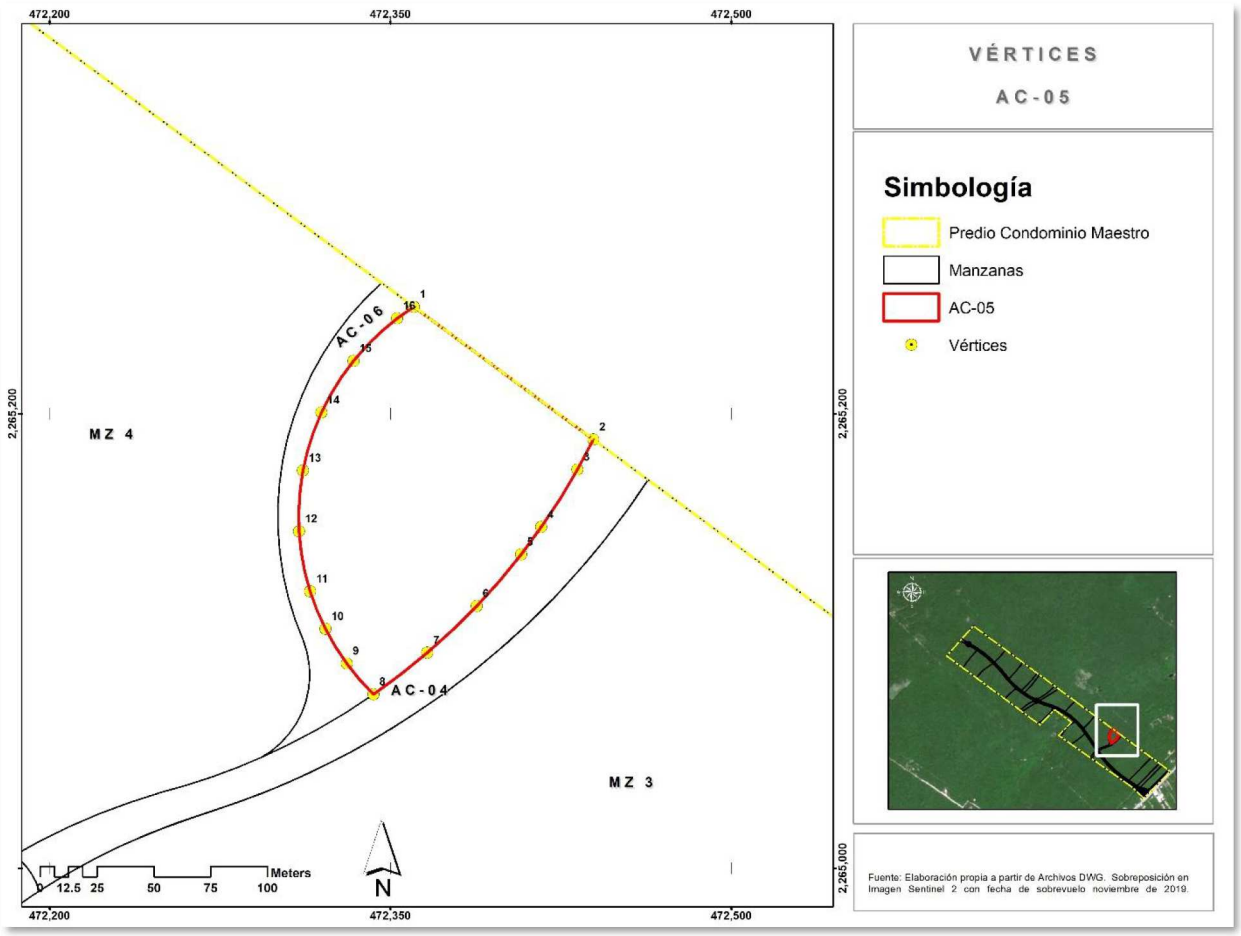


Figura 24. Ubicación del área de estudio.

4.1.4 METODOLOGIA.

En el presente estudio la caracterización dasométrica de la vegetación se llevó a cabo con base a un inventario forestal con un sistema de muestreo de tipo dirigido ya que la forma sistemática no puede ser realizada ya que en el área los predios son privados y el acceso restringido. Para determinar la estructura y composición florística se llevó a cabo por criterios fisonómicos; para ello se realizó el análisis de la carta de usos de suelo y vegetación de la Escala 1:250,000 Serie VI de INEGI. A partir de estas, se determinó la presencia de los patrones de distribución de la vegetación, mismos que fueron corroborados durante un recorrido de campo a través del cual se pudo constatar que la vegetación está compuesta por Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

Diseño de muestreo.

Se utilizaron sitios sucesivos localizados en sitios con acceso siendo las 20 unidades de muestreo de 500 m^2 que se establecieron sistemáticamente dentro del predio del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, se obtuvo una superficie total de muestreo de

10,000 m^2 que representa el 0.73% de intensidad de muestreo de la superficie del predio completo de área de estudio (136.33 ha).

Las intensidades se estimaron con la siguiente formula: IM (%) = Intensidad de muestreo (%).

$$IM\ (\%) = \left(\frac{\sup muestreada\ (ha)}{\sup total\ (ha)}\right) * 100$$

Para las unidades de 500 m^2:

$$IM(\%) = \left(\frac{10{,}000\ (m2)}{1{,}363{,}305.25\ (\mathrm{m2})}\right) * 100 = 0.73\%$$

Dónde:
IM (%) = Intensidad de muestreo expresada en porcentaje.

Los resultados de su aplicación indican que se alcanzó una intensidad de muestreo muy aceptable en todos los casos (cumple según la Ley).

Número de sitios de muestreo y su distribución

Para el levantamiento forestal se utilizó un diseño de muestreo sistemático distribuido a todo lo largo de la superficie del predio, se realizó un inventario forestal que constó de 20 unidades de muestreo general circulares de 12.62 m de radio dando una superficie de 500 m^2 para evaluar la vegetación que se presenta en el predio y por lo tanto en el área de desplante del proyecto. La información recabada del muestreo sirvió para obtener la estimación de volúmenes que se describe a continuación.

Forma de los sitios.

La forma de las unidades de muestreo fue circular la cual consistió en la siguiente manera; en una unidad de 500 m^2, (12.62 m de radio) con subunidades concéntricas de 25 m^2 (5 x 5 m) y 4 m^2 (2 x 2 m). En el círculo de 500 m^2, se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo o fuste medidos a 1.30 m del suelo (DAP) mayor a 10 cm. En la unidad de 25 m^2, se realizó el muestreo de todos los individuos de 5 a 9.9 cm de diámetro. En la unidad de 4 m^2 se registraron los individuos de la regeneración menores de 5 cm de diámetro.
En la unidad de 500 m^2 se realizó el muestreo del arbolado, marcando cada individuo con numeración seguida y obteniendo el registro de la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 m del suelo, sin importar si se encontraban deformes, torcidos o inclinados, se tomó la altura total hasta el ápice de los individuos. En las subunidades de muestreo de 25 m^2 se registró el número de individuos juveniles, así como la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 m del suelo y la altura total. Mientras que en las subunidades de 4 m^2 solo se registró el nombre de la especie y la altura de cada individuo herbáceo.

Tamaño de los sitios expresados en m².

Sitios generales para el levantamiento del estrato arbóreo con diámetros de 10 cm en adelante: Sitios de 500 m^2.

Subunidades de muestreo para el levantamiento del estrato arbustivo con diámetros de 5 cm a 9.9 cm: Sitios de 25 m^2.

Subunidades de muestreo para el levantamiento del estrato herbáceo con diámetros de 5 cm para abajo: Sitios de 4 m^2.

Variables dasométricas (Diámetro normal, altura total, etc.).

Para el levantamiento de los datos se implementaron los sitios con la siguientes características, el primero que es para el levantamiento de datos del arbolado con diámetros ≥ a 10 cm de diámetro normal y se utilizaron sitios circulares de 500 m², el segundo muestreo se realizó para el registro de datos para el estrato arbustivo donde se incluyen datos de arbolado con diámetros > a 5 cm y < 10 cm de diámetro normal, este muestreo se realizó en 25 m2 y en un cuadrado de 4 m2 se registraron las especies de regeneración dentro del mismo sitio de 500 m2.

El muestreo se llevó a cabo durante el mes de diciembre de 2018, de acuerdo a lo señalado en el manual del curso Técnicas de inventarios forestales aplicados en selvas tropicales (curso-taller de actualización para prestadores de servicios técnicos forestales), adecuándolo a las necesidades de muestreo capaz de recoger de manera eficiente características determinantes de los ecosistemas forestales tales como composición, estructura de tamaños, estratificación vertical, proporción de claros que presenta el dosel, presencia de grandes árboles aun cuando aparecen en baja densidad, además de otras fuentes importantes de heterogeneidad relacionadas al estado del suelo y la presencia sobre él de materiales diversos. Muchos de estos elementos se escapan del muestreo cuando este se realiza a partir de parcelas de mayor o menor tamaño.

Las zonas de estudio se han distribuido de manera que abarquen los principales tipos de masas forestales presentes en el área forestal del predio.

Levantamiento de datos del arbolado con diámetros mayores a 10 cm.

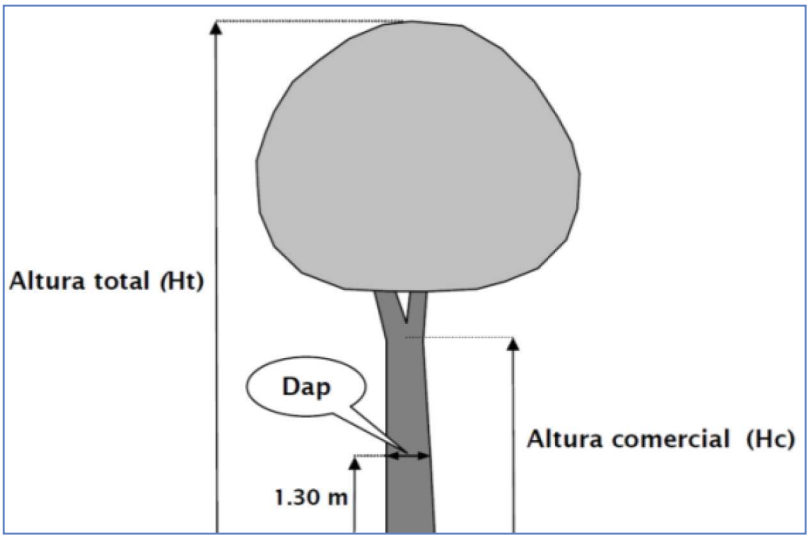
Con base en los recorridos de campo y las necesidades de información que se incluirán en el análisis para poder proyectar los resultados del inventario forestal, se consideró económicamente óptimo, el registro de datos a partir de 10 en los sitios de 500 m^2.

Variables levantadas.

En cada sitio levantado se registró la siguiente información:

- Número de sitio. Esta asignación se llevó a cabo sobre los planos, y durante los trabajos de campo: se localizaba el punto realizando brechas de sitio a sitio, se utilizaron las brechas topográficas del predio con dirección de Norte - Sur, una vez en el sitio se delimitaba y se le colocaba una marca en un árbol donde se indicaba el número de sitio.
- Número de árbol.- Se tomaron los datos, iniciando del centro del sitio que fue georreferenciada hacia el norte, posteriormente en sentido de las manecillas del reloj, asignándole un número consecutivo a cada ejemplar encontrado.
- Especie. - Se anotó el nombre común de cada especie.
- Diámetro Normal (DN).- Se utilizó una cinta diamétrica para la medición del diámetro de árboles en pie, se tomó de acuerdo a los estándares mundiales que se establecen a 1.30 m del suelo.
- Altura Total (AT). - Con la ayuda de un clinómetro graduado métricamente a cada 10 cm, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.

Identificación de árboles muertos en pie, descopados, quebrados o con heridas que sean visibles en el sitio.



Levantamiento de datos del arbolado de regeneración con diámetros de 5 a < 10 cm.

Como arbolado arbustivo se reconoce a todos los individuos que tienen diámetros entre los 5 y < 10 cm de DAP como mínimo, este registro nos permite obtener datos de número de arbolado y área basal para la categoría diamétrica de 5 cm. En esta categoría el volumen que se generará como resultado del ajuste de la curva de población, no tiene una relevancia económica significativa, pero sí permite conocer los valores económicos hablando ambientalmente.

El levantamiento de datos del estrato arbustivo se efectuó en los sitios cuadrados de 25m² partiendo del centro del sitio de 500 m², se inicia en el centro de cada sitio y se proyectan sobre la brecha en dirección de Norte hacia los 45°.

Al igual que para los sitios anteriores se realizó un levantamiento de 20 parcelas de 25m², acumulando un muestreo neto de 500 m², la homogeneidad en la presencia y características de los individuos muestreados permite obtener una información confiable de las existencias en número de árboles del estrato arbustivo.

El registro de datos de este grupo de vegetación se realizó considerando los siguientes parámetros.

- Número de línea. - Se asignaron números correlativos a las líneas de inventario, marcándolas con cinta fluorescente, al inicio de la línea, en total se enumeraron 2 líneas, con 10 sitios cada una.
- Número de sitio. - Se asignó un número correlativo a cada sitio, el cual se marcó por medio de una tarja y cinta fluorescente.
- Secuencia del registro. - El registro del arbolado arbustivo se realizó partiendo del centro de los sitios circulares que es la esquina del sitio.
- Especie. - En cada una de las filas del formato se anotan de acuerdo a su aparición, el nombre común de cada árbol se registró en base al nombre maya, asignando la palabra desconocido cuando no fue posible identificarlo al momento del registro.
- Diámetro. Este parámetro es considerado en rango diamétrico, de 5 a < 10 centímetros.
- Altura. - El parámetro de altura, únicamente se considera en la altura total del árbol.

Equipo utilizado.

Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

1. Clinómetro graduado métricamente a cada 10 cm, para medir alturas.
2. Cinta diamétrica.
3. Machete.
4. Geoposicionador satelital Garmin con una precisión de + 30 cm)
5. Cámara fotográfica digital
6. Cinta métrica de 50 m
7. Pintura en aerosol
8. Libreta de campo
9. Lápices de grafito
10. Plumones permanentes
11. Cinta naranja (flouwer)



Figura 8. Ubicación de las parcelas.



Figura 9. Delimitación y marcaje de las parcelas.



Figura 10. Levantamiento de información.





Figura 28. La cobertura del predio corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

En el área de estudio se distribuye únicamente vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Si bien la serie VI de INEGI discrimina una porción como selva mediana subperennifolia, en campo no se distingue esta diferenciación observándose grados semejantes de conservación y deterioro.

La selva mediana subperennifolia (SMQ) se caracteriza porque algunos árboles que la forman (alrededor de 25·50%) pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca. Este tipo de selva cubren áreas extensas con clima cálido (temperatura media anual superior a 20°C) y subhúmedo (precipitación anual media superior a 1,200 mm) con algunas lluvias en la temporada seca que es más marcada que en las zonas de selva perennifolia (Miranda y Hernández, 1963)2. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el estado de Quintana Roo presentándose en toda la geografía estatal.

Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y poseen gran cantidad de epífitas y bejucos. Los árboles tienen una altura de entre 15 y 25 m, con troncos menos gruesos que los de la selva alta perennifolia, aun cuando se trata prácticamente de las mismas especies. También presenta tres rangos de altura (árboles de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 20 a 30 m). Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio. Las especies representativas para este tipo de vegetación son: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* (Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*, entre otras. Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas (INEGI, 2005)3.

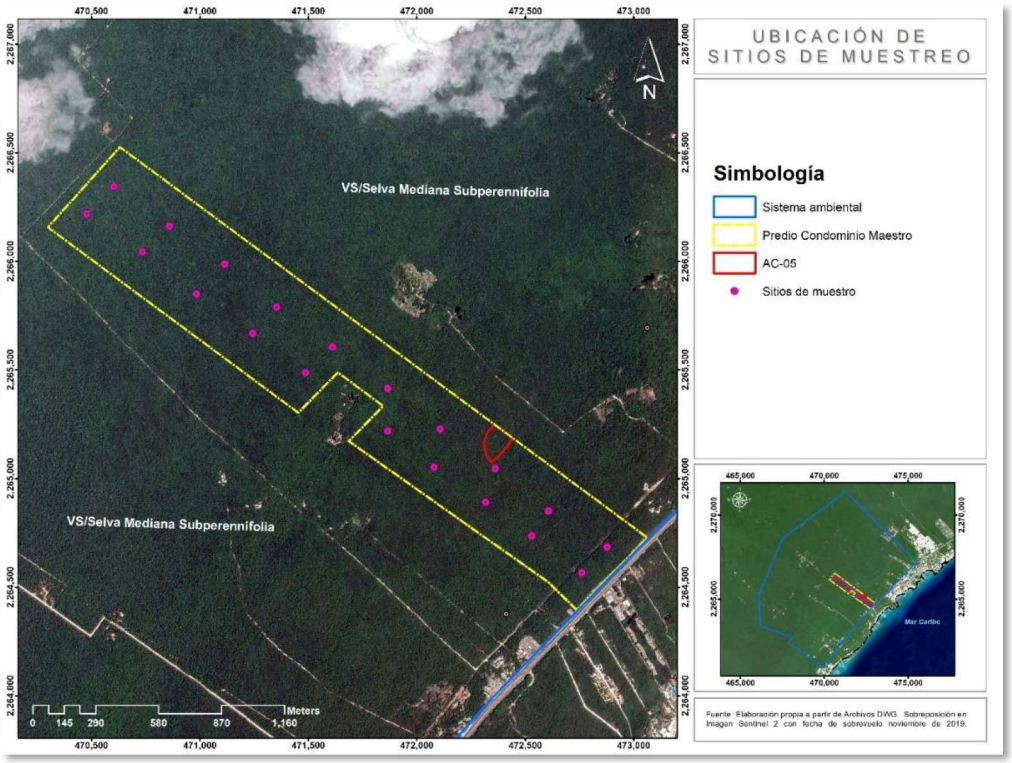


Figura 29. Distribución de sitios de muestreo de vegetación en el predio.

2 Miranda F. y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. UNAM-ENA. México, D.F.

3 INEGI. 2005. Guía para la interpretación cartográfica de uso del suelo y vegetación Serie III. INEGI, México, D.F.

4.1.5 RESULTADOS.

Análisis de la información

Una vez realizado el trabajo en campo dentro del polígono del plan maestro, el primer procedimiento a seguir es determinar si la muestra fue representativa del atributo medido de acuerdo con la metodología empleada.

CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

De acuerdo con la información de los sitios de muestreo y aplicando los modelos previamente mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados.

Estrato herbáceo

Del total de muestras, y una vez realizado el análisis en el programa Estimates se obtuvieron los siguientes datos de Chao 1 y 2, Jacknife 1 y 2, así como de Bootstrap:

Chao 1 y 2

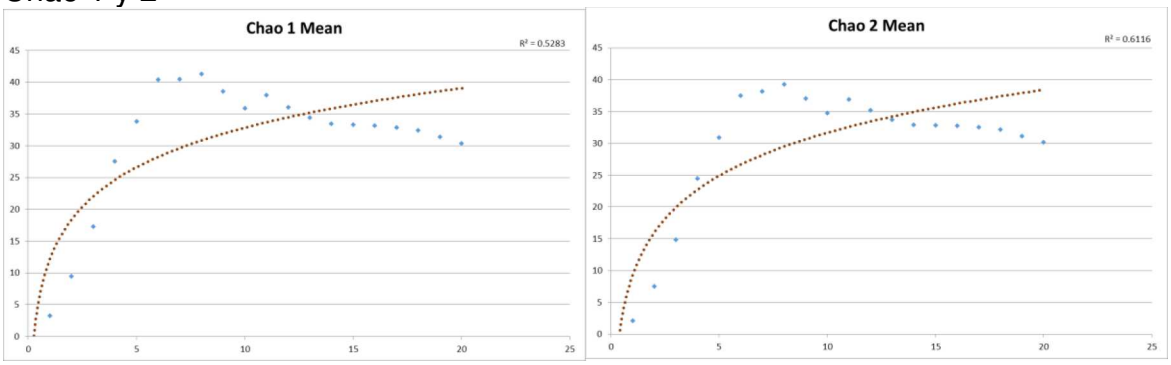


Figura 30. Gráfica de valores de Chao 1 y Chao 2

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Cuadro 1. Índices de completitud para Chao 1 y Chao 2.

Herbáceo					
	Sobs	**Singletons/Spp únicas**	**Doubletons/Spp duplicadas**	**Sest**	**Completitud**
Chao1	23	11	8	30	0.768
Chao2	23	11	8	30	0.768

Para el estrato herbáceo, dentro del AP, se reporta un total de 23 especies, de las cuales, 11 se encuentran representadas por exactamente un individuo, mientras que 8 se encuentran representadas exactamente por 2 individuos, es por ello que mediante la implementación del modelo de Chao 1 se obtuvo un porcentaje de especies registrado del 76.8%. Para el caso de Chao 2, se repite el mismo patrón que para Chao 1, con 11 especies que ocurren en exactamente un sitio de muestreo y 8 que se reportan dentro

de dos sitios de muestreo, por lo tanto, al aplicar el modelo, se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 76.8%, ambos porcentajes indican que la cantidad de sitios de muestreo empleados fue representativa.

Jacknife 1 y 2

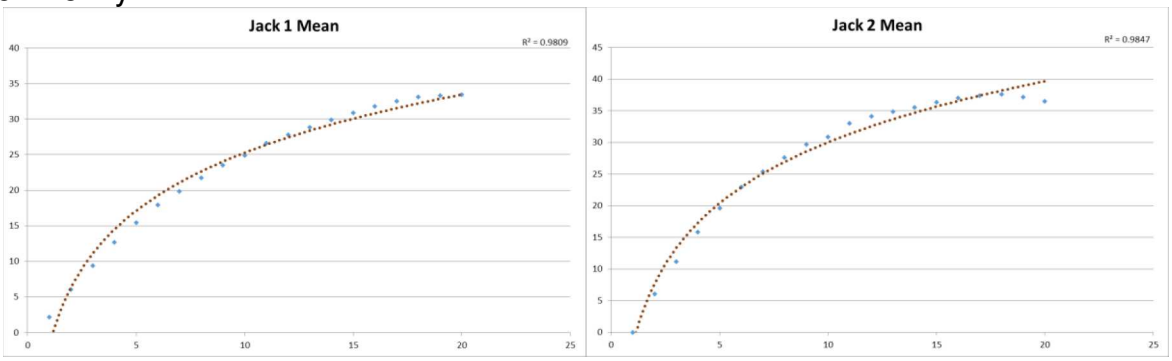


Figura 11. Gráfica de valores de Jacknife 1 y 2.

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Cuadro 2. Índices de completitud para Jacknife 1 y 2.

Herbáceo						
	Sobs	**L**	**m**	**M**	**Sest**	**Completitud**
Jack 1	23	11	20	8	33	0.688
Jack 2	23	11	20	8	37	0.630

Respecto al estimador de Jacknife 1, el cual toma en consideración la cantidad de especies que ocurren dentro de una sola muestra, se observó que 11 de las especies se reportan únicamente en un sitio de muestreo, por lo tanto, el porcentaje de especies registradas respecto a las 33 esperadas es de 68.8%. Para el caso de las especies que además ocurren en exactamente dos sitios de muestreo, se emplea Jacknife 2, con el cual se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 63%. Ambos porcentajes indican que la cantidad de sitios de muestreo empleados aún no es representativa, sin embargo, posteriormente se presenta el análisis en conjunto de los estimadores para determinar si el tamaño de muestra empleado es representativo.

Bootstrap

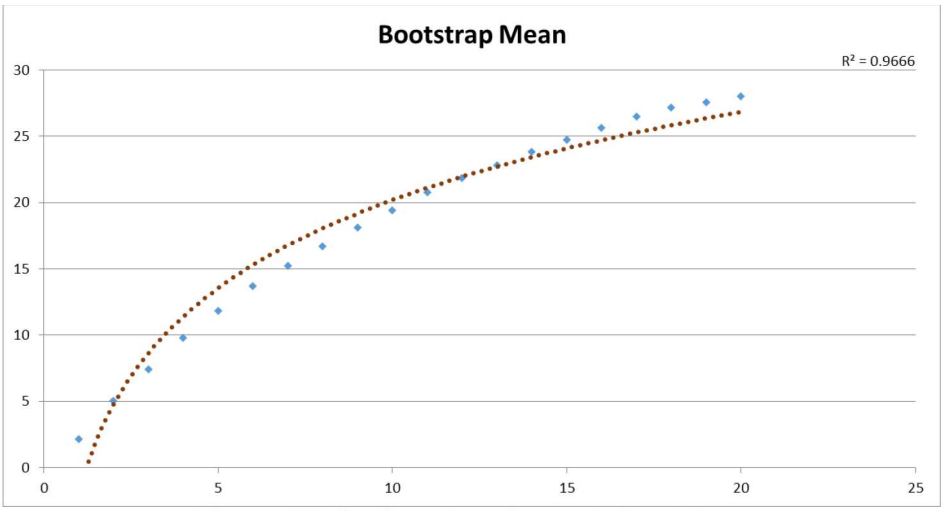


Figura 12. Gráfica de valores de Bootstrap.

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Cuadro 3. Índices de completitud para Bootstrap

Herbáceo				
	Sobs	**n**	**Sest**	**Completitud**
Bootstrap	23	20	28	0.820

Para la obtención del porcentaje de especies registradas mediante Bootstrap, se consideran las 23 especies observadas, la ocurrencia o frecuencia de cada una de ellas y los 20 sitios de muestreo levantados, mediante lo cual se obtienen 28 especies esperadas, con tal cantidad de muestras se ha registrado 82%, el cual es considerado como una muestra representativa.

Estrato arbustivo

Del total de muestras, y una vez realizado el análisis en el programa Estimates se obtuvieron los siguientes datos de Chao 1 y 2, Jacknife 1 y 2, así como de Bootstrap:

Chao 1 y 2

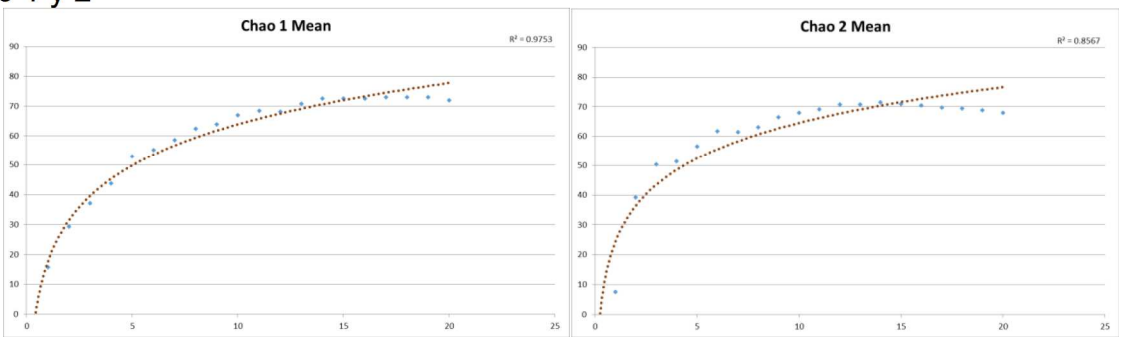


Figura 13. Gráfica de valores de Chao 1 y Chao 2.

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Cuadro 4. Índices de completitud para Chao 1 y Chao 2.

Arbustivo					
	Sobs	**Singletons/Spp únicas**	**Doubletons/Spp duplicadas**	**Sest**	**Completitud**
Chao1	54	17	8	71	0.762
Chao2	54	21	15	68	0.794

Para el estrato arbustivo, dentro del AP, se reporta un total de 54 especies, de las cuales, 17 se encuentran representas por un solo individuo, mientras que 8 de las especies presentaron exactamente dos registros, es por ello que mediante la implementación del modelo de Chao 1 se obtuvo un porcentaje de especies registrado del 76.2%. Para el caso de Chao 2, 21 de las especies inciden en exactamente un sitio de muestro, mientras que 15 ocurren en exactamente 2 sitios de muestreo, por lo tanto, al aplicar el modelo, se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 79.4%, ambos porcentajes indican que la cantidad de sitios de muestreo empleados aún es representativa de las condiciones presentes en el área del proyecto.

Jacknife 1 y 2

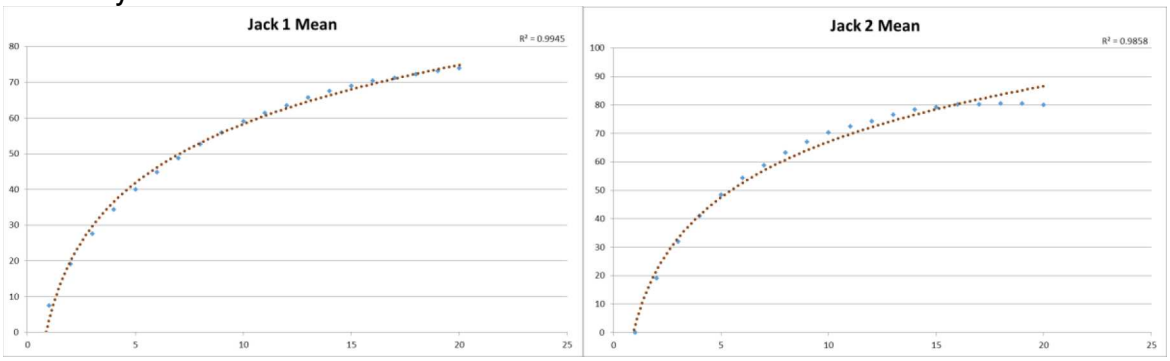


Figura 14. Gráfica de valores de Jacknife 1 y 2

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Cuadro 5. Índices de completitud para Jacknife 1 y 2.

Arbustivo						
	Sobs	**L**	**m**	**M**	**Sest**	**Completitud**
Jack 1	54	21	20	15	74	0.730
Jack 2	54	21	20	15	80	0.674

Respecto al estimador de Jacknife 1, el cual toma en consideración la cantidad de especies que ocurren dentro de una sola muestra, se observó que 21 especies se reportan únicamente en un sitio de muestreo, por lo tanto, el porcentaje de especies registradas respecto a las 74 esperadas es de 73%. Para el caso de las especies que además ocurren en exactamente dos sitios de muestreo, se emplea Jacknife 2, con el cual se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 67.4%. Para el caso del primer

estimador, el porcentaje obtenido indica que la muestra es representativa, sin embargo, para el segundo, el porcentaje obtenido es menor al mínimo aceptable, por ello, posteriormente se presenta el análisis en conjunto de los estimadores con el fin de determinar si el tamaño de muestra es representativo. Ambos porcentajes indican que la cantidad de sitios de muestreo empleados aún no es representativa, sin embargo, se está trabajando en una campaña de campo adicional, con la finalidad de que estos porcentajes se eleven y, en consecuencia, se pueda concluir que el tamaño de la muestra empleado fue representativo.

Bootstrap

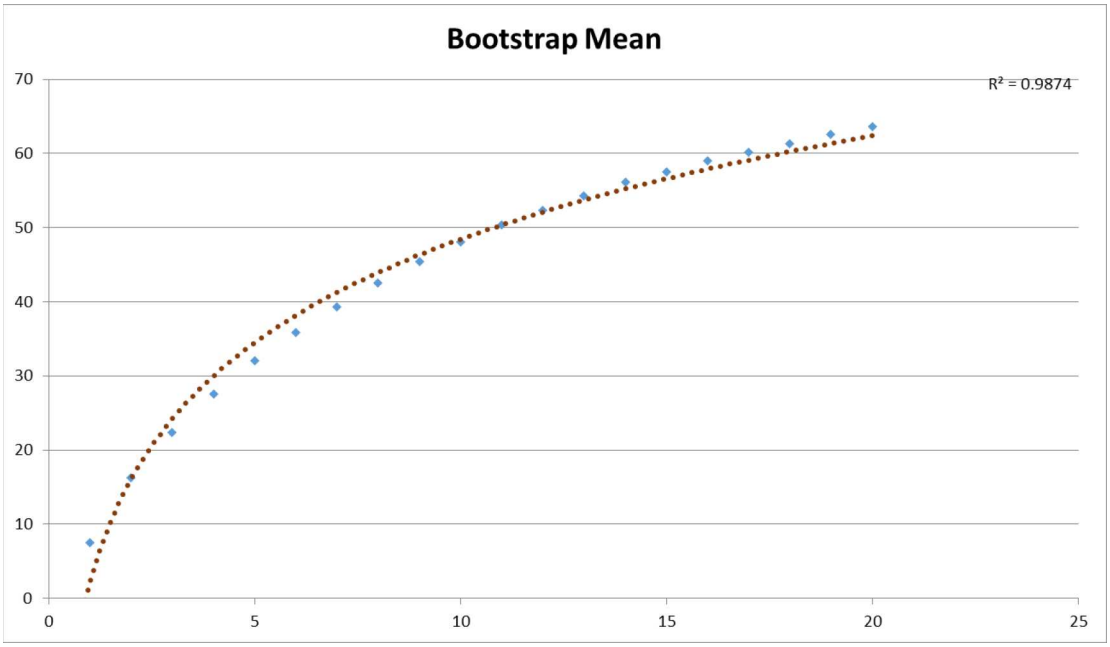


Figura 15. Gráfica de valores de Bootstrap.

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Cuadro 6. Índices de completitud para Bootstrap

Arbustivo				
	Sobs	**n**	**Sest**	**Completitud**
Bootstrap	54	20	64	0.849

Para la obtención del porcentaje de especies registradas mediante Bootstrap, se consideran las 54 especies observadas, la ocurrencia o frecuencia de cada una de ellas y los 20 sitios de muestreo levantados, mediante lo cual se obtienen 64 especies esperadas, con tal cantidad de muestras se ha registrado 84.9%, el cual se considera como una muestra representativa.

Estrato arbóreo

Del total de muestras, y una vez realizado el análisis en el programa Estimates se obtuvieron los siguientes datos de Chao 1 y 2, Jacknife 1 y 2, así como de Bootstrap:

Chao 1 y 2

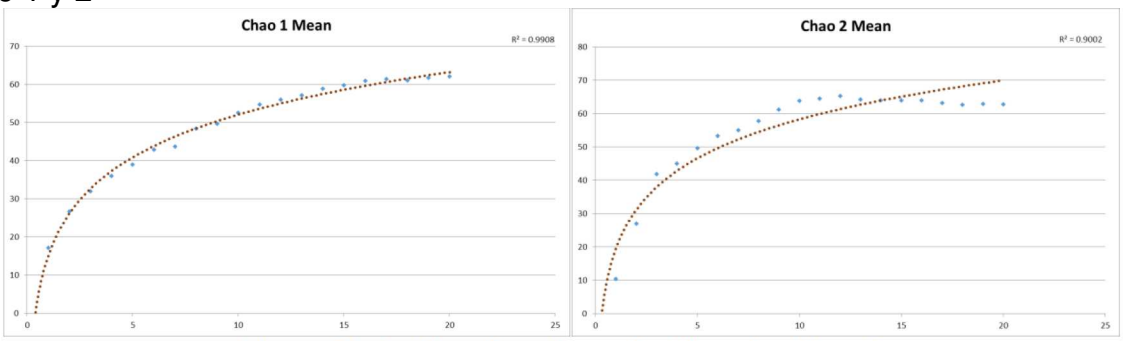


Figura 16. Gráfica de valores de Chao 1 y Chao 2

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Cuadro 7. Índices de completitud para Chao 1 y Chao 2.

Arbóreo					
	Sobs	**Singletons/Spp únicas**	**Doubletons/Spp duplicadas**	**Sest**	**Completitud**
Chao1	50	13	7	61	0.819
Chao2	50	18	12	63	0.796

Para el estrato arbóreo, dentro del predio, se reporta un total de 50 especies, de las cuales, 13 se encuentran representas por un solo individuo, mientras que 7 de las especies presentaron exactamente dos registros, es por ello que mediante la implementación del modelo de Chao 1 se obtuvo un porcentaje de especies registrado del 81.9%. Para el caso de Chao 2, 18 de las especies inciden en exactamente un sitio de muestro, mientras que 12 ocurren en exactamente 2 sitios de muestreo, por lo tanto, al aplicar el modelo, se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 79.6%. Por lo tanto, el índice de completitud obtenido para ambos estimadores es considerado como representativo.

Jacknife 1 y 2

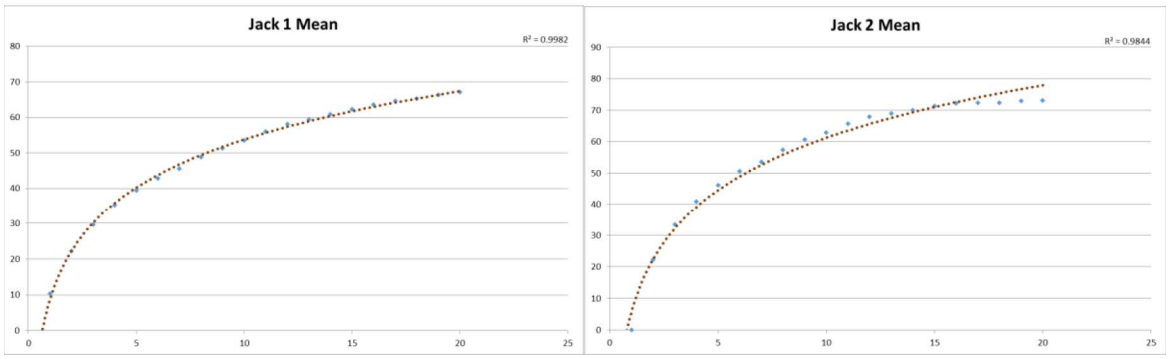


Figura 17. Gráfica de valores de Jacknife 1 y 2.

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Cuadro 8. Índices de completitud para Jacknife 1 y 2.

Arbóreo						
	Sobs	**L**	**m**	**M**	**Sest**	**Completitud**
Jack 1	50	18	20	12	67	0.745
Jack 2	50	18	20	12	73	0.684

Respecto al estimador de Jacknife 1, el cual toma en consideración la cantidad de especies que ocurren dentro de una sola muestra, se observó que 18 de las especies se reportan únicamente en un sitio de muestreo, por lo tanto, el porcentaje de especies registradas respecto a las 67 esperadas es de 74.5%. Para el caso de las especies que además ocurren en exactamente dos sitios de muestreo, se emplea Jacknife 2, con el cual se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 68.4%. Para el caso del primer estimador, el índice de completitud obtenido indica que la muestra es representativa, sin embargo, para el caso del segundo estimador, el resultado obtenido indica que la cantidad de sitios de muestreo empleados no es representativa, es por ello que, posteriormente se presenta un análisis en conjunto de los estimadores para determinar si la cantidad de muestras fue representativa.

Bootstrap

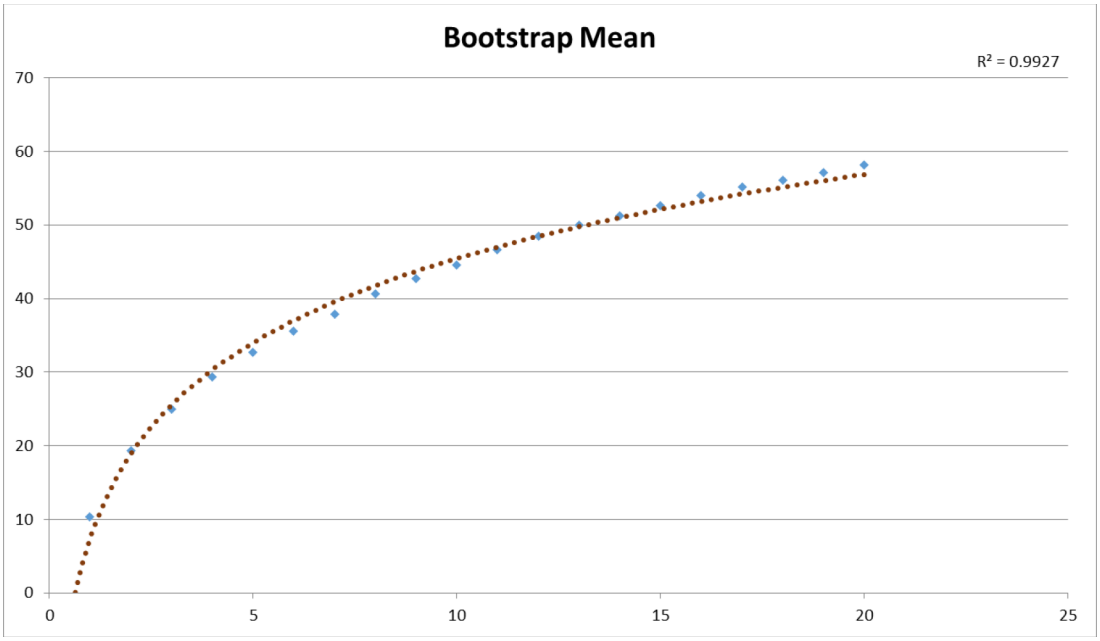


Figura 38. Gráfica de valores de Bootstrap.

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Cuadro 9. Índices de completitud para Bootstrap.

Arbóreo				
	Sobs	**n**	**Sest**	**Completitud**
Bootstrap	50	20	58	0.860

Para la obtención del porcentaje de especies registradas mediante Bootstrap, se consideran las 50 especies observadas, la ocurrencia o frecuencia de cada una de ellas y los 20 sitios de muestreo levantados, mediante lo cual se obtienen 58 especies esperadas, con tal cantidad de muestras se ha registrado 86%, el cual se considera como una muestra representativa.

Finalmente, una vez que se obtuvieron los resultados de cada una de las metodologías empleadas, se procedió a hacer el análisis en conjunto para determinar si el inventario realizado para los tres estratos considerados fue el adecuado, para ello se elaboró un concentrado de los resultados y se obtuvo un promedio de ellos para concluir la confiabilidad de muestreo obteniendo lo siguiente:

Estrato herbáceo

Cuadro 10. Promedio de resultados para el estrato herbáceo.

Herbáceo	
Chao 1	0.768
Chao 2	0.768
Jack 1	0.688
Jack 2	0.630
Bootstrap	0.820
Promedio	0.734

Para este estrato se obtuvo que, de los cinco estimadores, únicamente Jacknife 1 y 2 presentan un valor inferior al 70%, el cual es el mínimo requerido para considerar a la muestra representativa, sin embargo, si se considera el promedio de los 5, se obtiene un índice de completitud del 73.4%, el cual se considera como una muestra representativa.

Estrato arbustivo

Cuadro 11. Promedio de resultados para el estrato arbustivo.

Arbustivo	
Chao 1	0.762
Chao 2	0.794
Jack 1	0.730
Jack 2	0.674
Bootstrap	0.849
Promedio	0.762

Para este estrato se obtuvo que, de los cinco estimadores, únicamente Jacknife 2 presenta un valor inferior al 70%, el cual es el mínimo requerido para considerar a la muestra representativa, sin embargo, si se considera el promedio de los 5, se obtiene un índice de completitud del 76.2%, el cual se considera como una muestra representativa.

Estrato arbóreo

Cuadro 12. Promedio de resultados para el estrato arbóreo.

Arbóreo	
Chao 1	0.819
Chao 2	0.796
Jack 1	0.745
Jack 2	0.684
Bootstrap	0.860
Promedio	0.781

Para este estrato se obtuvo que, de los cinco estimadores, únicamente Jacknife 2 presenta un valor inferior al 70%, el cual es el mínimo requerido para considerar a la muestra representativa, sin embargo, si se considera el promedio de los 5, se obtiene un índice de completitud del 78.1%, el cual se considera como una muestra representativa.

ANÁLISIS DE LA ABUNDANCIA

Dentro de la superficie predial, la cual se encuentra cubierta por selva mediana subperennifolia secundaria, se encontraron las siguientes especies: corresponde a 75 especies distribuidas en 30 familias.

Cuadro 13. Familias botánicas reportadas dentro del área de estudio. *Especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Akaniaceae	*Akania belizensis*	Ik bach
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Akitz
Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Chacniche
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Sac chacah
Arecaceae	*Coccothrinax readii**	Nacax
Arecaceae	*Olloschultzia pallida*	Bayal
Arecaceae	*Sabal yapa*	Huano
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	Bacalche
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Bojon
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah
Burseraceae	*Protium copal*	Pom

Familia	Nombre científico	Nombre común
Celastraceae	*Elaeodendron xylocarpum*	Sac pom
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	Silil
Ebenaceae	*Diospyros yatesiana*	Uchulche
Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	Perezcutz
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Yaxnic
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo
Leguminosae	*Acacia cornigera*	Subin
Leguminosae	*Acacia gaumeri*	Sac catzin
Leguminosae	*Acacia glomerosa*	Jupich
Leguminosae	*Acacia pennatula*	Chimay
Leguminosae	*Albizia tomentosa*	Subin tul
Leguminosae	*Bauhinia divaricata*	Tzuruntoc
Leguminosae	*Caesalpinea yucatanensis*	Takinche
Leguminosae	*Caesalpinia gaumeri*	kitanche
Leguminosae	*Caesalpinia mollis*	Chacte viga
Leguminosae	*Diphysa carthagenesis*	Tzutzuc
Leguminosae	*Gliricidia sepium*	Sac away
Leguminosae	*Lonchocarpus parviflorus*	Bec che
Leguminosae	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasin
Leguminosae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam
Leguminosae	*Piscidia oiscioute*	Jabin
Leguminosae	*Pithecellobium leucospermum*	Yax ek
Leguminosae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo
Leguminosae	*Senna racemosa*	Yax jabin
Leguminosae	*Swartzia cubensis*	Katalox
Malpighiaceae	*Bunchosia glandulosa*	Sipche
Malpighiaceae	*Byrsonima bucidaefolia*	Sac paj
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata*	Sac itza
Malpighiaceae	*Malpighia sp.*	Wayate
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Piim
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majahua
Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Suput
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Copo chi´ich
Moraceae	*Ficus maxima*	Sac yab
Myrtaceae	*Eugenia mayana*	Saclobche
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Guayabillo
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Tadzi
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Belsinic che

Familia	Nombre científico	Nombre común
Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	Bob
Polygonaceae	*Coccoloba lancifolia*	Kantun bob
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Sac bob
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Dzidzilche
Primulaceae	*Jacquinia albiflora*	Chacsikin
Primulaceae	*Parathesis cubana*	Chamalche
Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Kekenche
Putranjivaceae	*Drypetes sp.*	Eculeb
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Lunche
Rhamnaceae	*Krugiodendrum ferreum*	Chin toc
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Tastab
Rubiaceae	*Randia truncata*	Pechkitan
Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	Sacniche
Salicaceae	*Laetia thamnia*	Chauche
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	Tamay
Sapindaceae	*Exothea diphylla*	Huayun cox
Sapindaceae	*Talisia olivaeformis*	Huaya
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Kanchunup
Sapotaceae	*Manilkara sapota*	Zapote
Sapotaceae	*Sideroxylon foetidissimum*	Caracolillo
Simaroubaceae	*Simaruba glauca*	Negrito
Verbenaceae	*Lantana hirta*	Oreganillo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis para cada uno de los estratos considerados.

Estrato herbáceo

Dentro de los sitios considerados, se registraron 23 especies, de las cuales, la más abundante correspondió a *Zanthoxylum caribaeum* con 6 individuos muestreados y 750 por hectárea, y las menos abundantes fueron *Parathesis cubana, Drypetes laterifolia, Plumeria obtusa, Coccoloba lancifolia, Nectandra salicifolia, Coccoloba spicata, Acacia gaumeri, Diospyros tetrasperma, Guettarda combsii, Malvaviscus arboreus y Manilkara sapota* con un individuo muestreado y 125 por hectárea.

Las especies reportadas en este estrato no se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 14. Abundancias para el estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Coccoloba cozumelensis	Bob	2	250
Parathesis cubana	Chamalche	1	125
Gymnopodium floribundum	Dzidzilche	3	375
Drypetes sp.	Eculeb	1	125
Plumeria obtusa	Flor de mayo	1	125
Coccoloba lancifolia	Kantun bob	1	125
Swartzia cubensis	Katalox	2	250
Drypetes lateriflora	Kekenche	3	375
Nectandra salicifolia	Laurelillo	1	125
Randia truncata	Pechkitan	2	250
Croton reflexifolius	Perezcutz	2	250
Callicarpa acuminata	Pukin	2	250
Coccoloba spicata	Sac bob	1	125
Acacia gaumeri	Sac catzin	1	125
Malpighia emarginata	Sac itza	2	250
Zanthoxylum caribaeum	Sacniche	6	750
Diospyros tetrasperma	Silil	1	125
Bunchosia glandulosa	Sipche	2	250
Helicteres baruensis	Suput	2	250
Neea psychotrioides	Tadzi	3	375
Guettarda combsii	Tastab	1	125
Malvaviscus arboreus	Tulipancillo	1	125
Manilkara sapota	Zapote	1	125
		42	**5,250**



Figura 39. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo.

Estrato arbustivo

Para este estrato, se registraron un total de 283 individuos dentro de los 20 sitios de muestreo en los que se recabó la información, distribuidos en 54 especies, de las cuales cacniche (*Plumeria rubra*) fue la más abundante con un total de 33 individuos muestreados y 660 individuos por hectárea. Seguida por el chacah (*Bursera simaruba*) con 28 individuos muestreados y 560 individuos por hectárea.

Por otra parte, las especies que tuvieron la menor cantidad de individuos reportados fueron *Cascabela gaumeri, Jacquinina albiflora, Laethia thamnia, Psidium sartorianum, Exothea diphylla, Lantana hirta, Randia truncata, Croton reflexifolius, Gliricidia sepium, Elaeodendron xylocarpum, Diospyros tetrasperma, Acacia cornigera, Helicteres baruensis, Malvaviscus arboreus, Lysiloma latisiliquum, Bauhinia divaricata y Vitex gaumeri* con 20 individuos por hectárea y 1 individuo muestreado.

De las especies reportadas para este estrato el nacax (*Coccothrinax readii*) se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro la categoría de riesgo denominada Amenazada.

Cuadro 15. Abundancias para el estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Cascabela gaumeri	Akitz	1	20
Bourreria pulchra	Bacalche	3	60
Olloschultzia pallida	Bayal	12	240
Lonchocarpus parviflorus	Bec che	8	160
Coccoloba cozumelensis	Bob	6	120
Bursera simaruba	Chacah	28	560
Plumeria rubra	Chacniche	33	660
Jacquinia albiflora	Chacsikin	1	20
Parathesis cubana	Chamalche	2	40
Laetia thamnia	Chauche	1	20
Metopium brownei	Chechem	2	40
Gymnopodium floribundum	Dzidzilche	10	200
Drypetes laterifolia	Eculeb	2	40
Psidium sartorianum	Guayabillo	1	20
Talisia olivaeformis	Huaya	6	120
Exothea diphylla	Huayun cox	1	20
Akania belizensis	Ik bach	5	100
Piscidia oiscioute	Jabin	2	40
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	2	40
Thouinia paucidentata	Kanchunup	17	340
Coccoloba lancifolia	Kantun bob	4	80
Swartzia cubensis	Katalox	4	80
Drypetes lateriflora	Kekenche	5	100
Caesalpinia gaumeri	kitanche	12	240
Nectandra salicifolia	Laurelillo	3	60
Karwinskia humboldtiana	Lunche	5	100
Hampea trilobata	Majahua	5	100
Coccothrinax readii	Nacax	3	60
Lantana hirta	Oreganillo	1	20
Randia truncata	Pech kitan	1	20
Croton reflexifolius	Perezcutz	1	20
Callicarpa acuminata	Pukin	2	40
Gliricidia sepium	Sac away	1	20
Acacia gaumeri	Sac catzin	4	80

Nombre científico	Nombre común	Abundancia muestreo	Abundancia por hectárea
Malpighia emarginata	Sac itza	3	60
Elaeodendron xylocarpum	Sac pom	1	20
Ficus maxima	Sac yab	4	80
Eugenia mayana	Saclobche	3	60
Zanthoxylum caribaeum	Sacniche	19	380
Diospyros tetrasperma	Silil	1	20
Bunchosia glandulosa	Sipche	8	160
Acacia cornigera	Subin	1	20
Albizia tomentosa	Subin tul	3	60
Helicteres baruensis	Suput	1	20
Neea psychotrioides	Tadzi	13	260
Caesalpinea yucatanensis	Takinche	2	40
Guettarda combsii	Tastab	4	80
Malvaviscus arboreus	Tulipancillo	1	20
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	1	20
Bauhinia divaricata	Tzuruntoc	1	20
Diospyros yatesiana	Uchulche	16	320
Malpighia sp.	Wayate	4	80
Vitex gaumeri	Yaxnic	1	20
Manilkara sapota	Zapote	2	40
		283	**5,660**

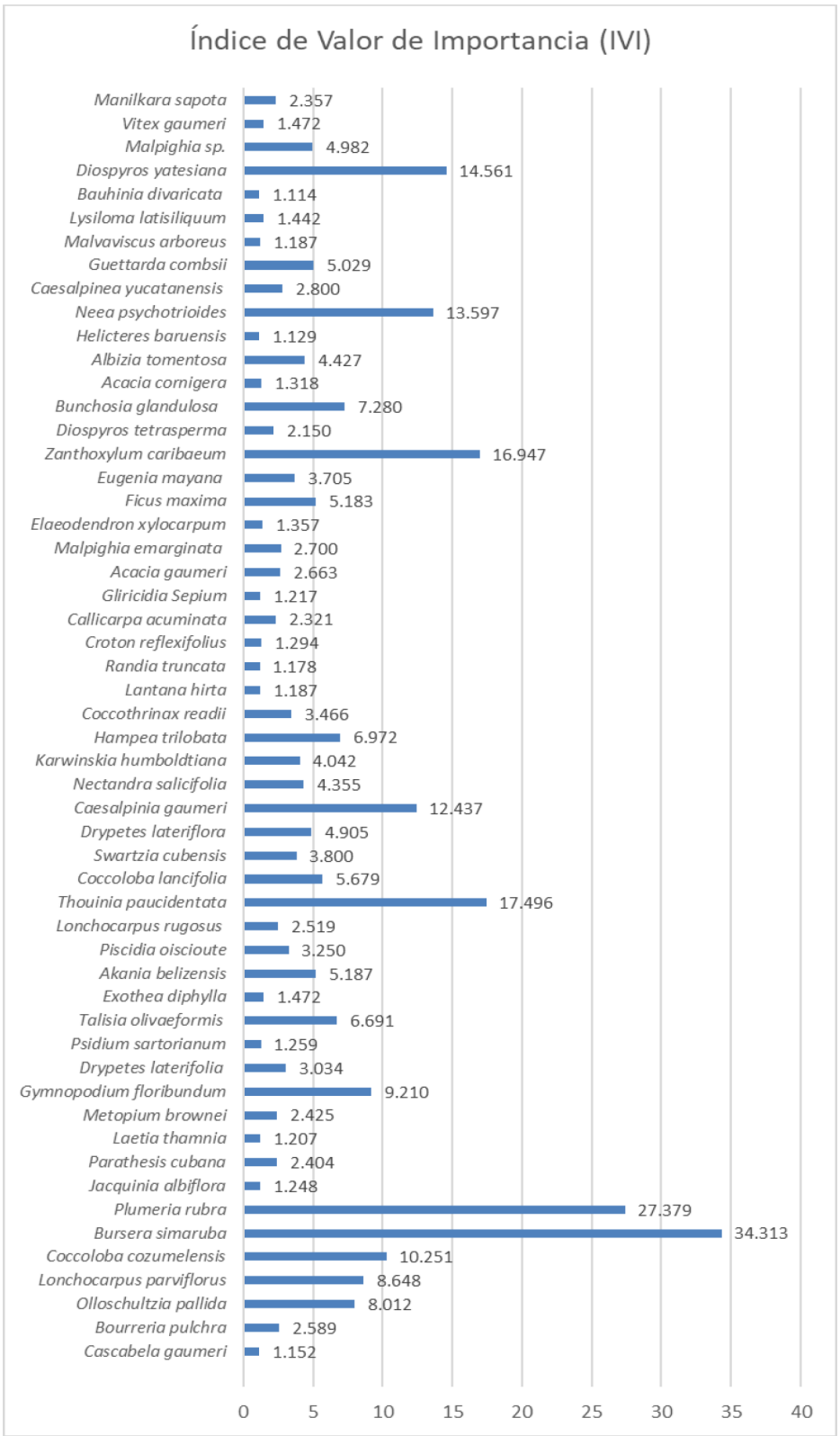


Figura 40. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo.

Estrato arbóreo

Para este estrato se registró la presencia de 820 individuos dentro de los 20 sitios de muestreo realizados, pertenecientes a 50 especies, de las cuales, el chacah (*Bursera simaruba*) fue la más abundante, con un total de 195 individuos dentro de los sitios muestreados y por hectárea, seguida por el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 148 individuos muestreados y por hectárea.

Por otra parte, las especies que presentaron la menor abundancia fueron *Alvaradoa amorphoides, Caesalpinia mollis, Acacia pennatula, Plumeria obtusa, Exothea diphylla, Acacia glomerosa, Drypetes lateriflora, Protium copal, Coccoloba spicata, Zanthoxylum caribaeum, Zuelania guidonia, Malpighia sp. y Senna racemosa* con un individuo reportado en los sitios de muestreo y por hectárea.

Las especies reportadas en este estrato no se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 16. Abundancias para el estrato arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por muestreo y por ha
Cascabela gaumeri	Akitz	4
Lonchocarpus parviflorus	Bec che	2
Alvaradoa amorphoides	Belsinic che	1
Coccoloba cozumelensis	Bob	17
Cordia alliodora	Bojon	5
Sideroxylon foetidissimum	Caracolillo	2
Bursera simaruba	Chacah	195
Caesalpinia mollis	Chacte viga	1
Metopium brownei	Chechem	65
Acacia pennatula	Chimay	1
Krugiodendrum ferreum	Chin toc	3
Ficus cotinifolia	Copo chi´ich	6
Plumeria obtusa	Flor de mayo	1
Platymiscium yucatanum	Granadillo	21
Sabal yapa	Huano	2
Talisia olivaeformis	Huaya	3
Exothea diphylla	Huayun cox	1
Piscidia oiscioute	Jabin	61
Acacia glomerosa	Jupich	1
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	9
Thouinia paucidentata	Kanchunup	17
Coccoloba lancifolia	Kantun bob	5

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por muestreo y por ha
Swartzia cubensis	Katalox	9
Drypetes lateriflora	Kekenche	1
Caesalpinia gaumeri	Kitanche	14
Karwinskia humboldtiana	Lunche	3
Simaruba glauca	Negrito	3
Lantana hirta	Oreganillo	5
Ceiba aesculifolia	Piim	2
Protium copal	Pom	1
Gliricidia sepium	Sac away	71
Coccoloba spicata	Sac bob	1
Dendropanax arboreus	Sac chacah	2
Byrsonima bucidaefolia	Sac paj	3
Ficus maxima	Sac yab	10
Zanthoxylum caribaeum	Sacniche	1
Diospyros tetrasperma	Silil	5
Albizia tomentosa	Subin tul	12
Neea psychotrioides	Tadzi	36
Caesalpinea yucatanensis	Takinche	4
Zuelania guidonia	Tamay	1
Guettarda combsii	Tastab	2
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	148
Diphysa carthagenesis	Tzutzuc	4
Diospyros yatesiana	Uchulche	5
Malpighia sp.	Wayate	1
Pithecellobium leucospermum	Yax ek	2
Senna racemosa	Yax jabin	1
Vitex gaumeri	Yaxnic	43
Manilkara sapota	Zapote	7
		820

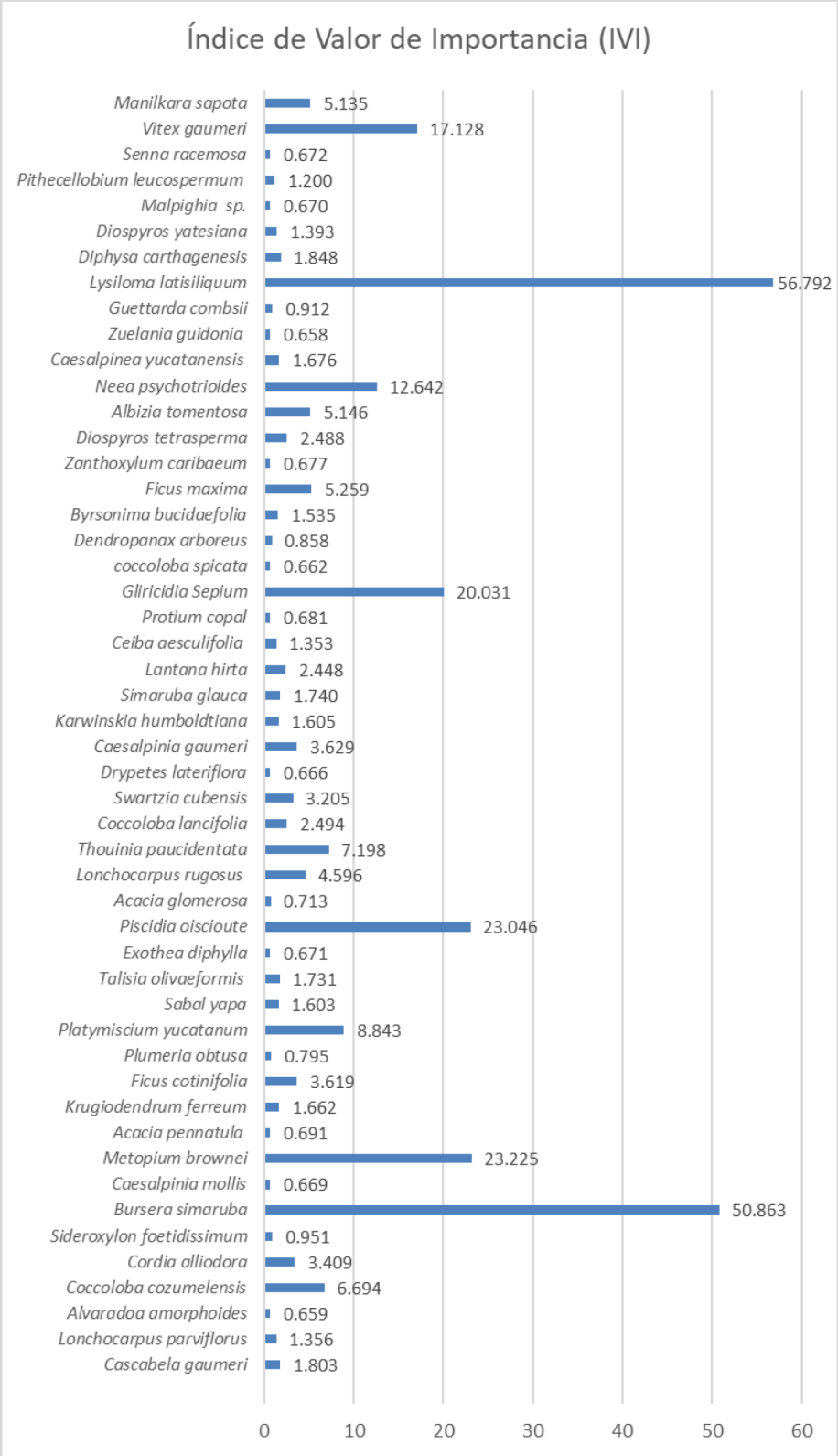


Figura 18. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo

ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA Y DIVERSIDAD

Del análisis elaborado de los tres estratos encontrados, se obtuvieron los diferentes índices, de diversidad de Shannon-Wiener (H'), diversidad máxima (Hmax) y equidad (J') mediante la metodología antes mencionada. Los resultados obtenidos para cada estrato se manifiestan a continuación.

Estrato herbáceo

El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato herbáceo fue de 2.98, el cual puede ser considerado como una diversidad muy alta. Por su parte, la diversidad potencial en el caso de que las abundancias de las especies reportadas se distribuyeran de manera uniforme fue de 3.1359. Respecto al valor de equidad se obtuvo un valor de 0.951, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es cercana a ser equitativa.

En cuanto a las especies encontradas, la que presentó el valor de importancia más alto (28.571) fue *Zanthoxylum caribaeum* la cual corresponde al ensamble de especies de la vegetación primaria de la selva.

Cuadro 17. Diversidad para el estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa
Coccoloba cozumelensis	Bob	250	4.762	4.762
Parathesis cubana	Chamalche	125	2.381	2.381
Gymnopodium floribundum	Dzidzilche	375	7.143	7.143
Drypetes sp.	Eculeb	125	2.381	2.381
Plumeria obtusa	Flor de mayo	125	2.381	2.381
Coccoloba lancifolia	Kantun bob	125	2.381	2.381
Swartzia cubensis	Katalox	250	4.762	4.762
Drypetes lateriflora	Kekenche	375	7.143	7.143
Nectandra salicifolia	Laurelillo	125	2.381	2.381
Randia truncata	Pechkitan	250	4.762	4.762
Croton reflexifolius	Perezcutz	250	4.762	4.762
Callicarpa acuminata	Pukin	250	4.762	4.762
Coccoloba spicata	Sac bob	125	2.381	2.381
Acacia gaumeri	Sac catzin	125	2.381	2.381
Malpighia emarginata	Sac itza	250	4.762	4.762
Zanthoxylum caribaeum	Sacniche	750	14.286	14.286
Diospyros tetrasperma	Silil	125	2.381	2.381
Bunchosia glandulosa	Sipche	250	4.762	4.762
Helicteres baruensis	Suput	250	4.762	4.762

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa
Neea psychotrioides	Tadzi	375	7.143	7.143
Guettarda combsii	Tastab	125	2.381	2.381
Malvaviscus arboreus	Tulipancillo	125	2.381	2.381
Manilkara sapota	Zapote	125	2.381	2.381
		5,250	100.000	100.000

Cuadro 18. Resumen de índices de diversidad para el estrato herbáceo.

Riqueza específica (S)	23
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.980
Diversidad máxima (H máx.)	3.135
Equidad (J)	0.951

Estrato arbustivo

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato fue de 3.440, lo cual indica una de manera general una diversidad muy alta debido principalmente a la cantidad de especies reportadas. Por su parte, la diversidad potencial que se podría obtener con el mismo número de especies en el caso hipotético de que cada una de ellas tuviera la misma cantidad de individuos fue de 3.989. A partir de estos valores se obtuvo que la equidad fue de 0.862, esto significa que la distribución de las especies dentro de este estrato es cercana a ser homogénea.

Respecto al índice de valor de importancia, la especie con el valor más alto corresponde a la chacah (*Bursera simaruba*) con 34.313, la cual es una especie altamente propia y característica de este tipo de vegetación forestal.

Por otra parte, la especie con el valor de importancia más bajo (1.114) fue el tzuruntoc (*Bauhinia divaricata*), la cual es una especie propia de diversos tipos de selva y, a menudo, se encuentra en la vegetación secundaria derivada.

Cuadro 19. Diversidad para el estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
Cascabela gaumeri	Akitz	20	0.353	0.671	0.128	1.152
Bourreria pulchra	Bacalche	60	1.060	0.671	0.858	2.589
Olloschultzia pallida	Bayal	240	4.240	0.671	3.100	8.012
Lonchocarpus parviflorus	Bec che	160	2.827	2.685	3.137	8.648

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
Coccoloba cozumelensis	Bob	120	2.120	4.027	4.104	10.251
Bursera simaruba	Chacah	560	9.894	8.054	16.366	34.313
Plumeria rubra	Chacniche	660	11.661	6.711	9.007	27.379
Jacquinia albiflora	Chacsikin	20	0.353	0.671	0.224	1.248
Parathesis cubana	Chamalche	40	0.707	1.342	0.355	2.404
Laetia thamnia	Chauche	20	0.353	0.671	0.182	1.207
Metopium brownei	Chechem	40	0.707	1.342	0.376	2.425
Gymnopodium floribundum	Dzidzilche	200	3.534	2.685	2.991	9.210
Drypetes laterifolia	Eculeb	40	0.707	1.342	0.985	3.034
Psidium sartorianum	Guayabillo	20	0.353	0.671	0.235	1.259
Talisia olivaeformis	Huaya	120	2.120	3.356	1.215	6.691
Exothea diphylla	Huayun cox	20	0.353	0.671	0.448	1.472
Akania belizensis	Ik bach	100	1.767	2.685	0.735	5.187
Piscidia oiscioute	Jabin	40	0.707	1.342	1.201	3.250
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	40	0.707	1.342	0.470	2.519
Thouinia paucidentata	Kanchunup	340	6.007	4.698	6.791	17.496
Coccoloba lancifolia	Kantun bob	80	1.413	2.013	2.252	5.679
Swartzia cubensis	Katalox	80	1.413	1.342	1.044	3.800
Drypetes lateriflora	Kekenche	100	1.767	2.013	1.125	4.905
Caesalpinia gaumeri	kitanche	240	4.240	1.342	6.855	12.437
Nectandra salicifolia	Laurelillo	60	1.060	2.013	1.282	4.355
Karwinskia humboldtiana	Lunche	100	1.767	1.342	0.933	4.042
Hampea trilobata	Majahua	100	1.767	3.356	1.850	6.972
Coccothrinax readii	Nacax	60	1.060	1.342	1.063	3.466
Lantana hirta	Oreganillo	20	0.353	0.671	0.163	1.187
Randia truncata	Pech kitan	20	0.353	0.671	0.154	1.178
Croton reflexifolius	Perezcutz	20	0.353	0.671	0.269	1.294
Callicarpa acuminata	Pukin	40	0.707	1.342	0.272	2.321
Gliricidia Sepium	Sac away	20	0.353	0.671	0.192	1.217
Acacia gaumeri	Sac catzin	80	1.413	0.671	0.579	2.663

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
Malpighia emarginata	Sac itza	60	1.060	0.671	0.969	2.700
Elaeodendron xylocarpum	Sac pom	20	0.353	0.671	0.333	1.357
Ficus maxima	Sac yab	80	1.413	1.342	2.428	5.183
Eugenia mayana	Saclobche	60	1.060	2.013	0.632	3.705
Zanthoxylum caribaeum	Sacniche	380	6.714	5.369	4.864	16.947
Diospyros tetrasperma	Silil	20	0.353	0.671	1.126	2.150
Bunchosia glandulosa	Sipche	160	2.827	2.685	1.769	7.280
Acacia cornigera	Subin	20	0.353	0.671	0.294	1.318
Albizia tomentosa	Subin tul	60	1.060	1.342	2.024	4.427
Helicteres baruensis	Suput	20	0.353	0.671	0.104	1.129
Neea psychotrioides	Tadzi	260	4.594	4.027	4.976	13.597
Caesalpinea yucatanensis	Takinche	40	0.707	1.342	0.751	2.800
Guettarda combsii	Tastab	80	1.413	1.342	2.273	5.029
Malvaviscus arboreus	Tulipancillo	20	0.353	0.671	0.163	1.187
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	20	0.353	0.671	0.417	1.442
Bauhinia divaricata	Tzuruntoc	20	0.353	0.671	0.090	1.114
Diospyros yatesiana	Uchulche	320	5.654	4.698	4.209	14.561
Malpighia sp.	Wayate	80	1.413	2.685	0.884	4.982
Vitex gaumeri	Yaxnic	20	0.353	0.671	0.448	1.472
Manilkara sapota	Zapote	40	0.707	1.342	0.308	2.357
		5,660	100.000	100.000	100.000	300.000

Cuadro 20. Resumen de índices de diversidad para el estrato arbustivo.

Riqueza específica (S)	54
Índice de Shannon-Wiener (H)	3.440
Diversidad máxima (H máx.)	3.989
Equidad (J)	0.862

Estrato arbóreo

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato fue de 2.709, que, de manera general puede considerarse como un valor de diversidad muy alto debido a la cantidad de especies reportadas. Por otra parte, la diversidad potencial que pudiera presentar en

el caso de que la totalidad de las especies tuviera la misma cantidad de individuos fue de 3.912. El valor de equidad que se obtiene a partir de la diversidad calculada y la potencial resultó en 0.692, que significa que las abundancias de las especies no fueron cercanas a ser equitativas, debido principalmente a la cantidad de especies y a la diferencia que existe en las abundancias entre la especie con mayor representación y la menos abundante.

Respecto al valor de importancia, el valor más alto corresponde al tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 56.792, la cual corresponde al ensamble de la vegetación primaria de este tipo de vegetación.

Por otra parte, la especie con el valor de importancia más bajo fue el tamay (*Zuelania guidonia*) con un valor de 0.658 y corresponde a una especie presente en las selvas que presentan algún tipo de perturbación.

Cuadro 21. Diversidad para el estrato arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
Lonchocarpus parviflorus	Bec che	2	0.244	0.971	0.141	1.356
Alvaradoa amorphoides	Belsinic che	1	0.122	0.485	0.052	0.659
Coccoloba cozumelensis	Bob	17	2.073	3.398	1.222	6.694
Cordia alliodora	Bojon	5	0.610	2.427	0.372	3.409
Sideroxylon foetidissimum	Caracolillo	2	0.244	0.485	0.221	0.951
Bursera simaruba	Chacah	195	23.780	9.709	17.374	50.863
Caesalpinia mollis	Chacte viga	1	0.122	0.485	0.062	0.669
Metopium brownei	Chechem	65	7.927	6.311	8.987	23.225
Acacia pennatula	Chimay	1	0.122	0.485	0.083	0.691
Krugiodendrum ferreum	Chin toc	3	0.366	0.971	0.325	1.662
Ficus cotinifolia	Copo chi´ich	6	0.732	1.456	1.431	3.619
Plumeria obtusa	Flor de mayo	1	0.122	0.485	0.188	0.795
Platymiscium yucatanum	Granadillo	21	2.561	3.883	2.399	8.843
Sabal yapa	Huano	2	0.244	0.971	0.388	1.603
Talisia olivaeformis	Huaya	3	0.366	0.971	0.394	1.731
Exothea diphylla	Huayun cox	1	0.122	0.485	0.064	0.671

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
Piscidia oiscioute	Jabin	61	7.439	8.252	7.354	23.046
Acacia glomerosa	Jupich	1	0.122	0.485	0.105	0.713
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	9	1.098	2.913	0.586	4.596
Thouinia paucidentata	Kanchunup	17	2.073	3.883	1.241	7.198
Coccoloba lancifolia	Kantunbob	5	0.610	1.456	0.428	2.494
Swartzia cubensis	Katalox	9	1.098	1.456	0.651	3.205
Drypetes lateriflora	Kekenche	1	0.122	0.485	0.058	0.666
Caesalpinia gaumeri	Kitanche	14	1.707	0.971	0.951	3.629
Karwinskia humboldtiana	Lunche	3	0.366	0.971	0.268	1.605
Simaruba glauca	Negrito	3	0.366	0.971	0.404	1.740
Lantana hirta	Oreganillo	5	0.610	1.456	0.382	2.448
Ceiba aesculifolia	Piim	2	0.244	0.971	0.138	1.353
Protium copal	Pom	1	0.122	0.485	0.073	0.681
Gliricidia sepium	Sac away	71	8.659	4.854	6.518	20.031
Coccoloba spicata	Sac bob	1	0.122	0.485	0.055	0.662
Dendropanax arboreus	Sac chacah	2	0.244	0.485	0.129	0.858
Byrsonima bucidaefolia	Sac paj	3	0.366	0.971	0.198	1.535
Ficus maxima	Sac yab	10	1.220	2.913	1.126	5.259
Zanthoxylum caribaeum	Sacniche	1	0.122	0.485	0.070	0.677
Diospyros tetrasperma	Silil	5	0.610	1.456	0.422	2.488
Albizia tomentosa	Subin tul	12	1.463	2.427	1.256	5.146
Neea psychotrioides	Tadzi	36	4.390	5.340	2.912	12.642
Caesalpinea yucatanensis	Takinche	4	0.488	0.971	0.217	1.676
Zuelania guidonia	Tamay	1	0.122	0.485	0.051	0.658
Guettarda combsii	Tastab	2	0.244	0.485	0.182	0.912
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	148	18.049	7.767	30.976	56.792

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
Diphysa carthagenesis	Tzutzuc	4	0.488	0.971	0.389	1.848
Diospyros yatesiana	Uchulche	5	0.610	0.485	0.298	1.393
Malpighia sp.	Wayate	1	0.122	0.485	0.063	0.670
Pithecellobium leucospermum	Yax ek	2	0.244	0.485	0.471	1.200
Senna racemosa	Yax jabin	1	0.122	0.485	0.065	0.672
Vitex gaumeri	Yaxnic	43	5.244	5.825	6.059	17.128
Manilkara sapota	Zapote	7	0.854	2.427	1.854	5.135
		820	100.000	100.000	100.000	300.000

Cuadro 22. Resumen de índices de diversidad para el estrato arbóreo.

Riqueza específica (S)	50
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.709
Diversidad máxima (H máx.)	3.912
Equidad (J)	0.692

ESTRUCTURA DE TAMAÑOS

El estrato arbóreo de la vegetación secundaria de la selva mediana subperennifolia estuvo representado por 820 individuos, de acuerdo con los cálculos de área basal y volúmenes estimados de las materias primas forestales maderables que pudieron obtenerse en un ecosistema de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia en su estrato arbustivo existente en el área de estudio en una superficie de 1,363,305.25 m2, sumó un total de 53.015 m3 V.T.A/Ha., con un área basal de 11.837 m2/Ha y un número de individuos por hectárea 5,680 Ind/Ha.

Cuadro 23. Estimación de los volúmenes del estrato arbóreo mayores a 10 cm de diámetro.

		Existencia muestreo				Existencia por hectárea			
Especie	Nombre científico	IND	AB (m^2)	VOL. R.T.A (m^3)	VTA (m^3)	IND	AB (m^2)	VOL. R.T.A (m^3)	VTA (m^3)
Akitz	*Cascabela gaumeri*	4	0.053	0.239	0.287	4	0.053	0.239	0.287
Bec che	*Lonchocarpus parviflorus*	2	0.022	0.133	0.159	2	0.022	0.133	0.159
Belsinic che	*Alvaradoa amorphoides*	1	0.008	0.047	0.056	1	0.008	0.047	0.056
Bob	*Coccoloba cozumelensis*	17	0.189	1.036	1.243	17	0.189	1.036	1.243
Bojon	*Cordia alliodora*	5	0.057	0.318	0.381	5	0.057	0.318	0.381
Caracolillo	*Sideroxylon*	2	0.034	0.211	0.253	2	0.034	0.211	0.253

		Existencia muestreo				Existencia por hectárea			
Especie	**Nombre científico**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**
	foetidissimum								
Chacah	*Bursera simaruba*	195	2.683	13.644	16.372	195	2.683	13.644	16.372
Chacte viga	*Caesalpinia mollis*	1	0.010	0.053	0.064	1	0.010	0.053	0.064
Chechem	*Metopium brownei*	65	1.388	8.646	10.376	65	1.388	8.646	10.376
Chimay	*Acacia pennatula*	1	0.013	0.077	0.093	1	0.013	0.077	0.093
Chin toc	*Krugiodendrum ferreum*	3	0.050	0.136	0.164	3	0.050	0.136	0.164
Copo chi´ich	*Ficus cotinifolia*	6	0.221	1.244	1.493	6	0.221	1.244	1.493
Flor de mayo	*Plumeria obtusa*	1	0.029	0.148	0.177	1	0.029	0.148	0.177
Granadillo	*Platymiscium yucatanum*	21	0.370	2.127	2.553	21	0.370	2.127	2.553
Huano	*Sabal yapa*	2	0.060	0.245	0.294	2	0.060	0.245	0.294
Huaya	*Talisia olivaeformis*	3	0.061	0.282	0.339	3	0.061	0.282	0.339
Huayun cox	*Exothea diphylla*	1	0.010	0.050	0.060	1	0.010	0.050	0.060
Jabin	*Piscidia oiscioute*	61	1.135	6.687	8.024	61	1.135	6.687	8.024
Jupich	*Acacia glomerosa*	1	0.016	0.036	0.043	1	0.016	0.036	0.043
Kanasin	*Lonchocarpus rugosus*	9	0.090	0.526	0.632	9	0.090	0.526	0.632
Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	17	0.192	1.031	1.237	17	0.192	1.031	1.237
Kantun bob	*Coccoloba lancifolia*	5	0.066	0.360	0.432	5	0.066	0.360	0.432
Katalox	*Swartzia cubensis*	9	0.101	0.622	0.747	9	0.101	0.622	0.747
Kekenche	*Drypetes lateriflora*	1	0.009	0.047	0.056	1	0.009	0.047	0.056
Kitanche	*Caesalpinia gaumeri*	14	0.147	0.932	1.118	14	0.147	0.932	1.118
Lunche	*Karwinskia humboldtiana*	3	0.041	0.224	0.269	3	0.041	0.224	0.269
Negrito	*Simaruba glauca*	3	0.062	0.398	0.478	3	0.062	0.398	0.478
Oreganillo	*Lantana hirta*	5	0.059	0.308	0.369	5	0.059	0.308	0.369
Piim	*Ceiba aesculifolia*	2	0.021	0.101	0.122	2	0.021	0.101	0.122
Pom	*Protium copal*	1	0.011	0.070	0.083	1	0.011	0.070	0.083
Sac away	*Gliricidia Sepium*	71	1.006	5.699	6.839	71	1.006	5.699	6.839
Sac bob	*coccoloba spicata*	1	0.008	0.048	0.058	1	0.008	0.048	0.058
Sac chacah	*Dendropanax arboreus*	2	0.020	0.126	0.152	2	0.020	0.126	0.152
Sac paj	*Byrsonima bucidaefolia*	3	0.031	0.138	0.166	3	0.031	0.138	0.166
Sac yab	*Ficus maxima*	10	0.174	0.767	0.920	10	0.174	0.767	0.920
Sacniche	*Zanthoxylum caribaeum*	1	0.011	0.062	0.075	1	0.011	0.062	0.075
Silil	*Diospyros tetrasperma*	5	0.065	0.349	0.419	5	0.065	0.349	0.419
Subin tul	*Albizia tomentosa*	12	0.194	1.198	1.437	12	0.194	1.198	1.437
Tadzi	*Neea psychotrioides*	36	0.450	2.658	3.189	36	0.450	2.658	3.189
Takinche	*Caesalpinea yucatanensis*	4	0.034	0.133	0.159	4	0.034	0.133	0.159
Tamay	*Zuelania guidonia*	1	0.008	0.047	0.057	1	0.008	0.047	0.057
Tastab	*Guettarda combsii*	2	0.028	0.194	0.232	2	0.028	0.194	0.232
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	148	4.783	27.094	32.512	148	4.783	27.094	32.512

		Existencia muestreo				Existencia por hectárea			
Especie	**Nombre científico**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**
Tzutzuc	*Diphysa carthagenesis*	4	0.060	0.341	0.409	4	0.060	0.341	0.409
Uchulche	*Diospyros yatesiana*	5	0.046	0.264	0.317	5	0.046	0.264	0.317
Wayate	*Malpighia emarginata*	1	0.010	0.047	0.056	1	0.010	0.047	0.056
Yax ek	*Pithecellobium leucospermum*	2	0.073	0.381	0.458	2	0.073	0.381	0.458
Yax jabin	*Senna racemosa*	1	0.010	0.055	0.066	1	0.010	0.055	0.066
Yaxnic	*Vitex gaumeri*	43	0.935	5.889	7.067	43	0.935	5.889	7.067
Zapote	*Manilkara sapota*	7	0.286	1.089	1.307	7	0.286	1.089	1.307
TOTAL		**820**	**15.4**	**86.60**	**103.90**	**820**	**15.4**	**86.60**	**103.90**

De acuerdo con el volumen estimado de las materias primas forestales maderables que pudieron obtenerse en un ecosistema de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con desarrollo secundario en su estrato arbóreo y arbustivo existente en el área de estudio en una superficie de 1,363,305.25 m2, sumó un total de 156.88 m3 V.T.A/Ha., con un área basal de 27.28 m2/Ha y un número de individuos por hectárea de 6,500 Ind/Ha.

Cuadro 24. Estimación de los volúmenes del estrato arbóreo y arbustivo.

		Existencia muestreo				Existencia por hectárea			
Especie	**Nombre científico**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**
Akitz	*Cascabela gaumeri*	5	0.054	0.240	0.288	24	0.068	0.260	0.312
Bacalche	*Bourreria pulchra*	3	0.005	0.017	0.020	60	0.101	0.333	0.400
Bayal	*Olloschultzia pallida*	12	0.018	0.051	0.061	240	0.366	1.015	1.218
Bec che	*Lonchocarpus parviflorus*	10	0.040	0.192	0.230	162	0.392	1.312	1.575
Belsinic che	*Avaradoa amorphoides*	1	0.008	0.047	0.056	1	0.008	0.047	0.056
Bob	*Coccoloba cozumelensis*	23	0.213	1.117	1.340	137	0.673	2.654	3.185
Bojon	*Cordia alliodora*	5	0.057	0.318	0.381	5	0.057	0.318	0.381
Caracolillo	*Sideroxylon foetidissimum*	2	0.034	0.211	0.253	2	0.034	0.211	0.253
Chacah	*Bursera simaruba*	223	2.779	14.038	16.846	755	4.615	21.539	25.847
Chacniche	*Plumeria rubra L.*	33	0.053	0.177	0.212	660	1.063	3.533	4.239
Chacsikin	*Jacquinia albiflora*	1	0.001	0.002	0.002	20	0.026	0.041	0.049
Chacte viga	*Caesalpinia mollis*	1	0.010	0.053	0.064	1	0.010	0.053	0.064
Chamalche	*Parathesis cubana*	2	0.002	0.006	0.007	40	0.042	0.124	0.149
Chauche	*Laetia thamnia*	1	0.001	0.003	0.004	20	0.022	0.059	0.071
Chechem	*Metopium brownei*	67	1.390	8.654	10.385	105	1.432	8.801	10.561
Chimay	*Acacia pennatula*	1	0.013	0.077	0.093	1	0.013	0.077	0.093
Chin toc	*Krugiodendrum ferreum*	3	0.050	0.136	0.164	3	0.050	0.136	0.164
Copo chi´ich	*Ficus cotinifolia*	6	0.221	1.244	1.493	6	0.221	1.244	1.493
Dzidzilche	*Gymnopodium floribundum*	10	0.018	0.051	0.062	200	0.353	1.026	1.231
Eculeb	*Drypetes laterifolia*	2	0.006	0.019	0.023	40	0.116	0.380	0.456
Flor de mayo	*Plumeria obtusa*	1	0.029	0.148	0.177	1	0.029	0.148	0.177
Granadillo	*Platymiscium yucatanum*	21	0.370	2.127	2.553	21	0.370	2.127	2.553

		Existencia muestreo				Existencia por hectárea			
Especie	**Nombre científico**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**
Guayabillo	*Psidium sartorianum*	1	0.001	0.003	0.003	20	0.028	0.058	0.070
Huano	*Sabal yapa*	2	0.060	0.245	0.294	2	0.060	0.245	0.294
Huaya	*Talisia olivaeformis*	9	0.068	0.303	0.364	123	0.204	0.696	0.835
Huayun cox	*Exothea diphylla*	2	0.012	0.062	0.075	21	0.063	0.291	0.349
Ik bach	*Akania belizensis*	5	0.004	0.013	0.015	100	0.087	0.253	0.304
Jabin	*Piscidia oiscioute*	63	1.143	6.713	8.056	101	1.277	7.215	8.657
Jupich	*Acacia glomerosa*	1	0.016	0.036	0.043	1	0.016	0.036	0.043
Kanasin	*Lonchocarpus rugosus*	11	0.093	0.538	0.646	49	0.146	0.760	0.912
Kanchunup	*Thouinia paucidentata*	34	0.232	1.186	1.423	357	0.994	4.120	4.944
Kantun bob	*Coccoloba lancifolia*	9	0.079	0.406	0.488	85	0.332	1.283	1.540
Katalox	*Swartzia cubensis*	13	0.107	0.644	0.773	89	0.224	1.065	1.278
Kekenche	*Drypetes lateriflora*	6	0.016	0.070	0.084	101	0.142	0.504	0.605
Kitanche	*Caesalpinia gaumerii*	26	0.187	1.149	1.379	254	0.956	5.273	6.327
Laurelillo	*Nectandra salicifolia*	3	0.008	0.033	0.040	60	0.151	0.663	0.796
Lunche	*Karwinskia humboldtiana*	8	0.047	0.241	0.289	103	0.152	0.558	0.670
Majahua	*Hampea trilobata*	5	0.011	0.036	0.043	100	0.218	0.714	0.856
Nacax	*Coccothrinax readii*	3	0.006	0.018	0.022	60	0.126	0.362	0.435
Negrito	*Simaruba glauca*	3	0.062	0.398	0.478	3	0.062	0.398	0.478
Oreganillo	*Lantana hirta*	6	0.060	0.312	0.374	25	0.078	0.389	0.467
Pakalche	*Sp*	1	0.001	0.007	0.008	20	0.029	0.131	0.157
Pech kitan	*Randia truncata*	1	0.001	0.002	0.002	20	0.018	0.039	0.047
Perezcutz	*Croton reflexifolius*	1	0.002	0.006	0.007	20	0.032	0.111	0.134
Piim	*Ceiba aesculifolia*	2	0.021	0.101	0.122	2	0.021	0.101	0.122
Pom	*Protium copal*	1	0.011	0.070	0.083	1	0.011	0.070	0.083
Pukin	*Callicarpa acuminata*	2	0.002	0.004	0.005	40	0.032	0.078	0.094
Sac away	*Gliricidia Sepium*	72	1.008	5.702	6.842	91	1.029	5.759	6.911
Sac bob	*coccoloba spicata*	1	0.008	0.048	0.058	1	0.008	0.048	0.058
Sac catzin	*Acacia gaumeri*	4	0.003	0.007	0.009	80	0.068	0.146	0.175
Sac chacah	*Dendropanax arboreus*	2	0.020	0.126	0.152	2	0.020	0.126	0.152
Sac itza	*Malpighia emarginata*	3	0.006	0.020	0.024	60	0.114	0.403	0.484
Sac paj	*Byrsonima bucidaefolia*	3	0.031	0.138	0.166	3	0.031	0.138	0.166
Sac pom	*Elaeodendron xylocarpum*	1	0.002	0.009	0.011	20	0.039	0.183	0.219
Sac yab	*Ficus maxima*	14	0.188	0.820	0.985	90	0.461	1.845	2.214
Saclobche	*Eugenia mayana*	3	0.004	0.010	0.012	60	0.075	0.198	0.237
Sacniche	*Zanthoxylum caribaeum*	20	0.039	0.156	0.187	381	0.585	1.932	2.318
Silil	*Diospyros tetrasperma*	6	0.072	0.378	0.453	25	0.198	0.927	1.113
Sipche	*Bunchosia glandulosa*	8	0.010	0.030	0.036	160	0.209	0.592	0.711
Subin	*Acacia cornigera*	1	0.002	0.006	0.008	20	0.035	0.127	0.152
Subin tul	*Albizia tomentosa*	15	0.206	1.257	1.509	72	0.433	2.391	2.870
Suput	*Helicteres baruensis*	1	0.001	0.001	0.001	20	0.012	0.021	0.025
Tadzi	*Neea psychotrioides*	49	0.479	2.775	3.330	296	1.037	4.996	5.996
Takinche	*Caesalpinea yucatanensis*	6	0.038	0.147	0.176	44	0.122	0.417	0.500
Tamay	*Zuelania guidonia*	1	0.008	0.047	0.057	1	0.008	0.047	0.057
Tastab	*Guettarda combsii*	6	0.042	0.262	0.315	82	0.297	1.565	1.878
Tulipancillo	*Malvaviscus arboreus*	1	0.001	0.004	0.005	20	0.019	0.080	0.096
Tzalam	*Lysiloma latisiliquum*	149	4.785	27.101	32.522	168	4.832	27.251	32.701
Tzuruntoc	*Bauhinia divaricata*	1	0.001	0.001	0.001	20	0.011	0.019	0.023
Tzutzuc	*Diphysa carthagenesis*	4	0.060	0.341	0.409	4	0.060	0.341	0.409
Uchulche	*Diospyros yatesiana*	21	0.071	0.370	0.443	325	0.543	2.365	2.838

		Existencia muestreo				Existencia por hectárea			
Especie	**Nombre científico**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**	**IND**	**AB (m^2)**	**VOL. R.T.A (m^3)**	**VTA (m^3)**
Wayate	*Malpighia emarginata*	5	0.015	0.058	0.070	81	0.114	0.269	0.323
Yax ek	*Pithecellobium leucospermum*	2	0.073	0.381	0.458	2	0.073	0.381	0.458
Yax jabin	*Senna racemosa*	1	0.010	0.055	0.066	1	0.010	0.055	0.066
Yaxnic	*Vitex gaumeri*	44	0.938	5.898	7.078	63	0.988	6.074	7.289
Zapote	*Manilkara sapota*	9	0.288	1.094	1.313	47	0.323	1.188	1.426
TOTAL		**1104**	**16.03**	**88.77**	**106.52**	**6500**	**27.28**	**130.74**	**156.88**

4.1.6 ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sólo fue registrada en muestro la especie nacax (*Coccothrinax readii*), el cual, se encuentra en la categoría de riesgo denominada Amenazada.

4.1.7 DISCUSIÓN.

A nivel del área de estudio, se realizó el estudio de vegetación y se registraron 75 especies pertenecientes a 30 familias botánicas, en general se trata de un área con medio grado de conservación. Ya que como se mencionó en apartados anteriores se encuentra en un estado sucesional (Vegetación secundaria).

El área de estudio se encuentra cubierto en su totalidad por vegetación secundaria subperennifolia. Se presentó un dosel cerrado en el que las especies *Bursera simaruba, Metopium brownei, Sabal yapa, Cordia alliodora, Diospyros tetrasperma, Vitex gaumeri, Swartzia cubensis,* y *Ficus cotinifolia*. Y presenta especies características de esta asociación, así como los parámetros de altura.

Con base en los resultados obtenidos, no se puede considerar como una vegetación forestal bien conformada, por lo que corresponde a una vegetación que se ha sujetado a cambios derivados de fenómenos perturbadores como lo son los huracanes por lo que se considera como una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, esto, con la finalidad de considerar estos resultados al momento de calificar el estado de la selva en los componentes para el pago de compensación ambiental.

Fue identificado una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Amenazada: *Coccothrinax readii* (Nakax). De la riqueza florística en esta vegetación el estrato arbustivo presentó la mayor cantidad de especies (54 especies), donde la familia que lo domina corresponde a la Leguminosae (característico en este tipo de vegetación).

A nivel del SA, predominan las condiciones naturales con incidencia de infraestructura.

Con la fotointerpretación, la ocupación por la vegetación en el sistema ambiental fue de 94.94%. El SAR terrestre presenta también un grado de conservación medio.

4.1.8 CONCLUSIONES.

El predio ubicado en el municipio de solidaridad, según con los resultados obtenidos en este apartado predominan un tipo de cobertura que corresponde en su totalidad de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Presenta un buen grado de conservación aun cuando tiene perturbaciones pequeñas como una brecha en la parte Este que corresponde la Línea alta tensión (CFE).

Las composición y estratificación de la vegetación fue característica en su tipo y de las especies importantes para su conservación ya que se encuentra la especie *Coccothrinax readii* (Nakax) enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Amenazada.

La vegetación del predio sí es buen hábitat para la fauna que se mueve en el sitio, ya que presenta recursos y refugios importantes para ella.

4.1.9 RECOMENDACIONES.

- En caso de realizar aprovechamiento en el predio se recomienda conservar un alto porcentaje de la estructura vegetal en apego a la normatividad vigente.
- En caso de realizar obras se recomienda promover el rescate y conservación de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT 2010, en este caso *Coccothrinax readii (Nakax).*
- Para los proyectos que impliquen afectación, ejecutar programas de rescate y reubicación de los individuos del estrato herbáceo principalmente, y las especies de mayor tamaño que sobrevivan al trasplante, dando mayor relevancia a las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010.
- También se recomienda realizar monitoreos anuales para asegurar su conservación.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

4.2.1 INTRODUCCIÓN.

El estado de Quintana Roo alberga una gran biodiversidad, tanto animal como vegetal, y también es la región del país con mayor crecimiento poblacional, lo cual representa una presión constante sobre sus recursos naturales.

El turismo ha sido el eje del desarrollo económico del estado, sin embargo, ha traído consigo una serie de cambios que no siempre han sido favorables para la conservación de la diversidad biológica y cultural. Si bien el turismo es la actividad más importante de Quintana Roo, también ha generado amenazas para la conservación de la biodiversidad debido a distintos factores, tales como la modificación de los ecosistemas costeros para la construcción de hoteles y el desarrollo urbano, la contaminación por aguas residuales, los barcos de crucero, el crecimiento de las zonas urbanas aledañas a los centros

turísticos, el uso de pesticidas, los impactos físicos directos a los arrecifes, los turistas colectores de recuerdos, entre otros (Almada Villela *et al*., 2002).

La alteración o pérdida del hábitat es el factor de mayor impacto sobre la biodiversidad de especies y ecosistemas tanto en la zona norte como en la zona sur de Quintana Roo, no obstante, las causas que provocan esta alteración son distintas: en el norte se deben mayormente a desarrollos turísticos, y al sur al incremento de la frontera agrícola.

El crecimiento urbano en el norte del estado ha modificado el paisaje y provocado la transformación del hábitat original por la apertura de caminos y el establecimiento de los núcleos de población ya que los centros turísticos son una fuente de empleo. Debido a lo anterior, es necesario tener en cuenta la experiencia para reorientar el desarrollo turístico hacia prácticas más sustentables.

De acuerdo con la información descrita por Pozo *et al*. (2011), en relación con la riqueza de vertebrados terrestres de Quintana Roo, estos se conforman por 22 anfibios, 106 reptiles, 483 aves y 114 mamíferos. Ciertamente, la fauna constituye un recurso muy valioso para las comunidades del Estado, por su papel alimenticio (Pozo *et al*. 2007) y en la incipiente actividad turística orientada hacia la observación de la fauna en su hábitat natural.

La riqueza biológica del Estado puede apreciarse a través de una variedad de especies, tanto de flora como de fauna, que han sido parte de la historia de los grupos humanos de la Península de Yucatán. Dicha biodiversidad es vital para el desarrollo económico, la actividad turística y la cultura regional. La historia de su utilización deja ver los retos y oportunidades para lograr un uso de los recursos que permita la conservación de cada especie y de su hábitat, y a la vez, que genere oportunidades de desarrollo.

A principios de la década de 1970, el gobierno mexicano decidió impulsar el desarrollo de Cancún como polo turístico. Desde su planificación y lanzamiento como uno de los principales destinos turísticos del Caribe, las costas del norte del estado han sufrido un proceso de pérdida de dunas costeras, manglares, selvas y biodiversidad en general.
En la actualidad nos enfrentamos con una pérdida irremediable de la biodiversidad, la cual, entre sus principales causas están la transformación de los ecosistemas, la contaminación y la sobreexplotación de los recursos naturales con fines económicos. Esta desaparición y transformación de los ecosistemas disminuyen la viabilidad de las poblaciones silvestres, provocando la extinción de los organismos, que en el mejor de los casos será a escala local o regional.

Por estas razones, resulta fundamental contar con información confiable y precisa que sustente las estrategias propuestas para el uso, manejo y conservación de las especies. Así mismo, ya no es viable conocer la diversidad de un sitio únicamente previo a la realización de un proyecto, sino que resulta de indiscutible valor el poder determinar qué impacto existe tanto en la flora como en la fauna silvestre durante las diferentes fases del desarrollo del mismo (preparación, construcción y operación). De esta forma, es posible determinar y ejecutar oportunamente las acciones de prevención, mitigación y

corrección adecuadas para minimizar, mitigar y/o compensar los impactos negativos sobre las especies silvestres.

Con el objetivo de determinar la situación actual (mayo de 2020) de la comunidad de fauna silvestre en la superficie del área de estudio correspondiente a la AC-05, del Lote 048, Manzana 021, del predio denominado San Miguel, y forma parte del Condominio Maestro Xpu Ha Beach, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, se llevó a cabo un estudio para determinar las especies de vertebrados (herpetofauna, avifauna y mastofauna) que ahí inciden. La metodología aplicada y sus respectivos resultados se describen en el presente documento, y se espera que dicha información sea empleada como instrumento para una toma de decisiones con el fin de reducir los impactos potenciales a la fauna silvestre durante la realización del proyecto y fases posteriores del mismo.

El estudio consistió en la detección e identificación de: anfibios, reptiles, aves y mamíferos (terrestres y voladores) durante los días 11, 12 y 13 de abril, y el 22, 23 y 24 de mayo del año 2020.

4.2.2 SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMÁTICA QUE ATENDER.

De acuerdo con las observaciones realizadas en el sitio y la composición de fauna silvestre registrada, el área de estudio presenta un alto grado de conservación. Lo anterior se relaciona estrechamente con la detección de diversas especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, tanto terrestres como voladores (quirópteros), que habitan y/o transitan el sitio, lo cual indica que este les provee de alimento y refugio.
Cabe destacar la relevancia de ejecutar las acciones correspondientes a ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, ya que se prevé que los grupos de herpetofauna y mastofauna sean altamente vulnerables ante las acciones de preparación del sitio y construcción. Así mismo, la presencia de especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010), así como endémicas, refuerza lo anterior.

Área de Estudio

El área de estudio se localiza en la porción norte de Quintana Roo, sobre la carretera Tulum-Cancún, en la zona conocida como Xpu Ha, y abarcó todo el polígono del plan maestro ya que la fauna es móvil para tener una caracterización de estos organismos acordes al hábitat que están utilizando. De ahí que el área de estudio referida corresponde al polígono del plan maestro de 136.33 ha. Posteriormente, se detalló cuáles especies de fauna se registraron solamente en la AC-05 del proyecto 1.3 Ha.

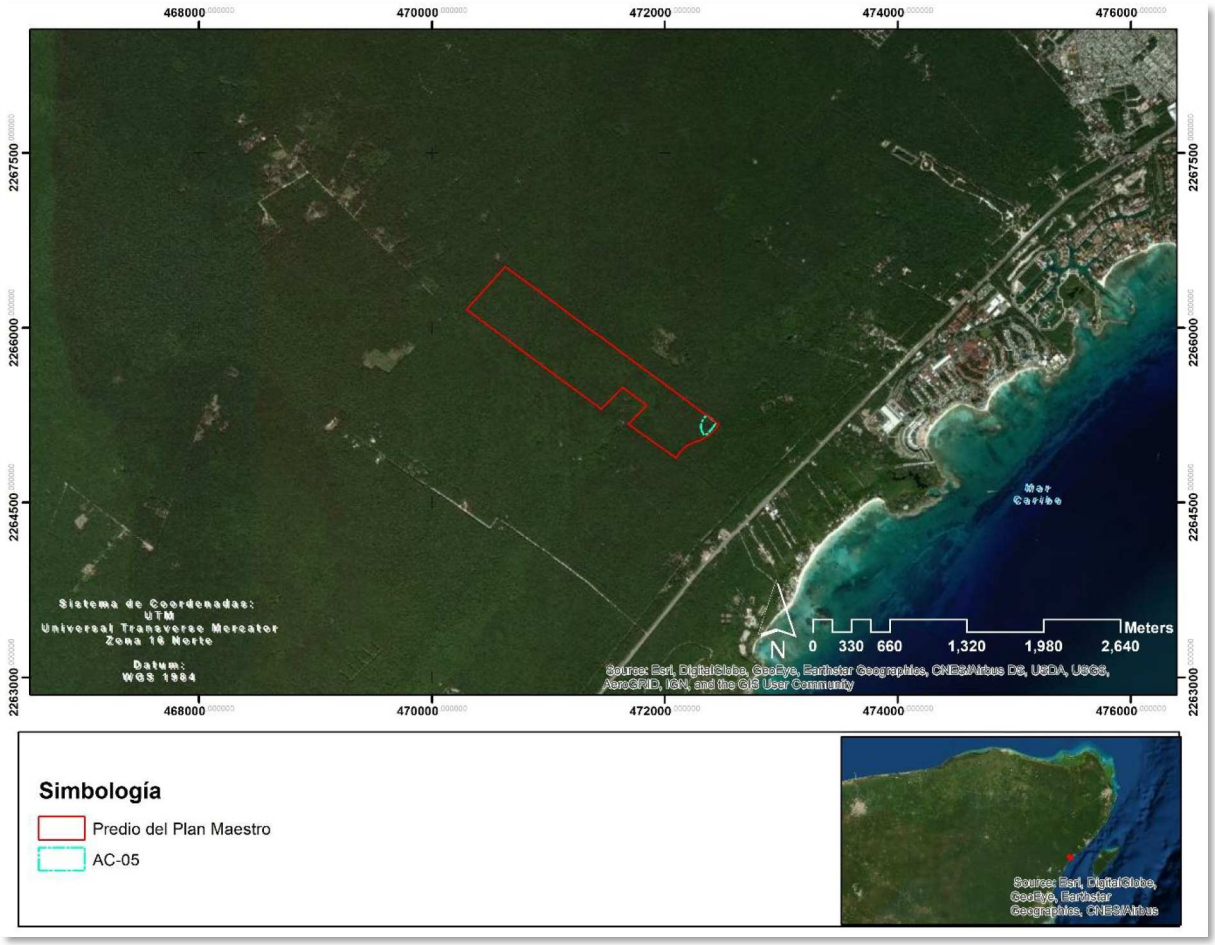


Figura 19. Ubicación del área de estudio.

El área de estudio presenta una vegetación uniforme correspondiente a **selva mediana subperennifolia.**

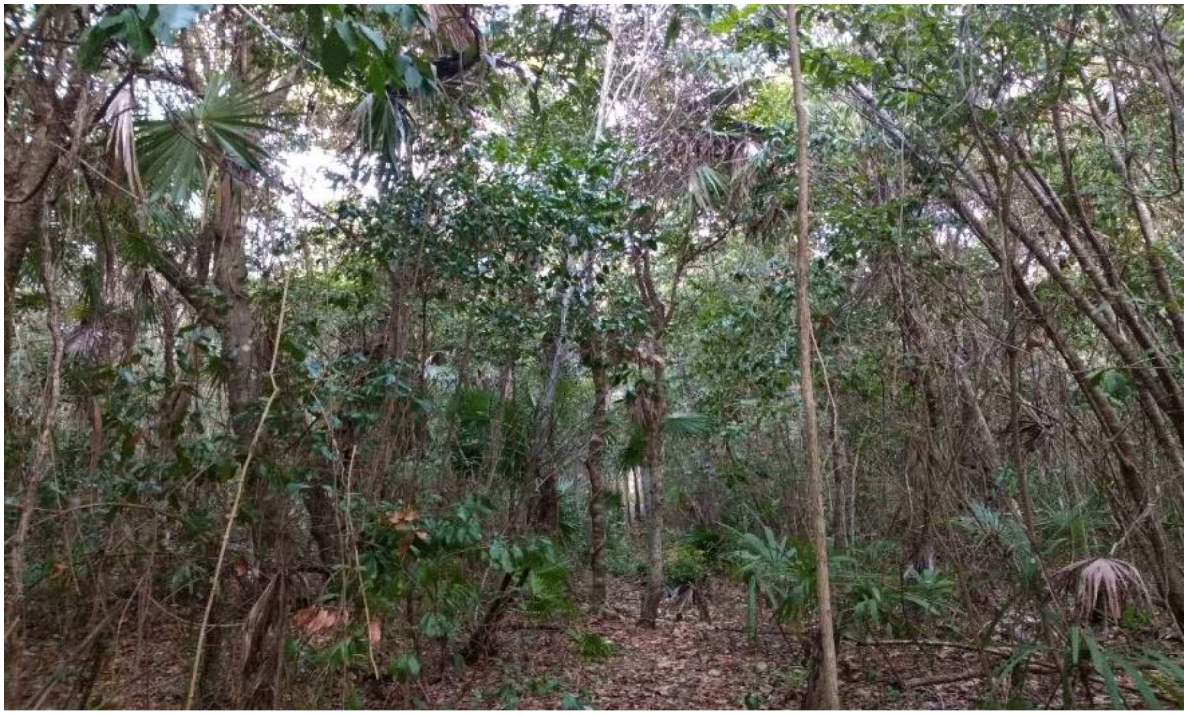


Figura 20. Vegetación en el área de estudio.

4.2.3 OBJETIVOS.

a) Determinar la riqueza, abundancia y diversidad de la fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que incide en el área de estudio y del proyecto.
b) Determinar el estado de conservación del predio con base en su composición faunística.
c) Generar una línea base de información que permita dar continuidad a futuros monitoreos de fauna silvestre, así como identificar las variaciones en riqueza, abundancia y diversidad a lo largo del tiempo y como resultado de la implementación del proyecto.
d) Proponer medidas de mitigación adecuadas para minimizar la afectación de las especies silvestres presentes en el área de estudio.

4.2.4 METODOLOGÍA.

Previo a la ejecución del muestreo en campo, se elaboró un listado de especies de fauna silvestre cuya distribución es potencial en el área de estudio. Para ello, se consultó información bibliográfica (Mackinnon 2017, entre otros) así como fuentes online oficiales, tales como BirdLife, Naturalista y CONABIO. Como resultado, se obtuvo un listado que incluye a 226 especies de aves, 49 de reptiles, 17 de anfibios y 80 de mamíferos (incluyendo quirópteros), los cuales tienen probabilidad de distribuirse en el área de estudio **(Apéndice A: Listado Potencial de Fauna Silvestre).**

Con el objetivo de corroborar dicha información, se realizaron visitas matutinas y vespertinas al sitio de estudio durante un total de seis días (divididos en dos sesiones)

entre abril y mayo del 2020, en los que fue posible detectar y registrar a diversas especies de los cuatro grupos faunísticos objetivo (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

La caracterización de fauna silvestre se llevó a cabo mediante trabajo de campo sistemático a través de la aplicación de diversas técnicas, con el objetivo de registrar el mayor número de especies posible. A forma de resumen, el muestreo consistió en la ejecución de métodos tales como Puntos de conteo, búsqueda activa, colocación de foto trampas y uso de Bat Detector (para la grabación de los llamados ultrasónicos de los murciélagos). En los apartados siguientes, se describe la metodología empleada específicamente para la detección de cada grupo faunístico.

Anfibios y reptiles (herpetofauna)

Para la detección de las especies de herpetofauna se seleccionó el método de transecto de ancho fijo, para lo cual se estableció un transecto con una longitud de 2.2 km (2,209 m) que atraviesa el área de estudio de norte a sur, y en el cual se efectuó una búsqueda equivalente a cuatro repeticiones. Lo anterior consistió en recorridos diurnos y nocturnos en los que predominó la búsqueda activa en microhábitats a lo largo del transecto. Ello implica que la búsqueda se dirigió e intensificó en sitios que pudieran potencialmente fungir como refugio de anfibios y/o reptiles, por ejemplo, debajo de piedras, troncos, cavidades, charcas y sus alrededores.

Para la búsqueda de **reptiles** se tuvieron rangos de horario de 9:00 hr a 12:00 hry de 18:00 a 21:00 hrs. La conducta de este grupo presenta un comportamiento que permite establecer los mejores horarios para su observación, cuando los individuos salen de sus refugios en horarios matutinos para aprovechar la incidencia solar, y posteriormente dependiendo de la territorialidad que tengan se desplazan para alimentarse. Por otra parte, de 17:00 a 22:00 hr presentan actividad algunas especies crepusculares, por lo cual también se considera dicho rango horario para la búsqueda de individuos. Se revisó particularmente bajo piedras y algunas cavidades, así como en los troncos de los árboles. Por otra parte, en lo referente a **anfibios**, durante el horario vespertino – nocturno fue posible localizar a individuos de este grupo. Para ello, se emplearon lámparas de mano, y se puso especial atención en revisar pequeñas charcas.

Para la identificación de los ejemplares de herpetofauna se consultaron guías ilustradas de campo, siendo estas Julian Lee (2000), Calderón *et al*. (2005) y Kohler G. (2015), asimismo se consultó el sitio web de Naturalista (2020). Adicionalmente, se obtuvo el registro fotográfico de los individuos de anfibios y reptiles avistados, con excepción de una serpiente cuya veloz movilidad impidió obtener su fotografía.



Figura 21. Búsqueda y registro de herpetofauna.

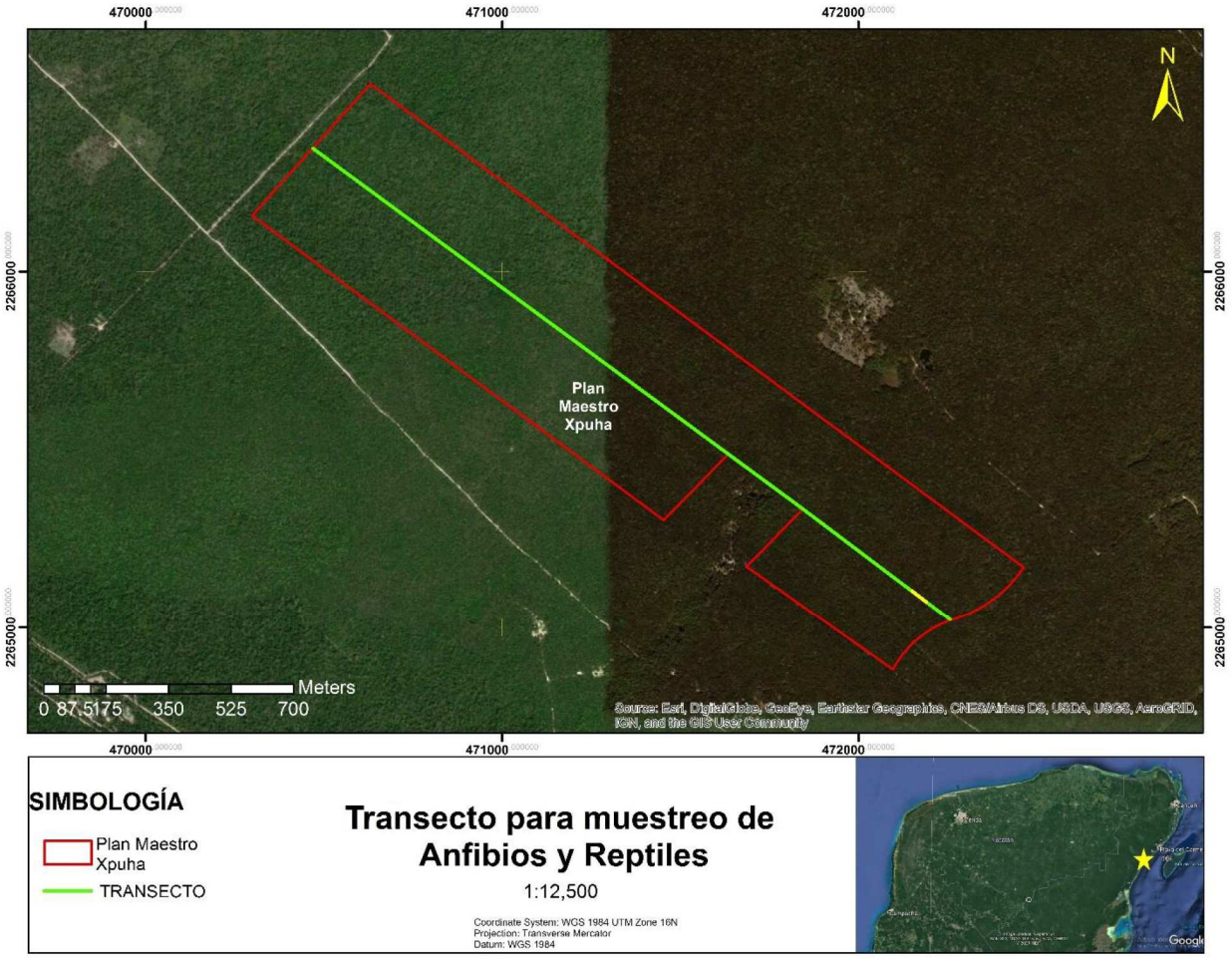


Figura 22. Ubicación del muestreo de herpetofauna.

Cuadro 25. Coordenadas del Transecto para muestreo de herpetofauna

Coordenadas UTM		
Inicio del Transecto	472256.36 m E	2265019.32 m N
Fin del Transecto	470472.84 m E	2266342.52 m N

Aves

Para este grupo se seleccionó el método de registro de especies mediante Puntos de Conteo (PC). Cada PC tuvo una duración de 10 minutos, durante los cuales el profesional que lo ejecuta, situado en un punto fijo, detecta e identifica (mediante canto y/u observación directa) a las especies de aves en un radio estimado de 20 m.
A lo largo del área de estudio se establecieron un total de 9 puntos, equidistantes entre ellos; se realizaron dos repeticiones de conteo (una en abril y otra en mayo), generando así un total de 18 unidades de muestreo para avifauna.

Para el registro de especies se emplearon binoculares, cámara fotográfica con teleobjetivo, GPS y una bitácora de campo en la que se anotó la coordenada del punto, la especie y número de individuos, hora inicial y hora final.
Los puntos de conteo se realizaron sistemáticamente entre las 6:45hr y las 9:00hr, intervalo en que las aves presentan un alto pico de actividad, por lo tanto, son más fáciles de detectar.

Los observadores que participaron en el presente estudio poseen amplia experiencia en la identificación de aves de la Península de Yucatán, y como apoyo se emplearon guías de campo como MacKinnon (2017) y Howell and Webb (1995).



Figura 23. Observación y registro de avifauna en el área de estudio.

La ubicación de los puntos de conteo para el registro de la avifauna se observa en la siguiente figura:

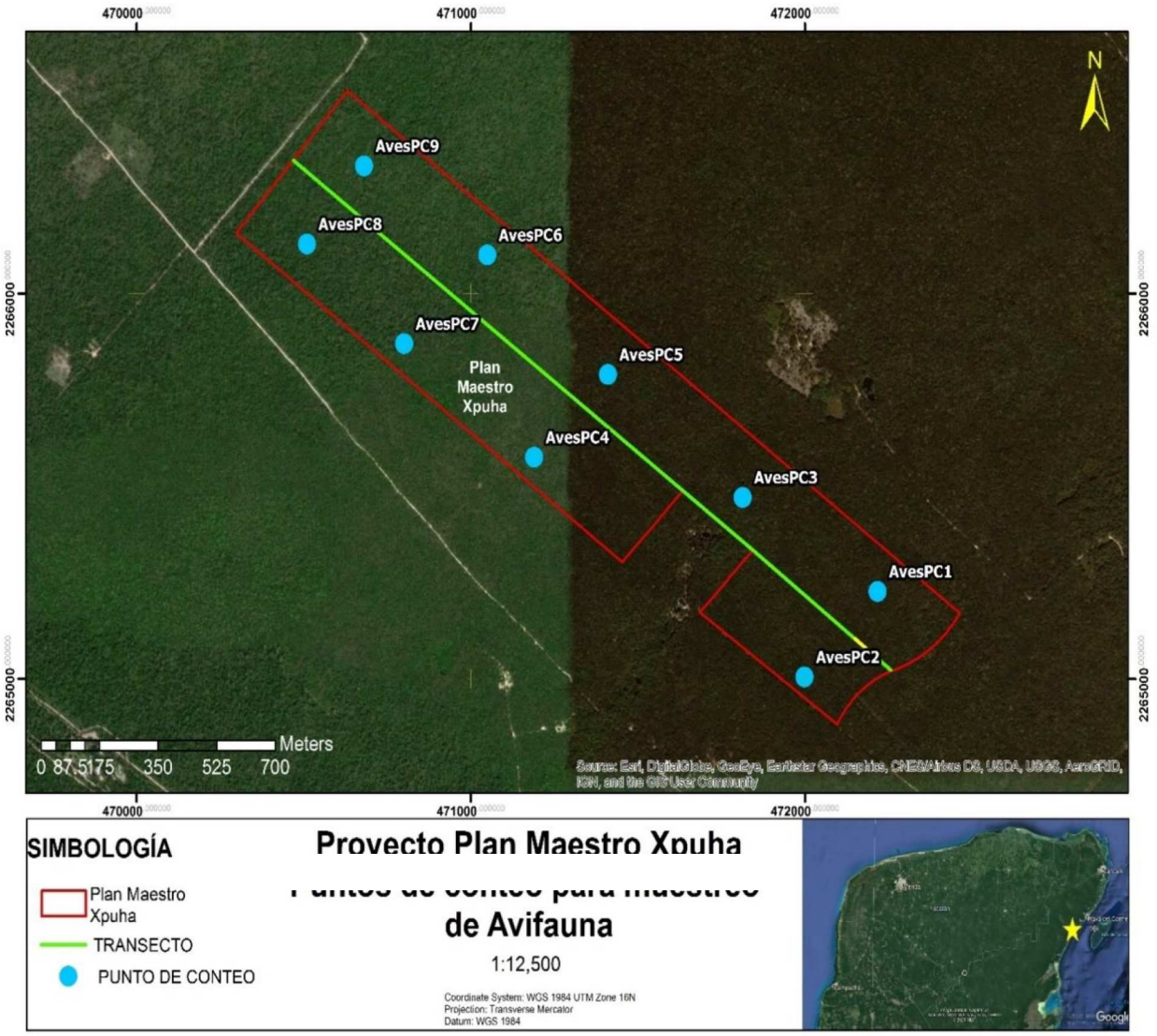


Figura 47.Ubicación del muestreo de aves.

Cuadro 26. Coordenadas de los Puntos de Conteo de aves en el área de estudio.

Coordenadas UTM		
PC 1	472218.00 m E	2265227.00 m N
PC 2	471999.00 m E	2265005.00 m N
PC 3	471814.00 m E	2265471.00 m N
PC 4	471190.00 m E	2265575.00 m N
PC 5	471411.00 m E	2265790.00 m N
PC 6	471050.00 m E	2266100.00 m N
PC 7	470801.00 m E	2265870.00 m N
PC 8	470510.00 m E	2266128.00 m N
PC 9	470681.00 m E	2266331.00 m N

La vegetación densa que caracteriza el sitio dificultó la obtención de fotografías de todas las especies, no obstante, se logró obtener la imagen de una significativa proporción de

los avistamientos, lo cual se incluye en el anexo Fotográfico de especies de fauna silvestre.

Mamíferos medianos

Para la detección de mamíferos terrestres se seleccionaron dos métodos: activo, el cual se centró en la búsqueda de rastros y recorridos de avistamiento, consistente en recorrer un transecto que atraviesa el área de estudio de norte a sur; y el método pasivo, el cual consistió en la instalación de cámaras trampa. Cabe destacar que el método pasivo corresponde al más exitoso del presente muestreo de mamíferos terrestres.

Con fecha de 12 de abril (2020) se instalaron cuatro cámaras trampa marca Newer, las cuales se activan por medio de un sensor infrarrojo al detectar cualquier movimiento, obteniendo registros fotográficos y/o video. Se eligieron zonas con posibles evidencias de paso de fauna constante con el objetivo de aumentar la posibilidad de obtener registros de los individuos que transitan el área.



Figura 48. Registro de mamíferos mediante cámaras trampa.

Las cámaras trampa se mantuvieron activas dentro del área de estudio del **12 de abril al 24 de mayo del 2020**, es decir, un total de **43 días,** y su ubicación se muestra a continuación:

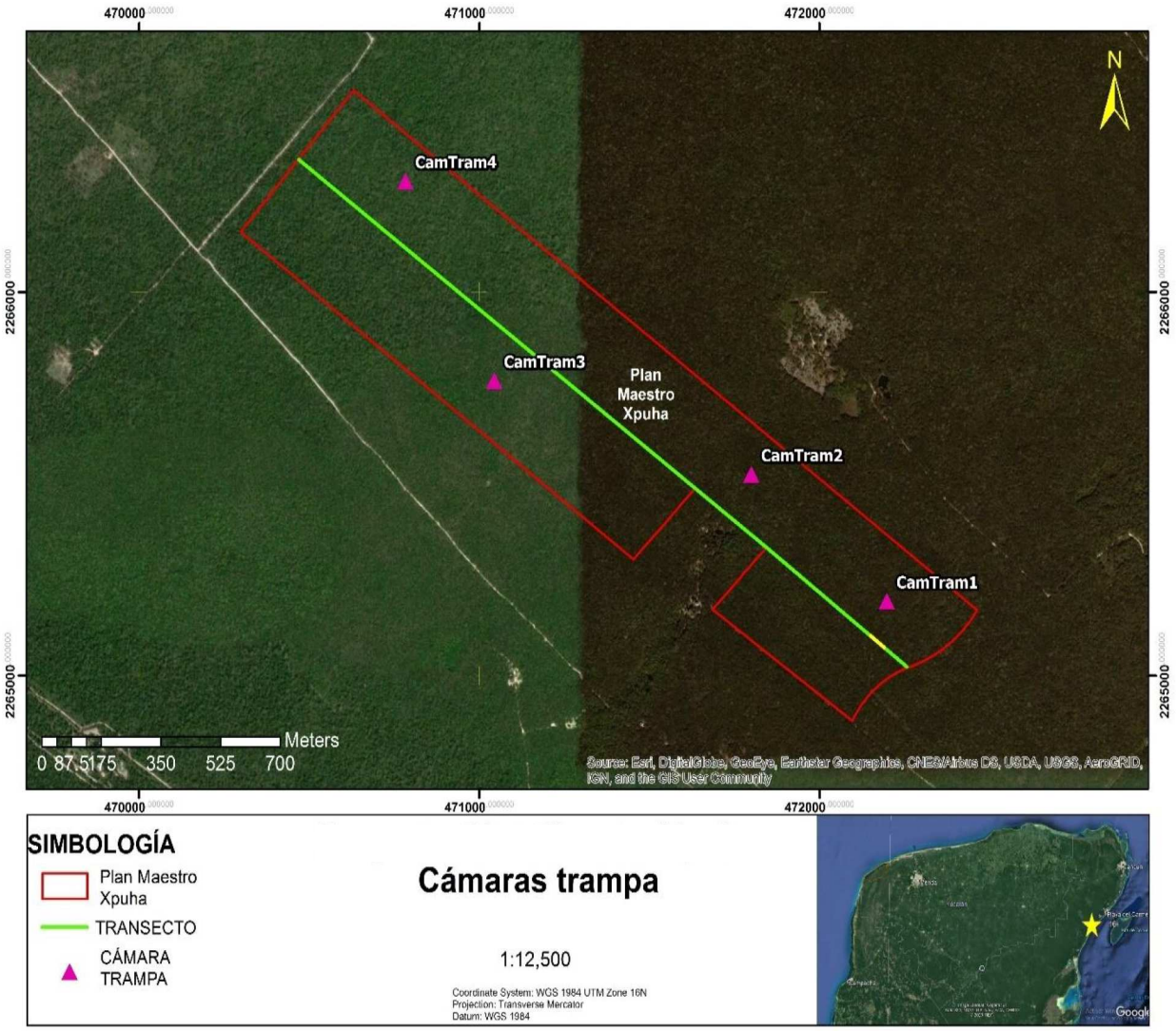


Figura 49. Ubicación de las cámaras trampa y transecto para muestreo de mamíferos.

Cuadro 27. Coordenadas de las cámaras trampa en el área de estudio.

Coordenadas UTM		
Cámara trampa 1	472198.00 m E	2265194.00 m N
Cámara trampa 2	471800.00 m E	2265525.00 m N
Cámara trampa 3	471044.00 m E	2265769.00 m N
Cámara trampa 4	470783.00 m E	2266289.00 m N

Cuadro 28. Coordenadas del Transecto para búsqueda de mamíferos terrestres.

Coordenadas UTM		
Inicio del Transecto	472256.36 m E	2265019.32 m N
Fin del Transecto	470472.84 m E	2266342.52 m N

Mamíferos voladores (quirópteros)

Para la detección y registro de quirópteros, o murciélagos, se emplearon dos métodos: La captura directa de individuos mediante redes de niebla para lo cual se colocaron tres

redes de niebla (12m de largo x 2.6 de ancho y apertura de malla de 38 mm) y debido a las condiciones climáticas durante los días de muestreo (lluvias), su apertura se realizó únicamente una vez (abril 12, 2020), permaneciendo abiertas poco antes del atardecer (19:00 hr) y hasta las 23:00 horas, con intervalos de revisión de 30 minutos. Y el registro y grabación ultrasónica en tres puntos del predio, con una duración de 60 min cada uno, iniciando poco antes del anochecer, por ser este el periodo de mayor actividad de los murciélagos. Para la obtención de registros se empleó un *Echometer Touch* con la aplicación *Echometer Version 2.7* para IOS de Wildlife Acoustics INC. que identifica a la especie automáticamente de su base de datos.



Figura 50. Red de niebla colocada en el área de estudio y posterior registro de ejemplar.

En la figura siguiente es posible apreciar la ubicación de las redes instaladas:

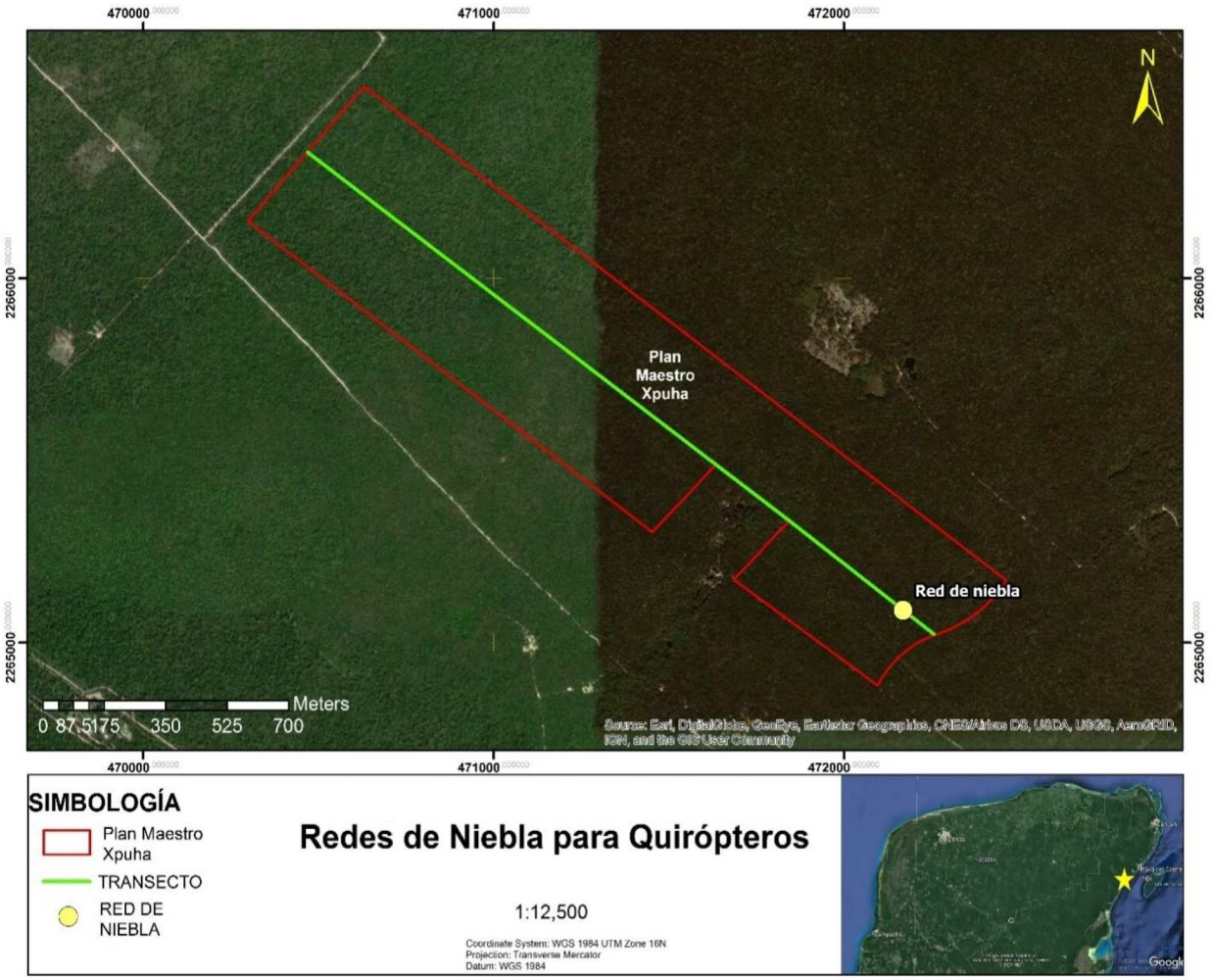


Figura 51. Ubicación del muestreo mediante redes de niebla.

Cuadro 29. Coordenadas de las redes de niebla.

Coordenadas UTM		
Inicio (Red de niebla 1)	472190.09 m E	2265073.44 m N
Fin (Red de niebla 3)	472149.72 m E	2265106.87 m N

Durante la captura de individuos, éstos fueron extraídos cuidadosamente de las redes y colocados momentáneamente en bolsas de tela para su posterior identificación. Se empleó la clave de campo de los Murciélagos Mexicanos (Medellín *et al.,* 2007) para la identificación de cada ejemplar a nivel de especie, además de registrar datos como la hora de captura, sexo, estado reproductivo en hembras (lactantes, inactivas, preñadas) y machos (inactivos, testículos escrotados), edad relativa (juvenil, subadulto, adulto), obtención del registro fotográfico y posteriormente se procedió a liberar al ejemplar.

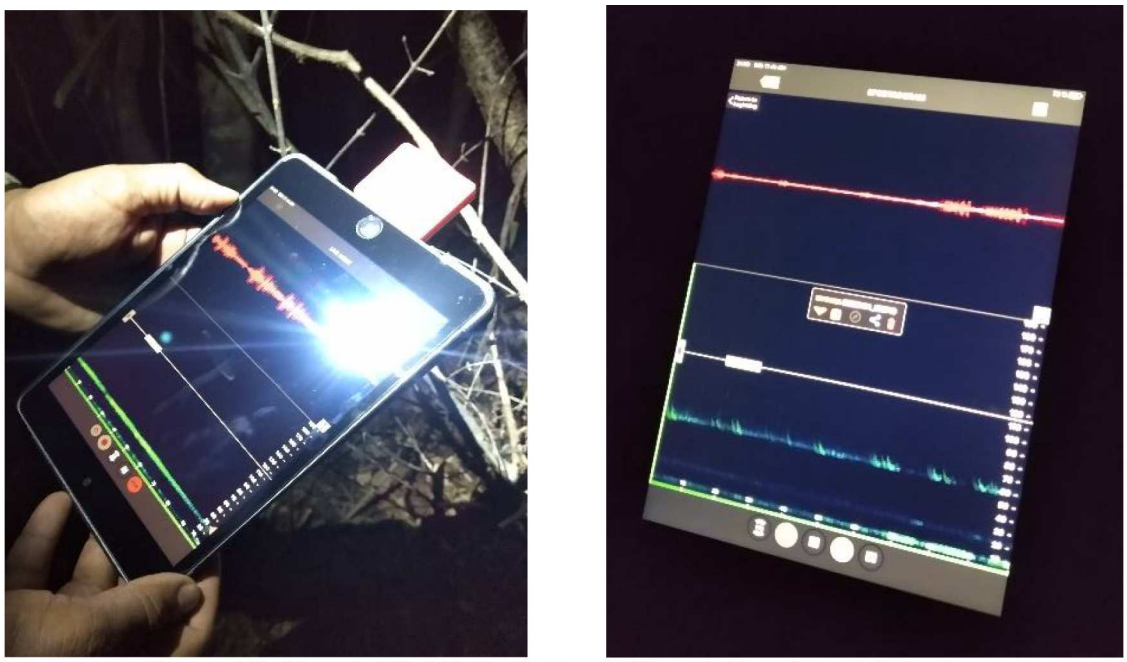


Figura 52. Uso del Bat Detector para ID acústica de quirópteros.



Figura 53. Ubicación del muestreo acústico de quirópteros (Bat Detector).

Cuadro 30. Ubicación de los puntos de muestreo acústico (Bat Detector).

Coordenadas UTM		
Bat D 1	472236.00 m E	2265051.00 m N
Bat D 2	471728.00 m E	2265428.00 m N
Bat D 3	470579.00 m E	2266267.00 m N

4.2.5 ANÁLISIS DE DATOS.

A partir de los datos obtenidos a través de los métodos previamente descritos, se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

- **Riqueza Específica**

Corresponde al número de especies que conforman la comunidad de un área determinada y se define con la letra “S”.

- **Abundancia**

En un sentido estricto, la abundancia se define como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Una forma de evaluar este aspecto es la densidad.

- **Densidad**

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie. La densidad definida con la letra “D” es el número de individuos de una especie presente en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa “Dr” o absoluta “Da”.

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

Dr=(número de individuos "X")/(total de individuos de todas las especies) x 100

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie “X” presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio y se calculó con la siguiente fórmula:

Da=(número de individuos de la especie "X ")/(área muestreada en m2) x 10,000

- **Frecuencia**

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente; por tanto, la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es

encontrada una especie en relación con el resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

FR=(Frecuencia de la especie X)/(suma de los valores de frecuencia de todas la especies) x 100

- **Índices de Valor de Importancia (I.V.I.)**

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies con base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de densidad y frecuencia a valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 200. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de las especies registradas, donde se compara cada especie con respecto a las restantes.

I.V.I=Densidad relativa + frecuencia relativa

- **Abundancia Relativa**

Para el cálculo de la abundancia relativa de las especies se realizó la relación proporcional de cada especie conforme a la especie con el mayor número de registros por grupo. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{Número\ de\ registro\ para\ la\ especie\ X}{Número\ de\ registros\ para\ la\ especie\ de\ mayor\ abundancia}\ x\ 100$$

Los valores obtenidos de la división son multiplicados por cien con la finalidad de generar un valor porcentual. De acuerdo con el porcentaje que presentó cada especie dentro de la muestra se determinó su abundancia para cada zona de estudio, clasificándolas en: abundantes, comunes, frecuentes, escasas y raras, para esto se tomó en cuenta la clasificación que propone Pettingill (1969) como se muestra a continuación:

- Abundante: 90 al 100%
- Común: 65 al 89% Siempre se ve, aunque en números menores.
- Frecuente: 31 al 64% Medianamente común, en números pequeños o no siempre vista.
- Escasa: 10 al 30% No común, vista pocas veces, pero no supone una sorpresa registrarla.
- Rara: 1 al 9% Su registro siempre es casual dentro de su rango de distribución.

Análisis de datos para redes de niebla

La abundancia relativa de las especies capturadas en las redes de niebla, por sitio analizado, se obtuvo a partir de la estimación de índices de captura por unidad de esfuerzo, es decir, dividiendo las abundancias de captura de cada especie entre el esfuerzo de captura (número de redes X número de horas activas X largo y ancho de las redes).

Esfuerzo de muestreo: El esfuerzo de captura se obtuvo multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

"m^2 de red x hora abierta= m^2 .h"

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

Numero de individuo/m^2 de red x hora abierta =ind/m^2.h

4.2.6 RESULTADOS

En el área de estudio se encontraron ejemplares pertenecientes a los cuatro grupos faunísticos objetivo: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, con un registro total de 80 especies, de las cuales la avifauna corresponde al grupo de mayor riqueza específica. Debido a su extensión, el listado total de especies registradas se integra como **Apéndice B: Listado de Fauna Silvestre Registrada.** Asimismo, en el **Apéndice C** se presenta el **catálogo fotográfico** de las especies registradas. A continuación, se muestra la proporción de los registros por grupo con relación al número total.

Cuadro 31. Número de especies por grupo faunístico.

Grupo	No. de especies	Porcentaje
Anfibios	4	5
Reptiles	9	11.25
Aves	47	58.75
Mamíferos terrestres	10	12.5
Quirópteros	10	12.5
Total	**80**	**100**



Como se aprecia en el gráfico, el grupo de las aves corresponde al mejor representado debido a su riqueza específica, seguido por los mamíferos (terrestres y voladores), los reptiles y, por último, los anfibios, con cuatro especies registradas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos respecto a cada grupo faunístico.

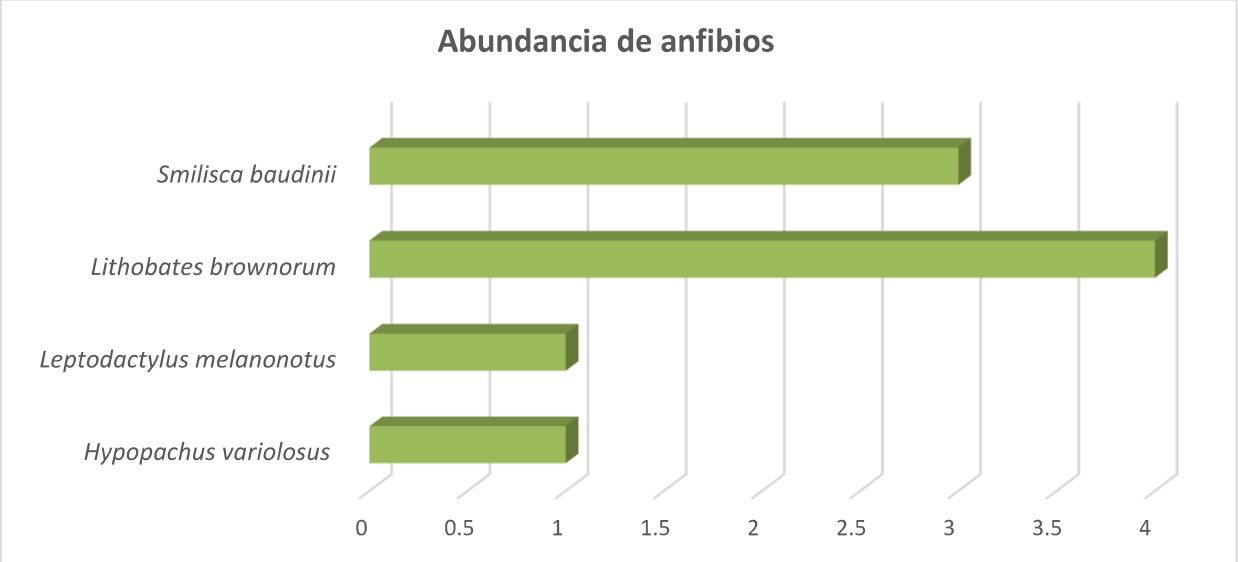
Anfibios

Se obtuvo el registro de cuatro especies de anfibios pertenecientes a tres familias. Así mismo, se detectaron ejemplares de rana leopardo *(L. brownorum*), especie que está catalogada en la NOM- 059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial (Pr). Ninguna de las especies registradas es endémica.

Cuadro 32. Especies de anfibios registrados en el área de estudio.

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM 059
1	Hylidae	*Hypopachus variolosus*	Sapo común	
2	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Ranita de hojarasca	
3	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita trompuda	
4	Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	Pr

A continuación, se presentan los datos correspondientes a la abundancia de las especies registradas:



Cabe destacar que la especie más abundante corresponde a *Lithobates brownorum,* especie con categoría de Pr de acuerdo con la NOM 059, con un total de cuatro individuos avistados.

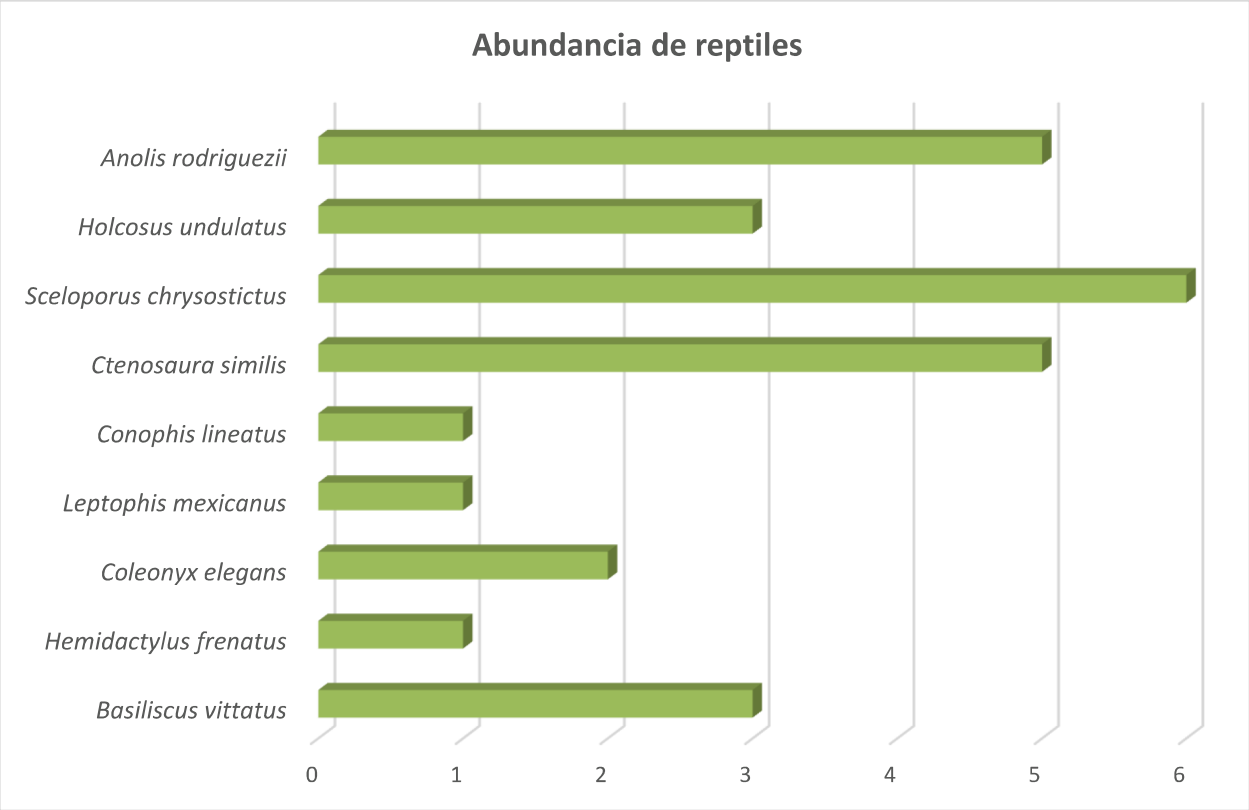
Reptiles

Para este grupo se registraron nueve especies pertenecientes a ocho familias. Cabe destacar que tres de las especies registradas poseen la categoría de Amenazadas (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo estas una iguana, un gecko y una serpiente. Adicionalmente, uno de los registros corresponde a una especie endémica de la Península de Yucatán (aunque muy abundante en su rango de distribución): la lagartija escamosa rayada (*Sceloporus chrysostictus*).

Cuadro 33. Especies de reptiles registradas en el área de estudio.

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM 059	ENDEMISMO
1	Dactyloidae	*Anolis rodriguezii*	Lagartija de abanico amarillo		
2	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris		
3	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco café		
4	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A	
5	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Gecko doméstico		
6	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Gecko leopardo	A	
7	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Merech		E
8	Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana	A	
9	Colubridae	*Conophis lineatus*	Culebra olivácea		

Como se muestra en el gráfico siguiente, las especies más abundantes durante el muestreo corresponden a *Sceloporus chrysostictus*, *Anolis rodriguezii* y *Ctenosaura similis,* con un rango de cinco a seis individuos observados por especie, mientras que para el resto se registraron de uno a tres individuos.



A pesar de que se observaron especies tolerantes a la perturbación antropogénica, como son la iguana rayada (*C. similis*) y el gecko doméstico (*H. frenatus*), la mayoría de los reptiles registrados en el área de estudio corresponden a especies que suelen encontrarse en áreas con un buen estado de conservación.

Aves

Respecto al grupo de las aves, durante el estudio se obtuvo el registro de un total de 47 especies, tanto residentes como invernales, pertenecientes a 26 familias. Como se mencionó anteriormente, debido a su extensión el listado total de las especies registradas se encuentra en el **Apéndice B-Listado de Fauna Silvestre Registrada.** No obstante, los datos obtenidos de avifauna se resumen a continuación:

Cuadro 34. Resumen de los registros de avifauna en el área de estudio.

Avifauna	Total	Porcentaje
Especies	47	100%
Familias	26	--
Especies protegidas NOM 059	6	13%

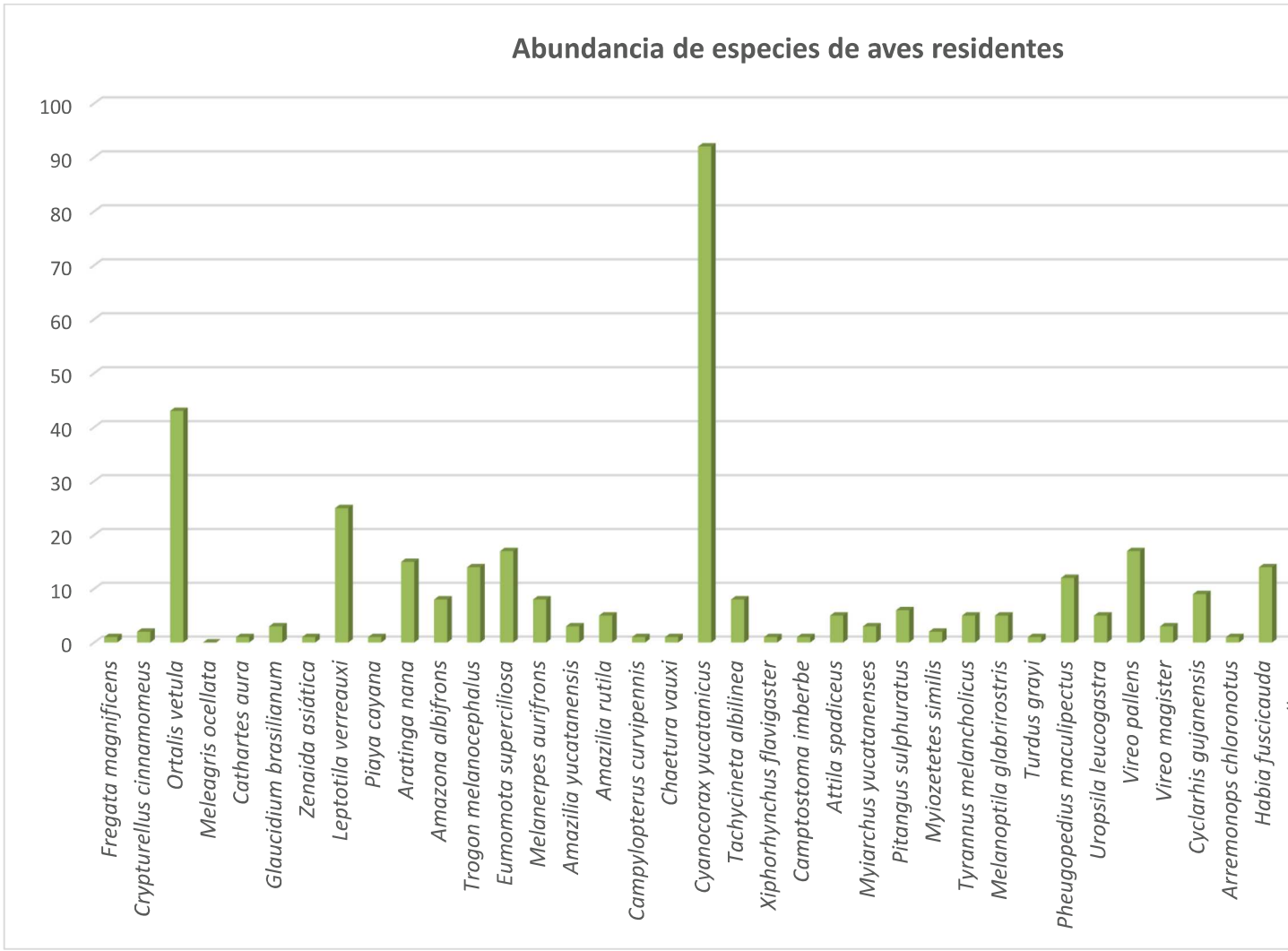
Avifauna	Total	Porcentaje
Especies Endémicas	6	
Aves acuáticas	1	2%
Aves terrestres	46	98%
Especies residentes	42	89%
Especies migratorias invernales	5	11%
Número de individuos registrados	367	100%

En lo que respecta a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron un total de seis, tratándose del Maullador negro (*Melanoptila glabirostris),* el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, el Loro frente blanca (*Amazona albifrons),* el Perico pecho sucio *(Eupsittula nana)* y el Tinamú (*Crypturellus cinnamomeus)* que poseen la categoría de Protección especial (Pr). Adicionalmente, el Pavo ocelado (*Meleagris ocellata)* fue registrado mediante una de la foto trampas colocadas, y su categoría en la NOM 059 corresponde a especie Amenazada (A).

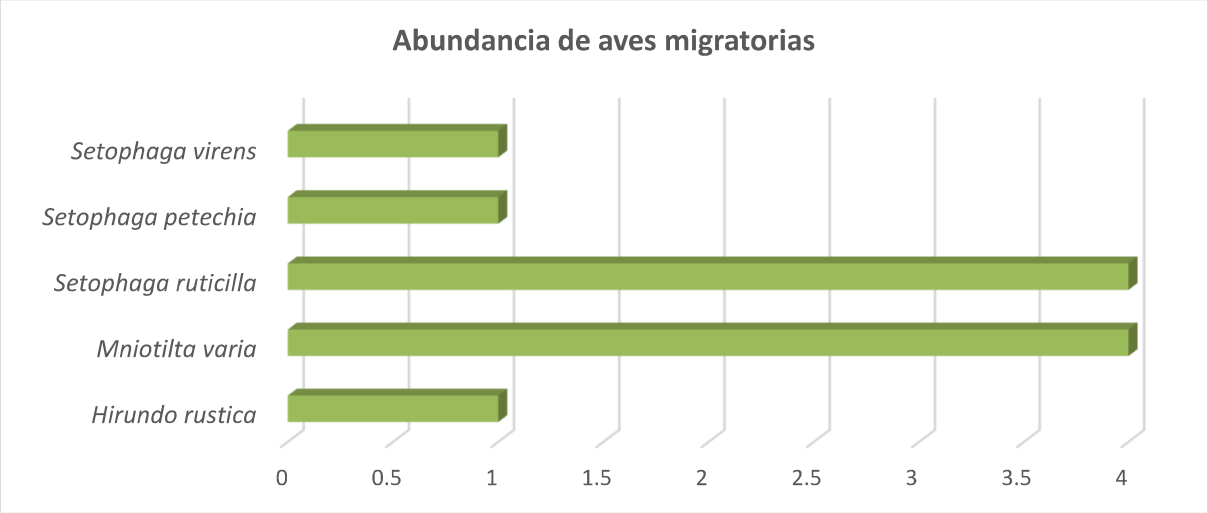
Por otra parte, en cuanto a **especies endémicas** de la Península se tienen las siguientes: el Maullador negro (*M. glabirostris*), el Loro frente blanca (*A. albifrons*), la Chara yucateca *(C. yucatanicus*), el Vireo manglero (*V. pallens*), el Bolsero yucateco (*I. auratus*) y el Pavo ocelado (*M. ocellata).*

Respecto a las aves residentes, existió una notable dominancia de la Chara yucateca (*C. yucatanicus*), de la cual se obtuvo el registro de 92 individuos, seguida por la Chachalaca (*O. vetula*) y la paloma arroyera (*L. verreauxi).*

En los gráficos que se muestran continuación, se visualizan los valores de abundancia correspondientes a las especies residentes y migratorias registradas.


Abundancia de especies de aves residentes
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Fregata magnificens
Crypturellus cinnamomeus
Ortalis vetula
Meleagris ocellata
Cathartes aura
Glaucidium brasilianum
Zenaida asiática
Leptotila verreauxi
Piaya cayana
Aratinga nana
Amazona albifrons
Trogon melanocephalus
Eumomota superciliosa
Melanerpes aurifrons
Amazilia yucatanensis
Amazilia rutila
Campylopterus curvipennis
Chaetura vauxi
Cyanocorax yucatanicus
Tachycineta albilinea
Xiphorhynchus flavigaster
Camptostoma imberbe
Attila spadiceus
Myiarchus yucatanenses
Pitangus sulphuratus
Myiozetetes similis
Tyrannus melancholicus
Melanoptila glabrirostris
Turdus grayi
Pheugopedius maculipectus
Uropsila leucogastra
Vireo pallens
Vireo magister
Cyclarhis gujanensis
Arremonops chloronotus
Habia fuscicauda

Por otra parte, en lo que respecta a las aves migratorias invernantes, se obtuvo el registro de cinco especies, siendo el Chipe trepador (*M. varia*) y el Pavito migratorio (*S. ruticilla*) aquellos que presentaron los valores de abundancia más altos, con cuatro individuos registrados, respectivamente.



Todos los registros de aves migratorias se obtuvieron en los días de muestreo correspondientes al mes de abril.

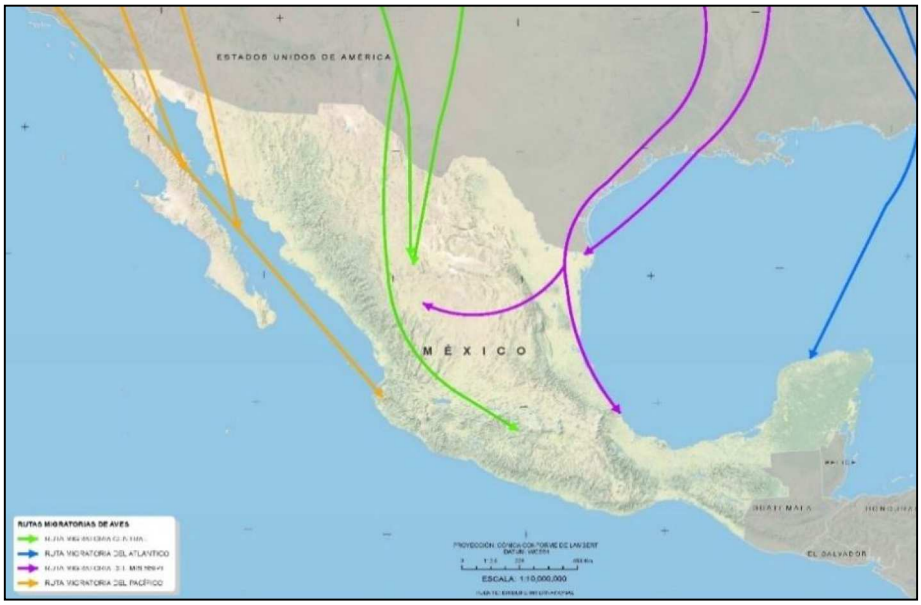


Figura 24. Principales rutas migratorias de la avifauna en México.

Mamíferos

Se obtuvo el registro de un total de 10 especies de mamíferos terrestres en el área de estudio, pertenecientes a 10 familias distintas, todos ellos detectados mediante las cámaras trampa, las cuales permanecieron activas durante un período de 43 días. Adicionalmente, una de las especies registradas mediante dicho método fue observada

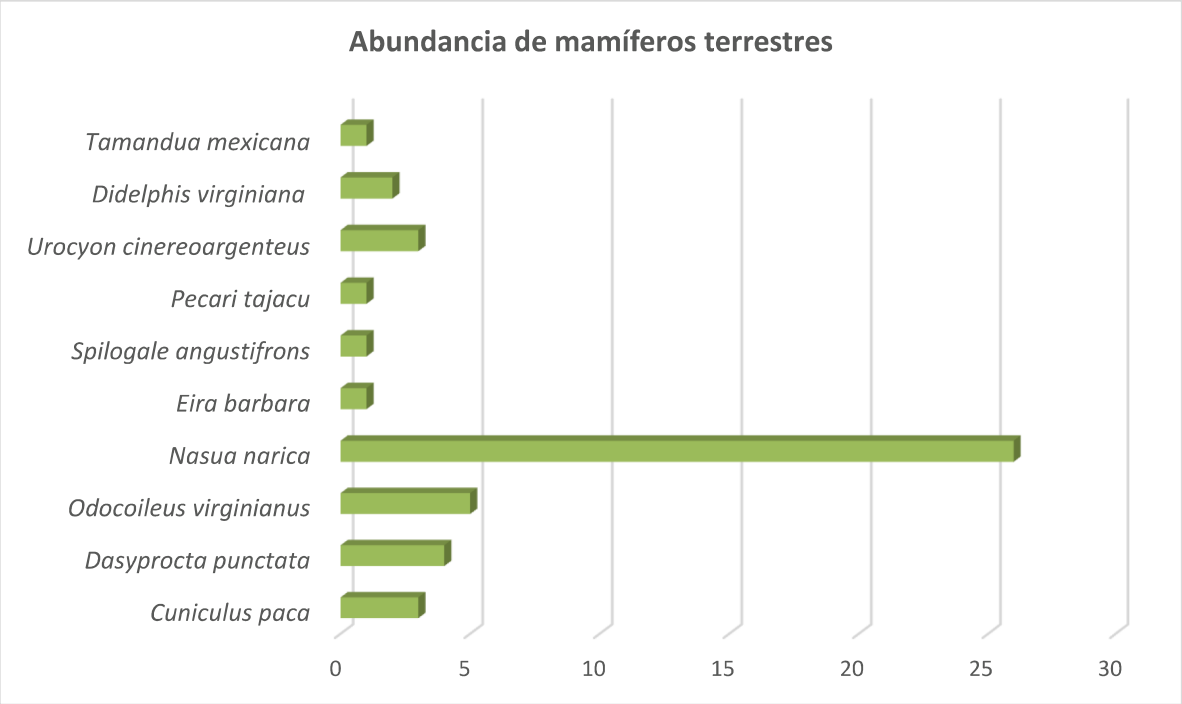
directamente a lo largo de un transecto, tratándose de un grupo de 20 individuos de Coatíes (*Nasua narica*). Así mismo, se encontraron excretas de Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), cuya presencia también fue confirmada mediante registro en las cámaras trampa.

Cabe destacar que el Viejo de monte (*E. barbara*) y el Oso hormiguero (*T. mexicana*) son especies catalogadas en Peligro de Extinción, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 35. Especies de mamíferos terrestres registradas en el área de estudio.

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM 059
1	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle	
2	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque	
3	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	
4	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	
5	Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de monte	P
6	Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo del sur	
7	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí	
8	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorro gris	
9	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	
10	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero	P

A continuación, se aprecia el número de individuos registrados por especie, siendo los Coatíes (*N. narica*) el mamífero más abundante, del cual se tuvo registro visual directo, así como mediante cámara trampa. En cuanto al resto de los mamíferos detectados, los valores de abundancia se mantuvieron en un rango de uno a cuatro individuos por especie.



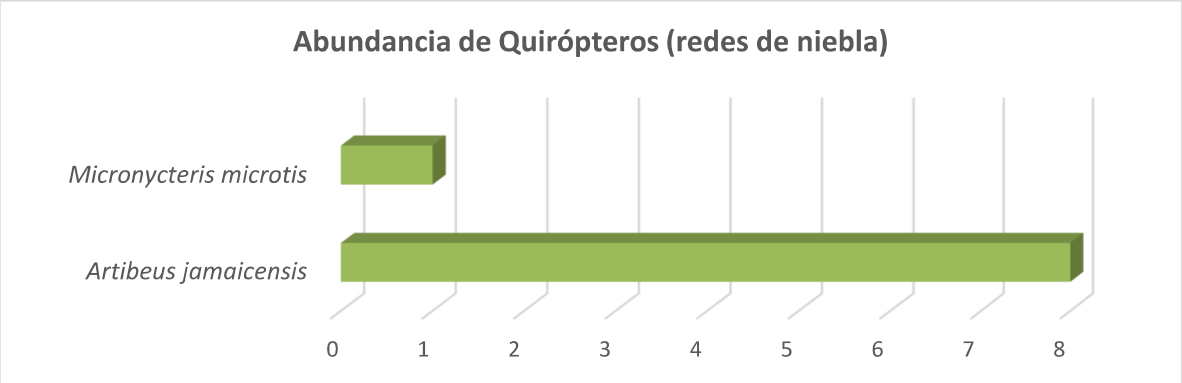
Mamíferos voladores (Quirópteros)

En lo que respecta a quirópteros o murciélagos, como resultado de la aplicación del método de identificación acústica y de la captura directa mediante redes de niebla, se obtuvo registro de un total de 10 especies, pertenecientes a cinco familias, como se muestra a continuación:

Cuadro 36. Especies de quirópteros registradas en el área de estudio.

NO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
1	Emballonuridae	*Diclidurus albus*	Murciélago blanco
2	Mormoopidae	*Pteronotus davyi*	Murciélago lomo pelón
3	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotón común
4	Mormoopidae	*Pteronotus personatus*	Murciélago bigotón de Wagner
5	Phyllostomidae	*Micronycteris microtis*	Murciélago
6	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de Jamaica
7	Vespertilionidae	*Eptesicus furinalis*	Murciélago moreno
8	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago patas peludas
9	Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro
10	Molossidae	*Molossus sinaloe*	Murciélago mastín sinaloense

Mediante el uso de redes de niebla fue posible registrar dos de las especies anteriores, correspondiendo a una captura de un total de 9 ejemplares, siendo el Murciélago frutero (*A. jamaicensis)* el más abundante, como se aprecia a continuación:



Cabe mencionar que ninguna de las especies enlistadas posee alguna categoría de protección (NOM 059), así como tampoco son endémicas de la región.

4.2.7 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA.

Anfibios

La riqueza específica para este grupo corresponde a un valor de cuatro, con una abundancia total de nueve individuos. La única especie identificada como abundante de acuerdo con los cálculos realizados corresponde a *Lithobates brownorum*, la cual posee la categoría de Protección especial (Pr).

Cuadro 37. Valores para el grupo de los anfibios.

Especie	Abundancia	AR	DR	FR	I.V.I.
Hypopachus variolosus	1	Escasa	11.11	25	50
Leptodactylus melanonotus	1	Escasa	11.11	25	50
Lithobates brownorum	4	**Abundante**	44.44	25	50
Smilisca baudinii	3	Común	33.33	25	50
TOTAL	9		100	100	200
Riqueza específica	**4**				

AR= Abundancia Relativa, DR= Densidad relativa, I.V.I. índice de valor de importancia.

Diversidad de anfibios

La diversidad de los anfibios fue de baja a media de acuerdo con el índice de Shannon el cual fue igual a 1.215.

Cuadro 38. Valores de diversidad Anfibios.

Índice	Valor
Shannon (H´)	1.215
Simpson (D)	0.666

Reptiles

En lo que respecta a los reptiles, se obtuvo un valor de riqueza específica de nueve, con un total de 27 individuos registrados. Cabe destacar que las especies endémicas *Sceloporus chrysostictus* y *Ctenosaura similis* corresponden a las mejor representadas durante el muestreo, con 6 y 5 individuos, respectivamente.

Cuadro 39. Valores para el grupo de los reptiles.

Especie	Abundancia	AR	DR	FR	I.V.I.
Basiliscus vittatus	3	Frecuente	11.11	15.38	26.49
Coleonyx elegans	2	Frecuente	7.40	7.69	15.09
Leptophis mexicanus	1	Escasa	3.70	7.69	11.39
Conophis lineatus	1	Escasa	3.70	7.69	11.39
Ctenosaura similis	5	Común	18.51	15.38	33.90
Sceloporus chrysostictus	6	**Abundante**	22.22	15.38	**37.61**
Holcosus undulatus	3	Frecuente	11.11	7.69	18.80
Anolis rodriguezii	5	Común	18.51	15.38	33.90
Hemidactylus frenatus	1	Escasa	3.70	7.69	11.39
TOTAL	27		100	100	200
Riqueza específica	**9**				

AR= Abundancia Relativa, DR= Densidad relativa, I.V.I. índice de valor de importancia

Diversidad de reptiles

La diversidad de los reptiles fue media de acuerdo con el índice de Shannon el cual fue igual a 2.

Cuadro 40. Valores de diversidad Reptiles

Índice	**Valor**
Shannon (H´)	2
Simpson (D)	0.847

Aves

Para realizar los análisis correspondientes al grupo de la avifauna, se procedió a analizar de forma independiente a las especies de acuerdo con su estacionalidad, teniendo así dos grupos: aves residentes y aves migratorias. Lo anterior parte de considerar que las aves migratorias únicamente permanecen un cierto periodo de tiempo en la zona, y en caso de realizar el monitoreo en periodos en los cuales estas no se encuentran, puede ocasionar que los índices de riqueza y abundancia carezcan de precisión.

Especies residentes

Respecto a este grupo, se obtuvo una riqueza específica de 42 especies, con una abundancia total correspondiente a 356 individuos detectados. Para la Chara yucateca (*C. yucatanicus*) se obtuvo un alto valor de abundancia, tratándose de 92 individuos

registrados, en contraste con el resto de las especies, teniendo que para la mayoría de las especies (69 %) se obtuvieron abundancias que oscilan en un rango de 1 a 6 individuos registrados, correspondiendo a especies “Raras”, de acuerdo con los cálculos de abundancia relativa.

Cuadro 41. Valores para el grupo de las aves residentes.

Especie	Abundancia	AR	DR	FR	I.V.I.
Fregata magnificens	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Crypturellus cinnamomeus	2	Rara	0.56	1.23	1.79
Ortalis vetula	43	**Frecuente**	0.28	6.79	**18.87**
Meleagris ocellata	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Cathartes aura	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Glaucidium brasilianum	3	Rara	0.84	1.85	2.69
Zenaida asiática	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Leptotila verreauxi	25	**Frecuente**	7.02	8.02	**15.05**
Piaya cayana	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Aratinga nana	15	Escasa	4.21	1.23	5.45
Amazona albifrons	8	Rara	2.24	1.231	3.48
Trogon melanocephalus	14	Escasa	3.93	7.41	11.34
Eumomota superciliosa	17	Escasa	4.77	6.17	10.95
Melanerpes aurifrons	8	Rara	2.24	4.32	6.57
Amazilia yucatanensis	3	Rara	0.84	1.85	2.69
Amazilia rutila	5	Rara	1.40	2.47	3.87
Campylopterus curvipennis	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Chaetura vauxi	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Cyanocorax yucatanicus	92	**Abundante**	25.84	9.26	**35.10**
Tachycineta albilinea	8	Rara	2.24	1.23	3.48
Xiphorhynchus flavigaster	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Camptostoma imberbe	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Attila spadiceus	5	Rara	1.40	0.62	2.02
Myiarchus yucatanenses	3	Rara	0.84	1.85	2.69
Pitangus sulphuratus	6	Rara	1.68	2.47	4.15
Myiozetetes similis	2	Rara	0.56	1.23	1.79
Tyrannus melancholicus	5	Rara	1.40	1.85	3.26
Melanoptila glabrirostris	5	Rara	1.40	1.85	3.26
Turdus grayi	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Pheugopedius maculipectus	12	Escasa	3.37	4.94	8.31
Uropsila leucogastra	5	Rara	1.40	3.70	5.11
Vireo pallens	17	Escasa	4.77	5.56	10.33
Vireo magister	3	Rara	0.84	1.85	2.69
Cyclarhis gujanensis	9	Escasa	2.52	4.32	6.85

Especie	Abundancia	AR	DR	FR	I.V.I.
Arremonops chloronotus	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Habia fuscicauda	14	Escasa	3.93	1.85	5.78
Icterus cucullatus	3	Rara	0.84	1.23	2.08
Icterus gularis	1	Rara	0.28	0.62	0.89
Icterus auratus	2	Rara	0.56	0.62	1.18
Dives dives	3	Rara	0.84	1.85	2.69
Amblycercus holosericeus	6	Rara	1.68	3.09	4.77
Caprimulgidae	1	Rara	0.28	0.62	0.89
TOTAL	356		100	100	200
Riqueza específica	**42**				

AR= Abundancia Relativa, DR= Densidad relativa, I.V.I. índice de valor de importancia

De acuerdo con el cuadro anterior, *C. yucatanicus, O. vetula* y *L. verreauxi* son las únicas para las que se determinaron abundancias relativas como especie Abundante y frecuente, y se caracterizan por poseer cierta tolerancia a la perturbación antropogénica.

Especies migratorias

Respecto a aves migratorias, se tuvo una riqueza específica de cinco, con una abundancia total de 11 individuos registrados. Lo anterior se conforma por una especie de golondrina (*H. rustica*) y cuatro Chipes migratorios. Los registros de estas especies se obtuvieron a finales del mes de abril (2020), debido a lo cual se puede inferir el bajo número de especies e individuos, al tratarse de la etapa final del período de migración.

Cuadro 42. Valores para el grupo de las Aves Migratorias.

CEspecie	Abundancia	AR	DR	FR	I.V.I.
Hirundo rustica	1	Escasa	9.09	14.29	23.38
Mniotilta varia	4	**Abundante**	36.36	14.29	**50.658**
Setophaga ruticilla	4	**Abundante**	36.36	42.87	**79.238**
Setophaga petechia	1	Escasa	9.09	14.29	23.38
Setophaga virens	1	Escasa	9.09	14.29	23.38
TOTAL	11		100	100	200
Riqueza específica	**5**				

AR= Abundancia Relativa, DR= Densidad relativa, I.V.I. índice de valor de importancia

Diversidad Aves

La diversidad de las aves fue alta de acuerdo con el índice de Shannon el cual fue igual a 3.

Cuadro 43. Valores de diversidad Aves.

Índice	Valor
Shannon (H´)	3
Simpson (D)	0.904

Mamíferos

Mediante el método pasivo de cámaras trampa, se obtuvo el registro correspondiente a una riqueza específica de 10 mamíferos terrestres, con una abundancia total de 47 individuos. Cabe resaltar que *Nasua narica* es la única especie identificada como Abundante, mientras que el resto obtuvieron la categoría de especies escasas y raras. En general, se considera que la riqueza de mamíferos terrestres registrada en el sitio es alta.

Cuadro 44. Valores para el grupo de los mamíferos terrestres.

CEspecie	Abundancia	AR	DR	FR	I.V.I.
Cuniculus paca	3	Escasa	6.38	5.56	11.94
Dasyprocta punctata	4	Escasa	8.51	11.11	19.62
Odocoileus virginianus	5	Escasa	10.63	16.67	27.30
Nasua narica	26	**Abundante**	55.31	22.22	**77.54**
Eira barbara	1	Rara	2.12	5.56	7.68
Spilogale angustifrons	1	Rara	2.12	5.56	7.68
Pecari tajacu	1	Rara	2.12	5.56	7.68
Urocyon cinereoargenteus	3	Escasa	6.38	11.11	17.49
Didelphis virginiana	2	Rara	4.25	11.11	15.37
Tamandua mexicana	1	Rara	2.12	5.56	7.68
TOTAL	47		100	100	200
Riqueza específica	**10**				

AR= Abundancia Relativa, DR= Densidad relativa, I.V.I. índice de valor de importancia

Diversidad mamíferos terrestres

La diversidad de los mamíferos fue media de acuerdo con el índice de Shannon el cual fue igual a 1.58.

Cuadro 45. Valores de diversidad Mamíferos terrestres

Índice	Valor
Shannon (H´)	1.58
Simpson (D)	0.663

Análisis de riqueza y abundancia del grupo Quirópteros

Debido a que las grabaciones con el Bat detector, solamente nos permiten registrar las especies presentes más no su abundancia, los cálculos que se muestran en la siguiente Tabla, únicamente se consideran las especies y número de individuos registrados mediante su captura con redes de niebla, teniendo una riqueza específica de dos, con una abundancia total de nueve individuos.

Sin embargo, cabe destacar que la riqueza específica obtenida mediante ambos métodos (captura directa y método acústico) corresponde a 10, y la lista total de especies

registradas se encuentra en el apartado **de Mamíferos Voladores**, en la sección previa de Resultados.

Cuadro 46. Valores para el grupo de los quirópteros (especies registradas mediante redes).

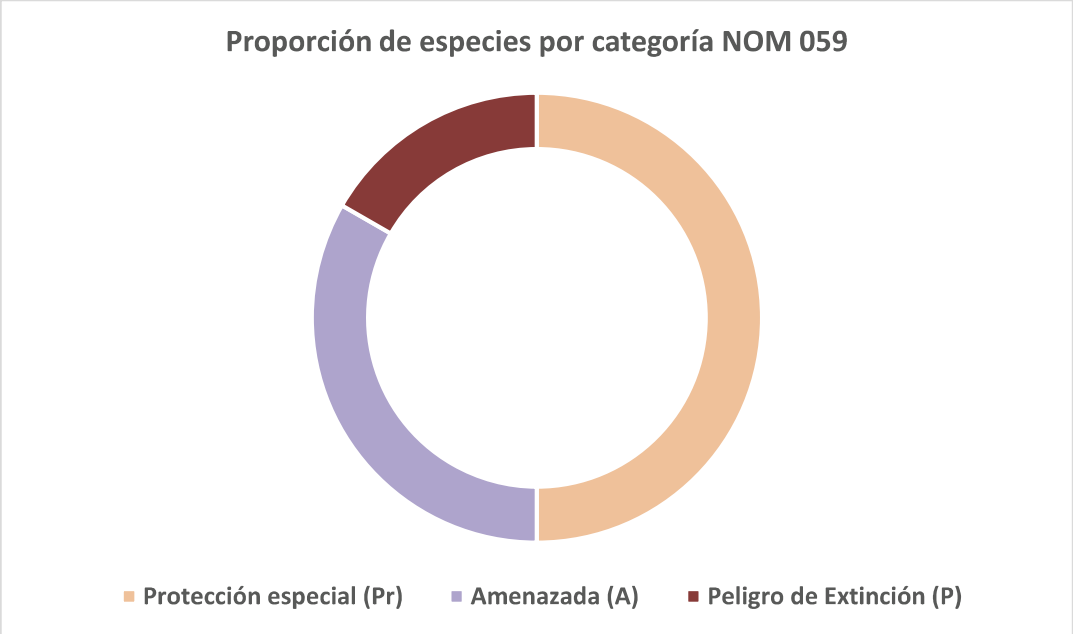
Especie	Abundancia	AR	DR	FR	I.V.I.
Micronycteris microtus	1	Escasa	11.11	75.00	163.89
Artibeus jamaicensis	8	Abundante	88.88	25.00	36.11
TOTAL	9		100	100	200
Riqueza específica	**2***				

AR= Abundancia Relativa, DR= Densidad relativa, I.V.I. índice de valor de importancia *Riqueza específica de quirópteros detectados únicamente mediante el método de captura con redes de niebla.

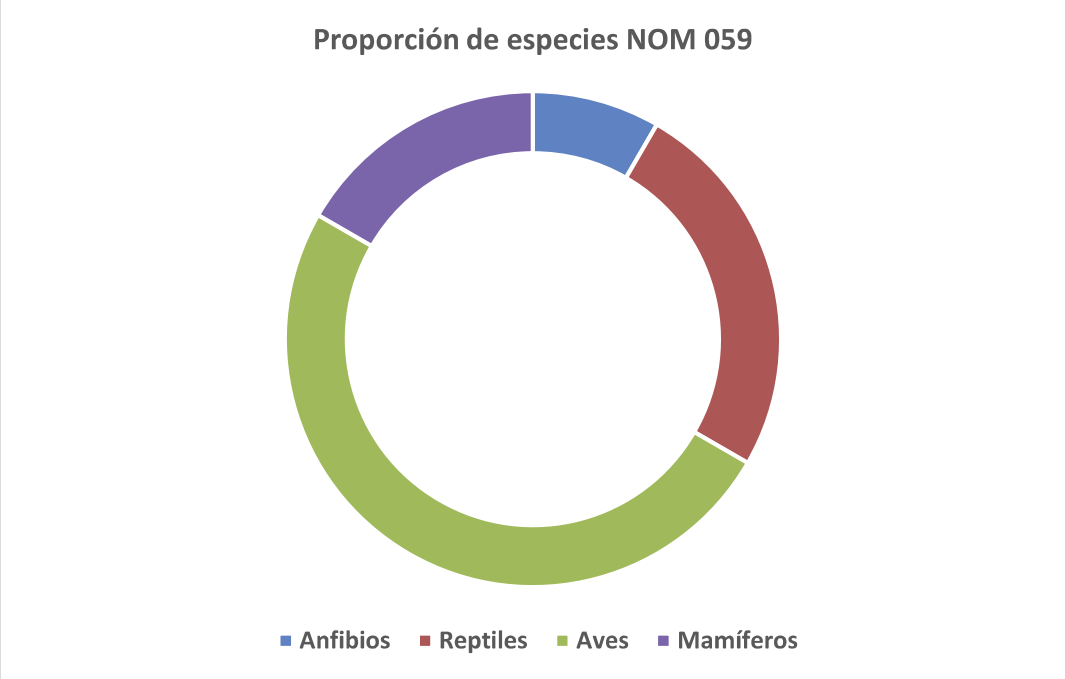
4.2.8 ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el presente estudio se registró un total de 12 especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, pertenecientes a los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos terrestres. Dichas especies se encuentran dentro de alguna de las siguientes tres categorías: Peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y sujetas a Protección especial (Pr).

A continuación, se muestra la proporción de especies registradas por categoría, siendo Pr la mejor representada:



Por otra parte, el gráfico siguiente muestra el porcentaje de especies por grupo faunístico que se encuentran dentro de alguna categoría NOM 059, teniendo que el grupo de avifauna fue el que registró un mayor número de especies incluidas en la Norma:



A continuación, se enlistan las especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos terrestres registrados en el área de estudio, así como su categoría **en la NOM-059-SEMARNAT-2010** correspondiente:

Cuadro 47. Listado de especies de fauna silvestre incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Especie	Nombre común	Estatus NOM 059
Anfibios	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	**Pr**
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	**A**
	Coleonyx elegans	Gecko leopardo	**A**
	Leptophis mexicanus	Culebra perico mexicana	**A**
Aves	*Melanoptila glabirostris*	Maullador negro	**Pr**
	Vireo pallens	Vireo manglero	**Pr**
	Meleagris ocellata	Pavo ocelado	**A**
	Amazona albifrons	Loro frente blanca	**Pr**
	Crypturellus cinnamomeus	Tinamú	**Pr**
	Eupsittula nana	Perico pecho sucio	**Pr**
Mamíferos	*Eira barbara*	Viejo de monte	**P**
	Tamandua mexicana	Oso hormiguero	**P**

A=Amenazada, Pr= Protección especial, P=Peligro de extinción

Cabe destacar que 12 especies en la NOM 059 corresponde al 15% del total de especies registradas. Por ello, se reitera la importancia de ejecutar las acciones necesarias de mitigación que contribuyan a minimizar los impactos negativos sobre estas especies, y el resto.

Las coordenadas de avistamiento de las especies NOM 059 fueron registradas empleando un GPS, con lo cual ha sido posible generar el siguiente mapa:

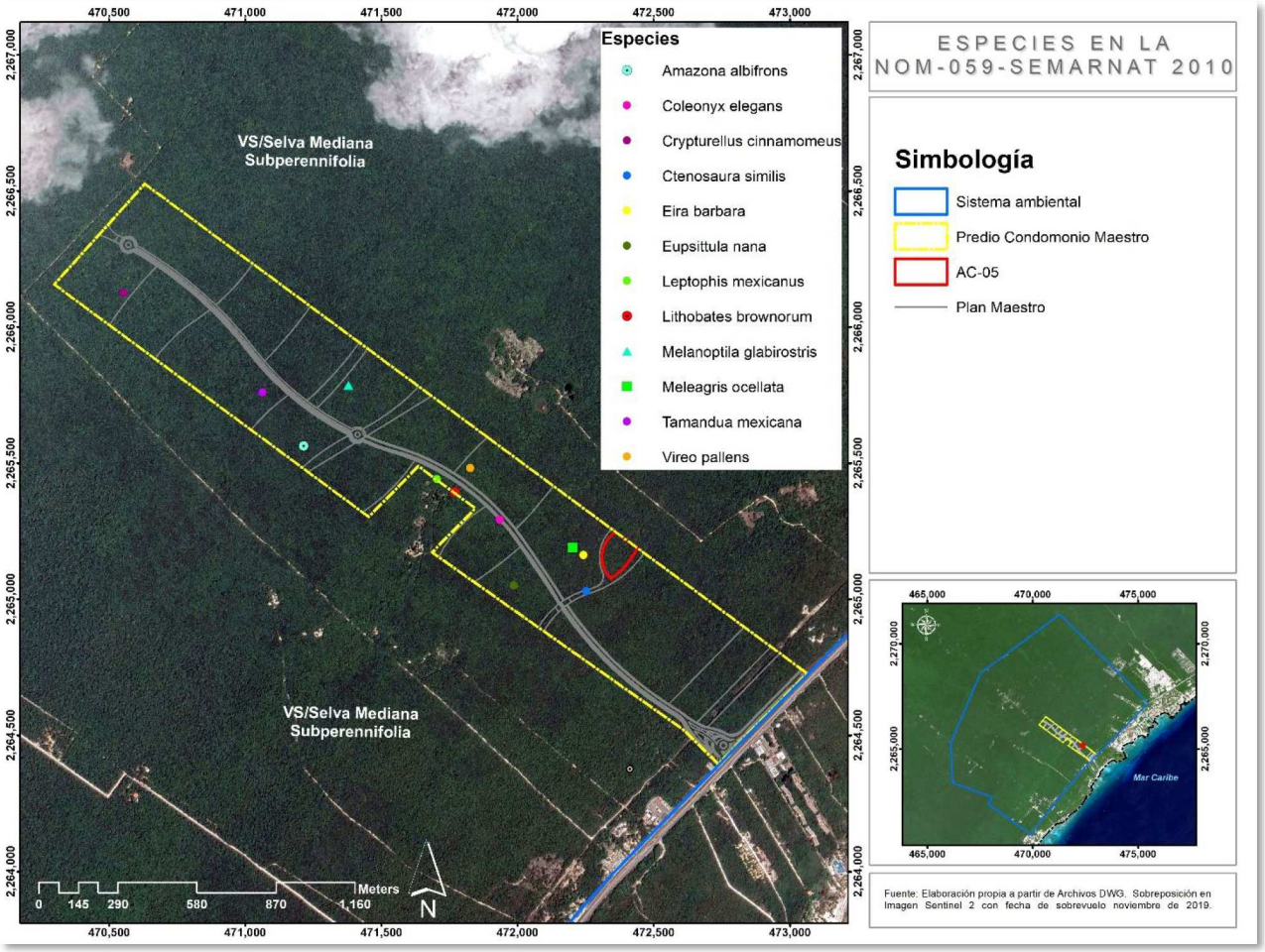


Figura 25. Ubicación de avistamiento de las especies NOM 059.

4.2.9 ESPECIES ENDÉMICAS.

Durante el presente estudio se registraron ocho especies endémicas de la Península de Yucatán, representadas únicamente por los grupos de reptiles y aves, como se enlista a continuación:

Cuadro 48. Especies registradas endémicas en la Península de Yucatán.

Grupo	Especie	Nombre común	Endemismo
Reptiles	*Sceloporus chrysostictus*	Merech	E
Aves	*Melanoptila glabirostris*	Maullador negro	E
	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	E
	Vireo pallens	Vireo manglero	E
	Meleagris ocellata	Pavo ocelado	E
	Icterus auratus	Bolsero yucateco	E

Grupo	Especie	Nombre común	Endemismo
	Amazona albifrons	Loro frente blanca	E

Cabe aclarar que al referir la Península de Yucatán se abarcan los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, así como Belice y el denominado Petén Guatemalteco.

4.2.10 DISCUSIÓN.

Considerando que durante el muestreo se logró el registro de un total de 80 especies pertenecientes a los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos (terrestres y voladores), dichos resultados conforman un indicador de que las condiciones actuales del área de estudio ofrecen sitios de refugio y recursos alimenticios a la fauna silvestre.

El grupo mejor representado corresponde al de las aves, con un total de 47 especies, destacando que seis de estas son endémicas de la Península. Así mismo, se presume que el área ofrece las condiciones necesarias para que las aves migratorias también hagan uso de ella de forma transitoria. En cuanto al desarrollo del proyecto, se espera que el grupo de la avifauna no sea impactado de una forma relevante, tomando en cuenta que los individuos podrán desplazarse fácilmente a sitios aledaños durante los períodos de mayor perturbación antropogénica, así como establecerse nuevamente en las áreas del proyecto que conserven su vegetación.
De acuerdo con lo observado, es posible prever que el grupo de la herpetofauna sea el más vulnerable respecto al desarrollo del proyecto, considerando que algunas de las especies avistadas, incluyendo ranas y geckos como *H. variolosus* y *C. elegans*, respectivamente, son individuos de lento desplazamiento, lo cual potencialmente dificultará su pronta movilidad hacia áreas aledañas en los momentos de preparación del sitio y construcción, e incrementará las posibilidades de que los ejemplares de este grupo sean dañados si no se ejecutan las acciones de mitigación apropiadas. Adicionalmente, tres especies de reptiles registrados se encuentran catalogados como Amenazados (entre ellos el gecko leopardo *C. elegans*), y un anfibio bajo Protección especial.

En cuanto a mamíferos terrestres, el método consistente en la colocación de cámaras trampa permitió el registro de un total de 10 especies, lo cual puede considerarse como un valor de riqueza alto para el sitio. Respecto a este grupo, destaca la detección de dos especies cuya categoría corresponde a especies en Peligro de extinción (NOM 059), siendo estas el viejo de monte (*E. barbara)* y el oso hormiguero (*T. mexicana)*. En particular, este último también puede ser considerado como una especie de lento desplazamiento, por lo que se reitera la importancia de ejecutar pronta y apropiadamente acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, que contribuyan a salvaguardar a los individuos de las especies que, en sí mismas, ya se consideran como vulnerables debido a su estatus de protección.

Por último, en lo que respecta a quirópteros, el método de identificación acústica permitió la detección de una riqueza de especies elevada en contraste con el método de redes de niebla, mediante el cual únicamente se obtuvo la captura de dos especies, y un total de nueve individuos. Lo anterior resulta relevante para dar continuidad a la aplicación de metodologías como lo es el uso del Bat Detector, mediante el cual se registraron un total

de 10 especies de quirópteros en el presente estudio. Con relación al proyecto, no se estima que los quirópteros sean un grupo impactado negativamente de forma importante, considerando que podrán desplazarse fácilmente a zonas continuas que les ofrezcan características necesarias de alimento y refugio. No obstante, cabe destacar que la modificación y pérdida del hábitat implicará un esfuerzo adicional de desplazamiento y adaptación para las especies de todos los grupos faunísticos.

4.2.11 CONCLUSIONES.

- El área de estudio provee de alimento y refugio a especies de fauna silvestre pertenecientes a los grupos de: anfibios, reptiles, aves, mamíferos terrestres y quirópteros, ya que fue posible detectar en ella a individuos de todos los grupos faunísticos mencionados, teniendo un total de 80 especies registradas.
- La composición faunística del área de estudio corresponde a sitios con poca perturbación antropogénica, y en general, un buen estado de conservación.
- Considerando que el 15% de las especies registradas posee alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM 059 SEMARNAT 2010, deben ejecutarse actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre.
- Se prevé que el grupo más vulnerable a ser impactado negativamente durante la fase de preparación del sitio y construcción corresponde a la herpetofauna, considerando que especies como el Gecko leopardo (C. elegans) y la Rana manglera (H. variolosus), entre otras, son de lento desplazamiento.
- El área del predio representa una zona de alimentación y refugio no solo para aves residentes sino también para las migratorias, ya que algunas de estas fueron registradas durante el muestreo aún en la temporada final de migración.
- El registro de 8 especies endémicas de la Península de Yucatán, tratándose de aves y reptiles, es un indicador del buen estado de conservación del área.
- La presencia en el sitio de al menos dos especies bajo la categoría de Peligro de extinción (NOM 059 SEMARNAT 2010), tratándose del Viejo de monte (E. barbara) y el Oso hormiguero (T. mexicana), acentúan la importancia de ejecutar monitoreos posteriores al presente para evaluar el estado de las poblaciones de dichas especies a lo largo del tiempo y una vez el proyecto se encuentre operando.
- La aplicación de medidas de protección y mitigación son necesarias para salvaguardar el área que conservará su vegetación, con el objetivo de que esta no pierda las características que la hacen habitable para la fauna silvestre.
- La concientización ambiental jugará un rol importante para el personal laboral y transitorio involucrado con el proyecto, a fin de destacar la importancia de las especies de fauna que habitan y/o transitan en el área y por lo tanto, la conservación de su hábitat.

4.2.12 RECOMENDACIONES.

a) Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, es indispensable ejecutar un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Lo anterior es de relevancia particular para el grupo de herpetofauna (anfibios y reptiles) y mamíferos terrestres, tomando en cuenta que algunas de las especies

registradas en el área del proyecto se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT- 2010.

b) En cuanto a la superficie que no será sujeta a cambio de uso de suelo, se sugiere vigilar de manera estricta que dichas áreas con vegetación se conserven en buen estado, con el objetivo de permitir que la fauna silvestre haga uso de estas.

c) Limitar el paso de personas a las zonas con vegetación. Para ello puede hacerse uso de señalamientos.

d) Ejecutar programas de manejo de residuos, señalización, limpieza y concientización ambiental acordes al proyecto, a los que el personal laboral dé cumplimiento. Es relevante que el personal sea consciente de la importancia de contribuir a la conservación de la fauna silvestre que potencialmente siga habitando y/o transitando el área en cuestión.

e) Implementar actividades de vigilancia que aseguren la conservación de las especies en el área del proyecto, evitando el tráfico y caza de fauna silvestre.

f) Se recomienda realizar monitoreos de fauna silvestre posteriores al presente estudio, con el fin de detectar cambios en la composición de especies a través del tiempo, y como resultado de la implementación del proyecto. Lo anterior a su vez permitirá plantear nuevas medidas de mitigación necesarias, lo cual resulta de particular relevancia en cuanto a las especies protegidas y endémicas.

5 PAISAJE.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

Conforme a lo anterior, en el Sistema Ambiental se encuentran cuatro unidades ambientales, la primera corresponde a vegetación secundaria arbórea y arbustiva, la segunda a selva mediana subperennifolia. La tercera es índole natural también y se trata de cuerpos de agua identificados en el sistema ambiental. La cuarta y última son los elementos antrópicos como lo urbano construido, brechas y caminos, así como áreas sin vegetación aparente y áreas desprovistas de vegetación.

A continuación, se procede a la descripción de las unidades ambientales del SA.

Vegetación natural: Como se ha descrito líneas arriba, la vegetación natural presente el SA representa el 94.96% de este, y está conformada por vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia, y vegetación de selva mediana subperennifolia. De estas la la selva mediana subperennifolia ofrece mayores servicios ecosistémicos para la flora y fauna, ya que la vegetación secundaria es mayormente hábitats por especies adaptadas a las condiciones de perturbación.

Cuerpos de agua: Esta categoría corresponde a cenotes dentro del sistema ambiental, ocupando una superficie de 5,658.80 m^2 (el 0.01%).

Elementos antrópicos: Esta unidad ambiental corresponde al 5.03% del SA. En esta se encuentran agrupados el uso urbano construido, brechas y caminos, áreas sin vegetación aparente, así como áreas desprovistas de vegetación.

Conforme a lo anterior, se determina que, en el SA definido para el proyecto, predomina rasgos paisajísticos de tipo natural con elementos antrópicos, ya que de acuerdo con el análisis los elementos naturales ocupan un 94.97% de la superficie del SA y un 5.03% los elementos antrópicos.

5.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

De acuerdo con la guía de la MIA-P establecida por la SEMARNAT, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, se define como sigue:

Cuadro 54. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje.

La visibilidad	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
La calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.

La fragilidad del paisaje	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

Actividad	Aplicación al proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu–Ha Beach"
Área de estudio y zona de influencia.	El predio corresponde a la AC-05 donde se pretende llevar a cabo la instalación de la Planta de Tramiento de Aguas Residuales del Condominio Maestro X pu Ha – Beach. El área de estudio es el predio de Condominio Maestro Xpu ha Beach, que se encuentra conformado por 16 Manzanas de uso habitacional y ecoturísticos y 13 Manzanas definidas como de conservación y usos comunes. La zona de influencia se refiere al Sistema Ambiental definido para el proyecto que abarca una porción terrestre con una superficie de 5,383.03 Ha. Dentro de este sistema ambiental se definió un área de estudio donde quedó inserto el proyecto que se propone. El SA se encuentra con áreas de vegetación natural, zonas con infraestructura y sin vegetación. En general tiene cierta fragmentación que puede catalogarse como una fragmentación bajo.
Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores.	La concentración demográfica más cercana se encuentra al Norte, es el centro de población de Aventuras. La accesibilidad a la AC-05 es por la Carretera Fedarl N°307 en dirección al Oeste en una vialidad autorizada como parte de la Urbanización de Condominio Maestro Xpu Ha Beach. El paisaje que los observadores perciben es el de una zona de vegetación.

Actividad	Aplicación al proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu–Ha Beach"
	Las personas que lograrán percibir el desarrollo del proyecto, serán los trabajadores que estarán involucrados en la construcción e instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales. Así como las personas que transiten en la vialidad de condominio maestro existente hacia las manzanas, que más adelante comenzaran su construcción.
Componente central y componentes restantes: unidades de paisaje (UP)	Para definir el componente central de este proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que transitan por el área de estudio y del SA lo hacen caminando, o bien, a través de vehículos terrestres. La vegetación y uso de suelo donde se proponen las obras, son el componente central para el análisis del paisaje de la zona de influencia y el predio del proyecto. De ahí que en la zona de influencia terrestre hay cuatro unidades de paisaje donde la infraestructura y las áreas sin vegetación rompen la continuidad del paisaje, estas unidades son: vegetación secundaria arbórea y arbustiva y vegetación de selva mediana subperennifolia, así como urbano costruido, cuerpos de agua, brechas y caminos, áreas desprovistas de vegetación y áreas sin vegetación aparente.
Controlar las condiciones de visibilidad	La visibilidad del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que se pueda apreciar por los observadores que transitan por la Carretera Federal N° 307 y la vialidad del condóminio maestro. Las actividades no son percibidas desde la carretera debido a que esta se encuentra a 785 m con rumbo al Oeste partiendo de Éste. E l proyecto será perceptible durante la etapa de construcción sólo por el personal, por el equipo y maquinaria que serán empleados.
Análisis de calidad y fragilidad paisajística	Calidad del paisaje El desarrollo del proyecto quedará inmerso en un SA que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo haitacional. Este se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marque el PDU del municipio de solidaridad. Fragilidad

Actividad	Aplicación al proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu–Ha Beach"
	Se valora la fragilidad en función de los factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto específico considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación y accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde los núcleos de observadores. A nivel del SA, la unidad de paisaje con vegetación mejor conservada es la vegetación de selva mediana subperennifolia, por lo que tienen un valor de fragilidad baja siendo que presentan condiciones más apegadas a las naturales. Las unidades de paisaje con alta fragilidad corresponden a las áreas sin vegetación, infraestructura, caminos y brechas.

En la siguiente figura se puede observar la AC-05 donde se establecerá el proyecto, y se puede apreciar las condiciones del área de influencia del proyecto.

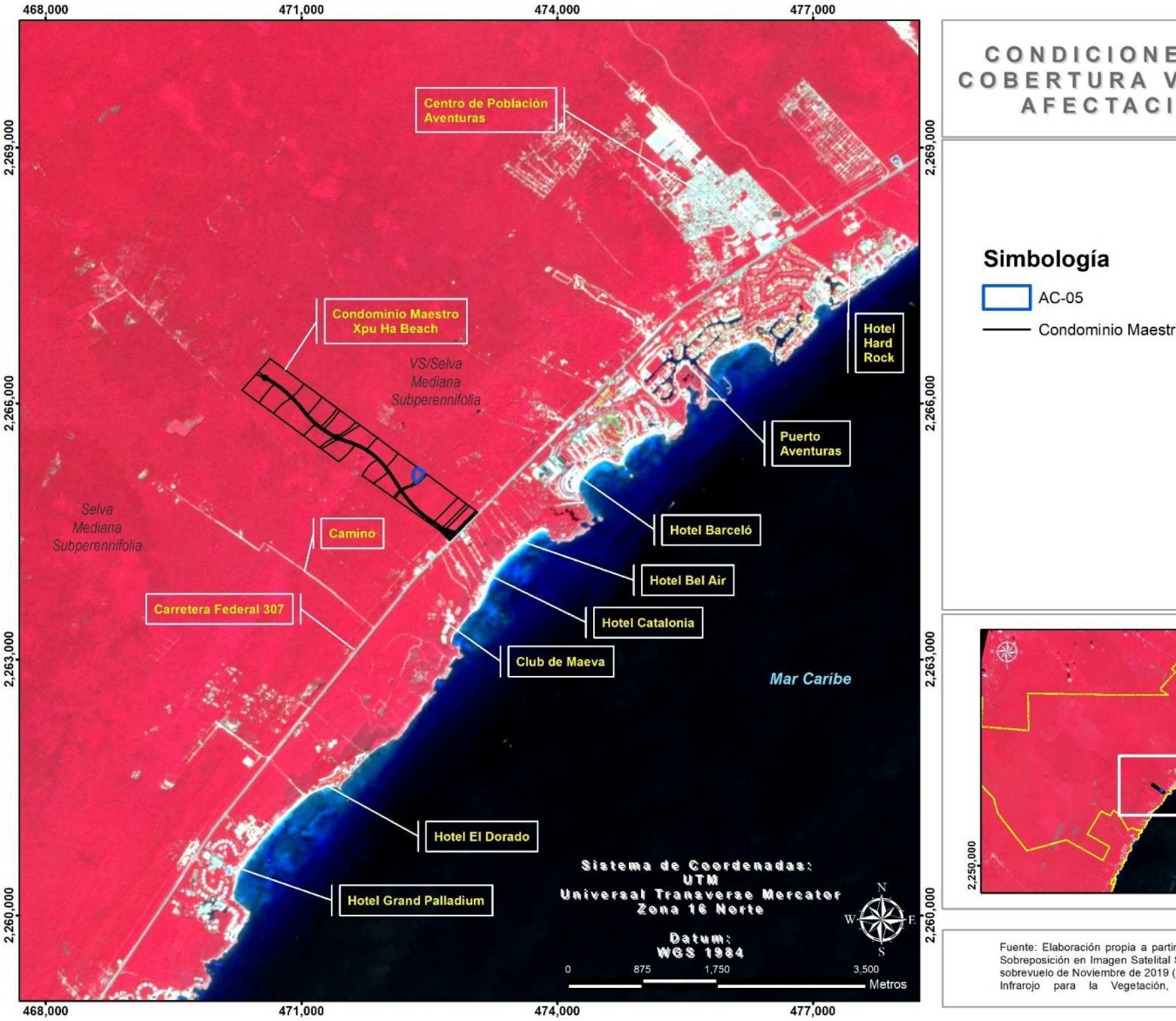


Figura 56. Ubicación del predio y la huella del proyecto a la vez que se muestran los elementos naturales y

5.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES.

De acuerdo con la caracterización ambiental realizada para el SA, se determinó que las unidades ambientales presentan diferentes grados de conservación, cuyos valores se describe a continuación:

Cuadro 55. Estado de conservación de las unidades ambientales del SA.

Alto	Medio	Bajo
Cuando las condiciones no han sido modificadas, o han sido modificadas de forma poco significativa.	Cuando se ha modificado el estado original, pero existe un grado aceptable de conservación.	La afectación del factor es relevante y su naturaleza ha sido modificada significativamente.

A partir de lo anterior, se construyó un mapa en el que se puede observar las condiciones de las unidades ambientales del SA respecto del estado de conservación. Lo anterior se muestra que el SA presenta un 70.09% de su superficie con un grado de conservación medio, mismo que comprende la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia. El 24.88 % del SA presenta un grado de conservación alto, determinado por la presencia de cuerpos de agua, vegetación de selva mediana subperennifolia. Y 5.03% un grado de conservación bajo condicionado áreas sin vegetación, brechas y caminos, así como el uso urbano construido.

Con base en los resultados obtenidos de la caracterización ambiental del predio particular del proyecto, se puede definir que presenta un grado de conservación medio a alto.

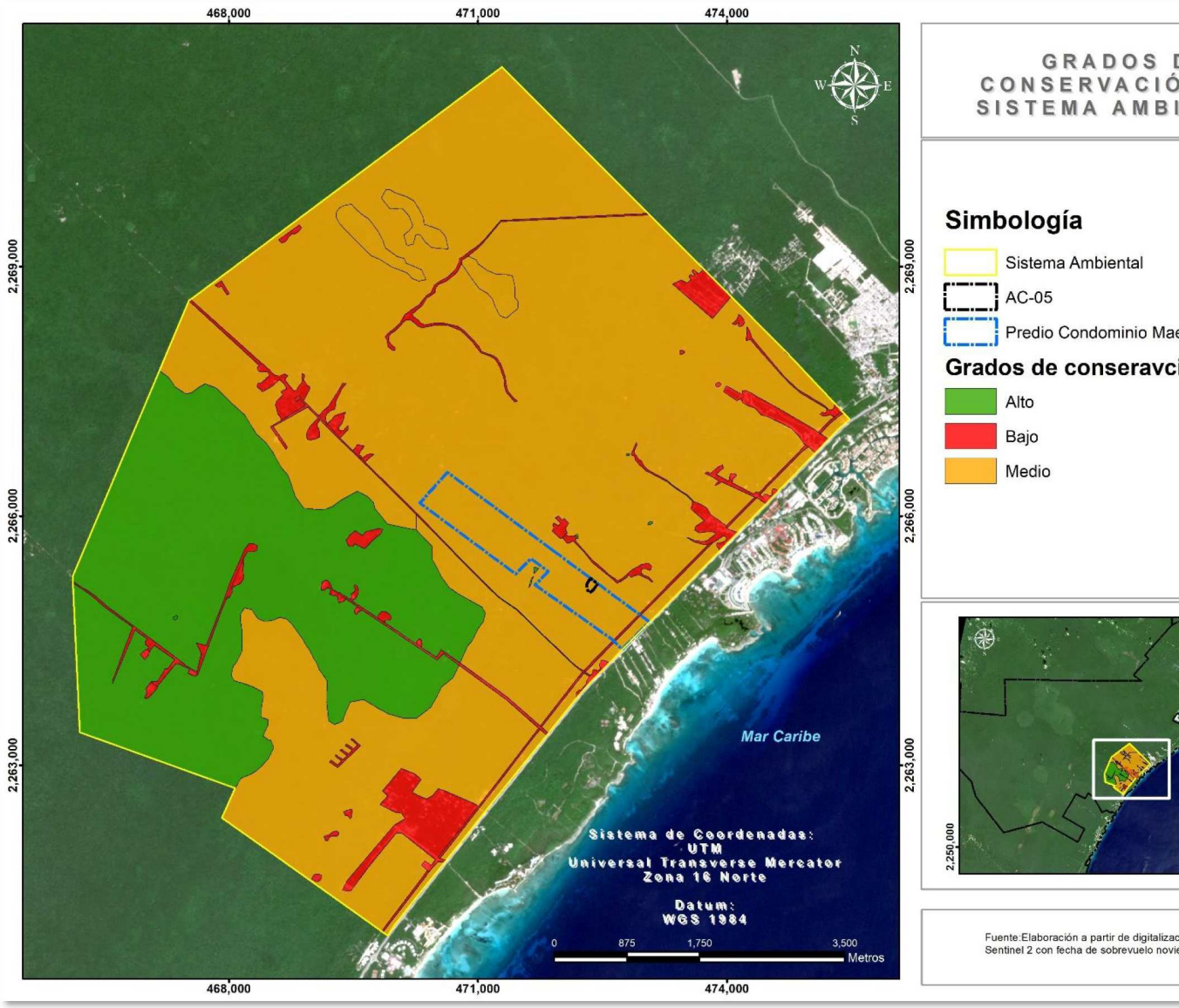


Figura 57. Grado de conservación del Sistema Ambiental.

6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

Considerando la descripción del medio natural del predio y descrita en los incisos previos se tiene que presenta un grado de conservación medio, pues como se describió anteriormente, la composición y estructura vegetal ha sufrido modificaciones por causas de fenómenos meteorológicos, dejándolo en un estado de sucesión de tipo secundario de selva mediana subperennifolia. Pese a ello, se registró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT- 2010 de las 75 especies registradas.

Al mismo tiempo, con base al estudio de fauna en el área de estudio. Se registraron 80 especies, de los cuales 12 se encuentran enlistadas en el NOM-059-SEMARNAT- 2010. La incidencia de este total de especies registradas indica que la zona es apta como hábitat de Fauna silvestre, y se recomiendan todas las medidas posibles para la conservación de aquellas que se encuentran en algún estatus en la normatividad mencionada.

Por otra parte, el uso de suelo del predio, establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (2009) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (2010) junto con las condiciones naturales de la región, hacen atractiva la zona para el desarrollo de infraestructura, situación que se verá reflejada en un aumento en la economía regional y al mismo tiempo nacional.

El desarrollo del proyecto se sumaría a una serie de proyectos en proceso de desarrollo dentro de la zona, por lo que se dará un crecimiento territorial ordenado en apego a los parámetros de los instrumentos jurídicos. Sin embargo, estos proyectos, al igual que el que se presenta a evaluación en esta Manifestación Ambiental, proponen una serie de medidas de mitigación y compensación que están orientadas a atenuar los impactos ambientales que se puedan originar. Con esto se plantea un proyecto ambientalmente viable y congruente con los usos de suelo, parámetros urbanos y de aprovechamiento establecidos en los instrumentos jurídicos regulatorios.

A nivel SA, el 94.96% está cubierto por vegetación, del cual el 68.84% corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo que también es catalogado en un grado de conservación medio. Considerando además que el sistema ambiental está siendo fragmentado ligeramente por la incidencia de caminos y brechas perpendiculares en dirección al Oeste partiendo de la Carretera federal N°307 (que a la vez fue el límite Este del Sistema Ambiental).

7 MEDIO SOCIOECONÓMICO.

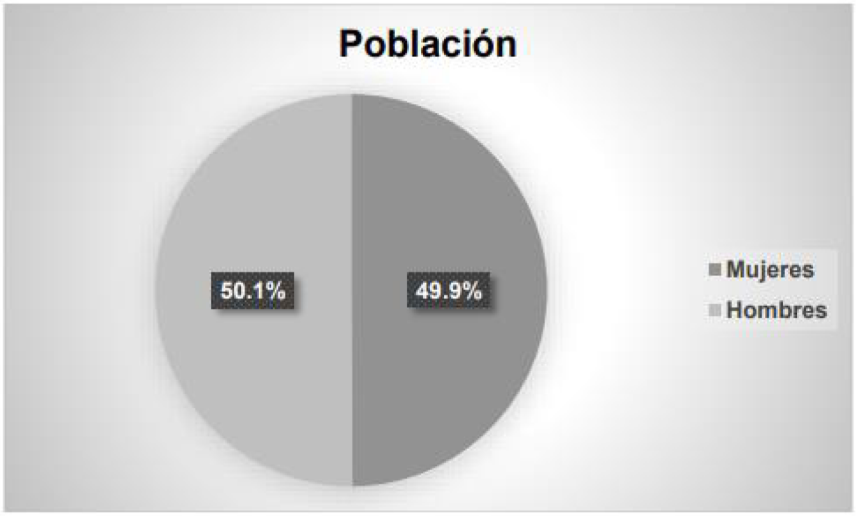
7.1 CONTEXTO ESTATAL.

La región Caribe Norte del Estado de Quintana Roo, está conformada por la zona costera del Municipio de Benito Juárez (Cancún); la zona costera del Municipio de Solidaridad así como la Isla de Cozumel e Isla Mujeres, cuya contribución conjunta a la generación de divisas, recursos fiscales, empleo y desarrollo regional por turismo es de suma importancia para la economía de México.

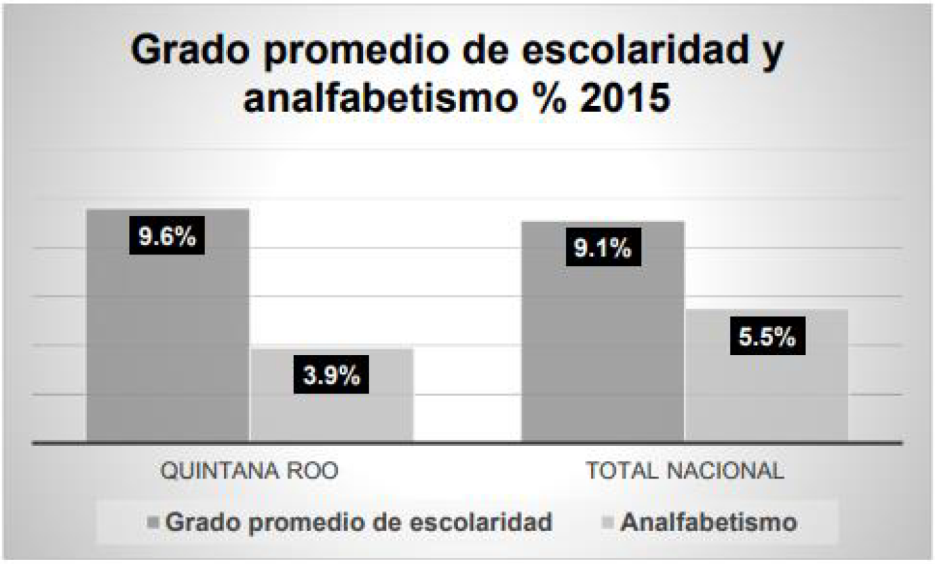
La información que se presenta en este apartado, se realizó tomado de referencia los resultados del censo de población y vivienda 2015 y el Censo Económico 2014, elaborados por el INEGI para el municipio de Benito Juárez.

7.1.1 DEMOGRAFÍA.

La población total es de 1, 501,562 personas, de las cuales el 49.9% son mujeres y el 50.1% hombres, según la Encuesta Intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).



En lo que respecta al nivel educativo, en el 2015 tuvo un grado promedio de escolaridad de 9.6 por encima del promedio nacional que es de 9.1, y un bajo índice de analfabetismo (3.9%) en comparación con el total nacional (5.5%)[12].



[12] Instituto Nacional de Estadistica y Geografia (INEGI). Encuesta Intercensal 2015.

7.1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA.

El Producto Interno Bruto (PIB) de Quintana Roo en 2014 representó el 1.6% con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo un incremento de 0.05%.

El indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAEE), ofrece un panorama de la situación y evolución económica del estado en el corto plazo. Para el segundo trimestre de 2015, Quintana Roo registró un incremento en su índice de actividad económica de 6.6% con respecto al mismo periodo del año anterior.

Indicador trimerstral de la actividad económica estatal		
Denomicación	**Variación % 2do trimestre 2015 *p/**	**Posición a nivel nacional**
Total nacional	2.2	
Quintana roo	6.6	3
Actividades primarias	16.0	3
Actividades secundarias	1.3	15
Actividades terciarias	7.4	2

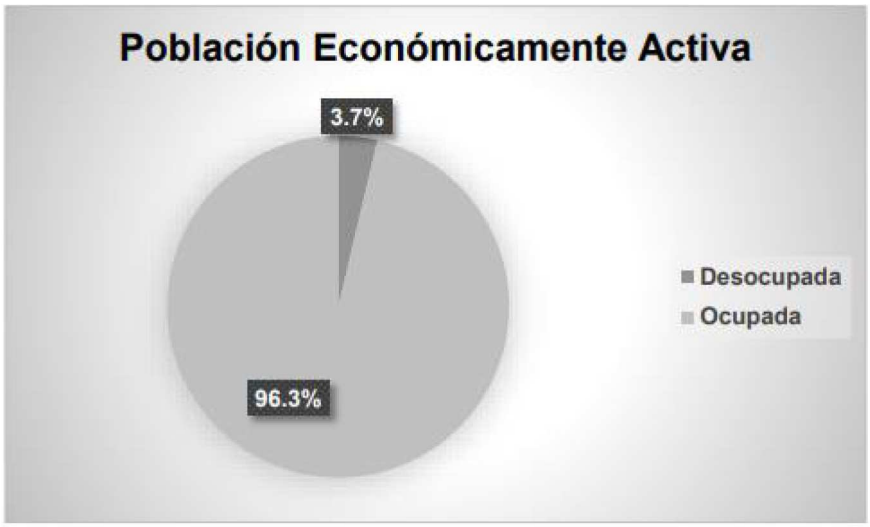
*variación porcentual real respecto al mismo periodo del año anterior.

Por grupo de actividad económica, las actividades primarias, secundarias y terciarias aumentaron 16.0, 1.3 y 7.4%, respectivamente. Siendo las primarias las que contribuyeron en mayor medida al comportamiento positivo en la entidad.

Según cifras del INEGI, al mes de febrero de 2016, la ciudad de Chetumal registró una tasa de inflación anual de 2.60%, por debajo de la inflación nacional (2.87%). De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, esta entidad federativa cuenta con 59,451 Unidades Económicas, lo que representa el 1.2% del total en nuestro país.

Al cuarto trimestre de 2015, la Población Económicamente Activa (PEA) ascendió a 790,255 personas, lo que representó el 67.5% de la población en edad de trabajar. Del total de la PEA, el 96.3% está ocupada y el 3.7% desocupada[13].

[13] Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Cifras durante el cuarto trimestre 2015 [12 de febrero, 2016]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).



Entre las principales actividades se encuentran: servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (22.0%); comercio (17.1%); servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (12.4%); construcción (7.8%); y, transportes, correos y almacenamiento (6.5%). Juntas representan el 65.8% del PIB estatal.



Los sectores estratégicos en Quintana Roo son: agronegocios, forestal, pesca y acuacultura, manufactura, turismo y apoyo a negocios. Mientras que a futuro se espera que sean: Tecnologías de la Información, energía renovable y biomasa[14].
En el rubro de infraestructura productiva, el estado cuenta con los siguientes parques industriales:

- Parque industrial de Chetumal (Huay-Pix, Quintana Roo)
- Parque Industrial y Logistico de Puerto Morelos (Puerto Morelos, Quintana Roo)
- Parque Industrial IBC (Chetumal, Quintana Roo)

[14] Banco de México (BANXICO), enero – diciembre 2015.

De acuerdo con el Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013, el estado de Quintana Roo contaba en 2012 con una longitud carretera de 5,443 km. Adicionalmente, cuenta con 14 puertos y terminales portuarias, seis de ellas cuya actividad preponderante es la comercial, seis turísticos y dos pesqueros, de los cuales, diez se clasifican como puertos de altura, es decir, atienden embarcaciones, personas y bienes de navegación entre puertos o puntos nacionales e internacionales. La entidad también cuenta con un aeropuerto nacional, tres aeropuertos internacionales y 18 aeródromos[115].

Según el informe Doing Business 2014[16], publicado por el Banco Mundial (BM) y la Corporación Financiera Internacional (CFI), que clasifica a las economías por su facilidad para hacer negocios, la ciudad de Cancún, Quintana Roo, ocupa el 25° lugar de las ciudades analizadas en México, a diferencia del informe anterior donde ocupó el 27°.

Asimismo, al desagregar este indicador, se observa que Quintana Roo ocupa el 30° lugar para apertura de un negocio, el 9° respecto al manejo de permisos de construcción, el 31° en registro de propiedades y el 18° en cumplimiento de contratos.

7.2 SECTOR EXTERNO.

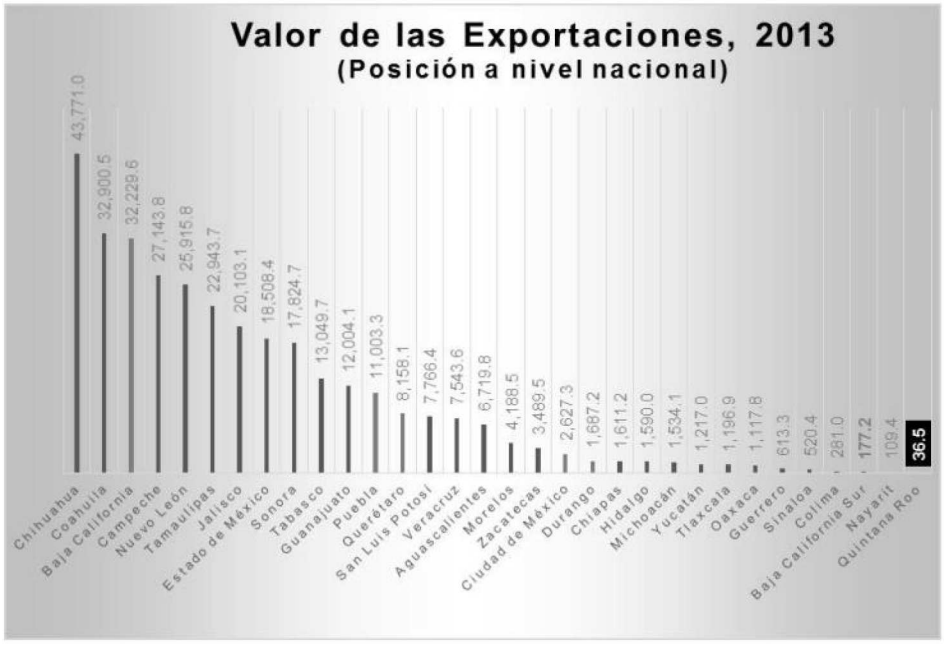
Según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Economía (SE)[17], durante 2013 Quintana Roo ocupó el 32° lugar por el valor de sus exportaciones. Destacó como principal actividad la industria manufacturera con un valor en sus exportaciones de 36.5 mdd*. El subsector con mayor participación fue la industria alimentaria que representó el 95.4%. La entidad también exportó hortalizas, frutas miel de abeja y chicle natural[18] .

[15] Delegación Federal en Quintana Roo 2014.

[16] Infomación consultada en el sitio web http://espanol.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/mexico el 13 de noviembre de 2017.

[17] nstituto Nacional de Estadística y Geografía, Secretaría de Economía. Estadísticas de Exportaciones por Entidad Federativa (Resultados 2007-2013).

[18] Delegación Federal de Quintana Roo 2013.



De enero-diciembre de 2015, la entidad atrajo una Inversión Extranjera Directa (IED) de 284.9 mdd, lo que representó el 1.0% del total nacional[19].



Con respecto a las remesas, alcanzó un total de 117.4 mdd durante el periodo enero-diciembre de 2015, lo que significó un crecimiento de 11.7% respecto al mismo periodo del año anterior. Ocupó el 30° lugar en el país, ya que concentró el 0.5% del total nacional[20].

[19] Secretaría de Economía. Cifras notificadas y actualizadas al 31 de diciembre de 2015. <http://www.gob.mx/se/acciones-yprogramas/competitividad-y-normatividad-inversion-extranjera-directa>

[20] Banco de México (BANXICO), enero – diciembre 2015.

7.3 CONTEXTO MUNICIPAL.

7.3.1 POBLACIÓN.

De acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en 2010, el municipio de solidaridad cuenta con una población de 159,310 personas de los cuales 83,468 son hombres y 75,842 son mujeres.

En cuanto a la estructura por edad, de acuerdo con el Conteo de Población y Vivienda realizado en el año 2010, en el Estado de Quintana Roo, el 66.79 % de la población se encontraba entre los 15 y 64 años de edad, el 28.78 % tenía de 0 a 14 años de edad y el 2.97 % tenía más de 65 años de edad, por lo que la mayor parte de la población se encontraba en la etapa productiva.

Resulta importante mencionar que el municipio representa la menor dependencia del estado, teniendo 41 dependientes por cada 100 independientes.

7.3.2 ASPECTOS URBANOS.

Manejo de Residuos Sólidos

En el municipio de Solidaridad actualmente se recolectan un promedio de 2,572 toneladas de basura por mes. Poco más del 80% de estos residuos son recogidos por la empresa concesionaria del servicio y el 19% restante es recolectado por las autoridades municipales.

La generación per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Municipio de Solidaridad es de 0.897 kg/hab/día y la generación total es de 326.25 Ton/día. Los residuos son trasladados a un sitio no controlado en donde se recolecta PET y otros plásticos duros, además de chatarra (Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, México. 2009 -2013).

El Municipio de Solidaridad ya cuenta con un relleno sanitario para la disposición final de sus residuos.

Manejo de Residuos Líquidos

En el año 1992 se construyó la primera planta de tratamiento “Gonzalo Guerrero” para dar servicio a la zona centro de la Ciudad de Playa del Carmen y algunas colonias y hoteles de la zona costera.

Actualmente, el Municipio de Solidaridad cuenta con cuatro plantas de tratamiento, tres del servicio público y una privada. La capacidad instalada para las plantas de uso público hasta el 2015 era de 359.0 litros por segundo y la de servicio privado era de 150 litros por segundo, de acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo, 2016.

7.3.3 ASPECTOS CULTURALES.

De acuerdo con los datos del XIII Censo de Población realizado por el INEGI en el 2010, en el municipio de Solidaridad solo el 12.5% de la población mayor de 3 años habla una lengua indígena. La lengua predominante es la maya, aunque también se habla el Tzotzil y el Chol.

Es importante notar que los poblados de apoyo localizados en la Riviera Maya cuentan con la educación hasta el nivel medio y los jóvenes que pretenden ingresar al nivel medio superior cambian su lugar de residencia hacia la ciudad de Playa del Carmen, ya que es la única opción.

El 92% de la población del municipio de Solidaridad entre 6 a 14 años asiste a la escuela. La tasa más baja de analfabetismo de la población de 15 años y más por municipio corresponde a Solidaridad (2.7%). El número de años promedio de escolaridad de esta misma población equivale a haber aprobado el tercer año de secundaria.

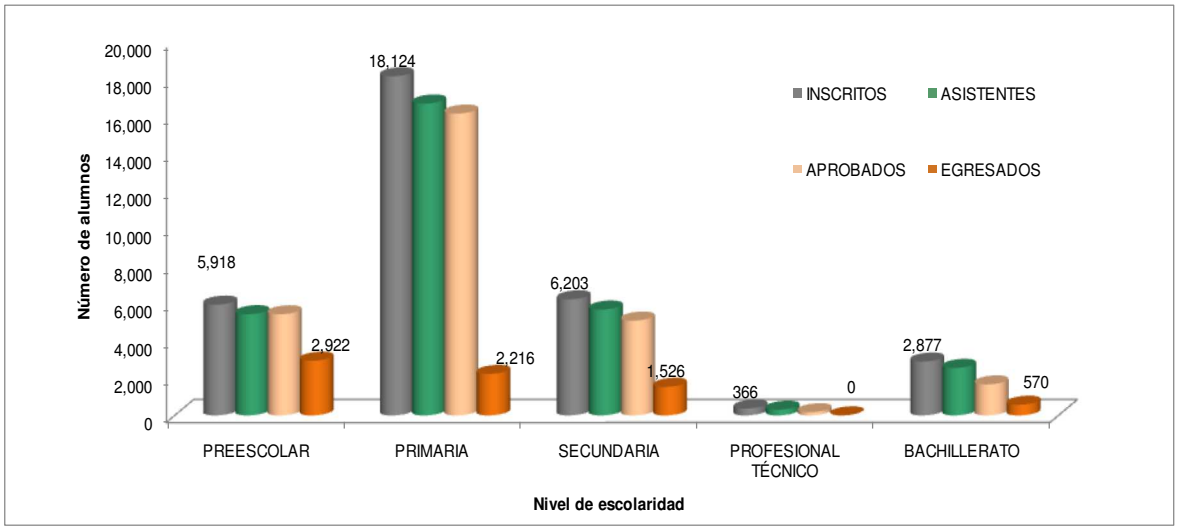


Figura 26. Distribución y egreso de los alumnos en cada nivel de escolaridad en el Municipio de Solidaridad de acuerdo al censo 2010.

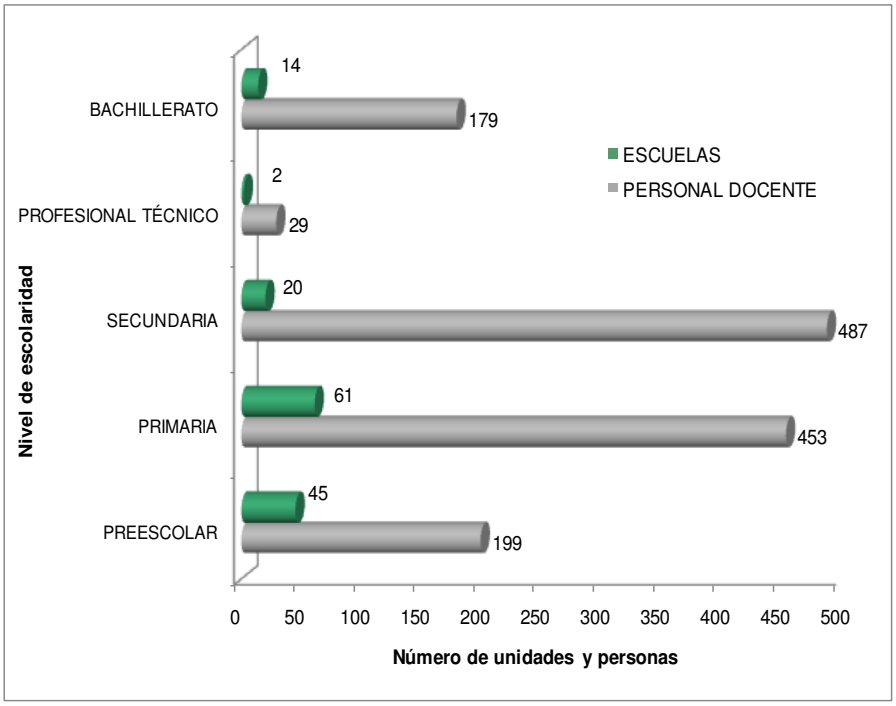


Figura 59. Distribución de la cantidad de escuelas por nivel educativo y la cantidad de docentes reportados por nivel. Fuente: INEGI (2010).

8 ACTIVIDADES PRODUCTUVAS.

8.1 TURISMO.

Sin duda, la actividad económica preponderante en el estado es el turismo y los servicios que lo rodean han registrado un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos años. De acuerdo al censo 2010 el 40.58% de la población estatal está ocupada en el sector comercio y de servicios.
La región Caribe Norte del estado de Quintana Roo, y en especial el Municipio de Solidaridad demostraron en los últimos tiempos ser muy vulnerables a ciertas variables exógenas del desarrollo. En efecto, durante los dos años pasados esta región del país se vio grandemente afectada por fenómenos como la epidemia de la Influenza H1N1 y la percepción del país como zona de riesgo por la violencia y el narcotráfico.

Desde luego que esta vulnerabilidad se manifiesta de manera más fuerte por el modelo de desarrollo productivo que se tiene en la zona: dependencia casi absoluta del turismo como motor del desarrollo, y nuestro propio modelo de desarrollo turístico, basado en gran parte en la oferta de instalaciones hoteleras “todo incluido”.
Cientos de negocios pequeños y medianos que se dedicaban al negocio turístico en forma directa o indirecta, se vieron muy afectados e incluso tuvieron que cancelar sus operaciones por la crisis que padeció la Riviera Maya en los meses anteriores, con la disminución de los turistas arribados y el menor gasto de los mismos.

8.1.1 SECTOR PRIMARIO.

Las actividades del sector primario que se realizan en el Municipio de Solidaridad son: agricultura, principalmente cultivo de maíz de temporal; ganadería; apicultura; y pesca.

De acuerdo al censo 2010 solo 6.72% de la población del estado está ocupada en este sector.

8.1.2 SECTOR SECUNDARIO: INDUSTRIA.

De acuerdo al censo 2010 el 18.74% de la población del estado está ocupada en el sector industrial y de la construcción.

9 APÉNDICE A: LISTADO POTENCIAL DE FAUNA SILVESTRE

Listado Potencial de Anfibios

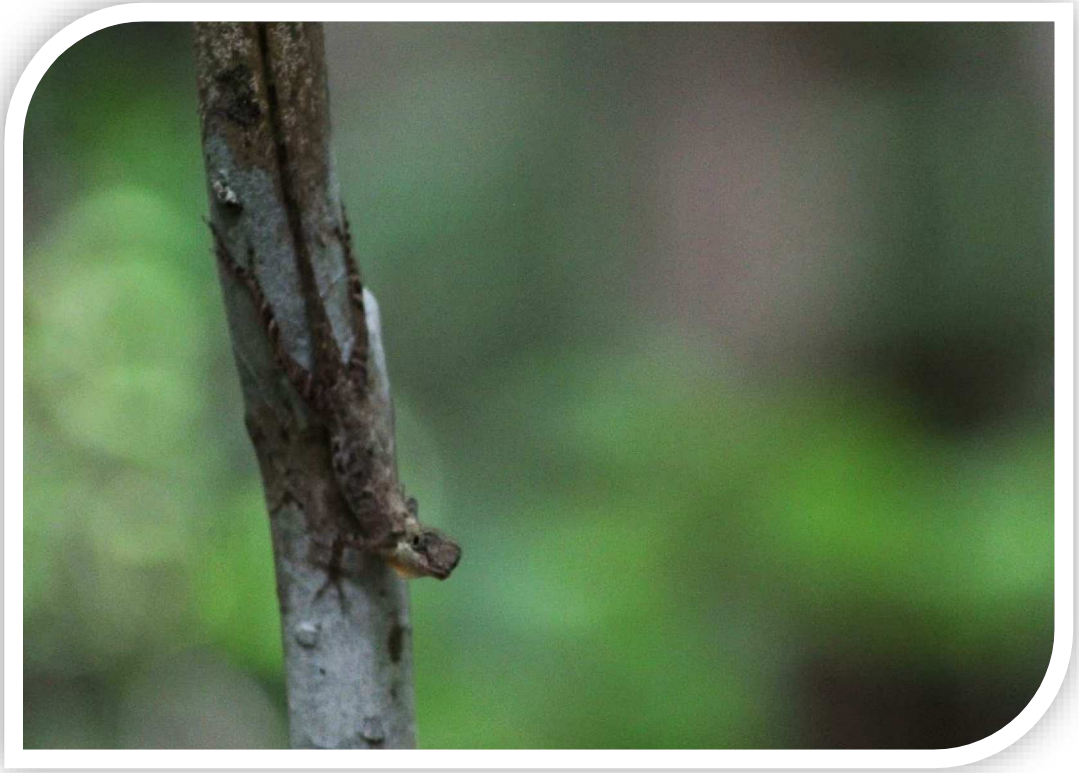


El presente listado describe un total de **17** especies de anfibios con distribución poten
proyecto.

A N F I B I O S

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa yucatana*	Salamandra yucateca
2	Anura	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo toro
3	Anura	Leptodactylidae	*Craugastor yucatanensis*	Rana ladrona
4	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus labialis*	Ranita labios blancos
5	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca
6	Anura	Bufonidae	*Bufo marinus*	Sapo marino
7	Anura	Bufonidae	*Bufo valliceps*	Sapo común
8	Anura	Hylidae	*Agalychnis callidryas*	Rana verde
9	Anura	Hylidae	*Hyla loquax*	Rana habladora
10	Anura	Hylidae	*Hyla microcephala*	Rana naranja
11	Anura	Hylidae	*Hyla picta*	Ranita dos rayas
12	Anura	Hylidae	*Phrynohyas venulosa*	Rana verrugosa
13	Anura	Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana arborícola
14	Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana
15	Anura	Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana pico de pato
16	Anura	Hylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana manglera
17	Anura	Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo

Listado Potencial de Reptiles



El presente listado describe un total de **49** especies de reptiles con distribución potenc
proyecto.

R E P T I L E S

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de río
2	Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano
3	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon creaseri*	Pochitoque
4	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon leucostomum*	Pochitoque cabeza blanca
5	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Pochitoque tres quillas
6	Testudines	Bataguridae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga mojina
7	Testudines	Emydidae	*Trachemys scripta*	Jicotea
8	Squamata	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Gecko leopardo
9	Squamata	Gekkonidae	*Sphaerodactylus glaucus*	Gequillo collarejo
10	Squamata	Gekkonidae	*Hemydactylus frenatus*	Gecko doméstico
11	Squamata	Gekkonidae	*Thecadactylus rapicauda*	Gecko patudo
12	Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco
13	Squamata	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Basilisco coronado
14	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada
15	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa rayada
16	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus lundelli*	Lagartija escamosa de Lundel
17	Squamata	Polychrotidae	*Anolis rodriguezii*	Lagartija de abanico amarillo
18	Squamata	Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija café
19	Squamata	Polychrotidae	*Anolis sericeus*	Lagartija de abanico azul
20	Squamata	Polychrotidae	*Anolis lemurinus*	Lagartija
21	Squamata	Scincidae	*Mabuya unimarginata*	Bequech rayado
22	Squamata	Teiidae	*Holcosus undulata*	Lagartija arcoiris
23	Squamata	Teiidae	*Aspidocelis angusticeps*	Lagartija rayada
24	Squamata	Typhlopidae	*Leptotyphlops goudotii*	Culebra ciega
25	Squamata	Boidae	*Boa constrictor*	Boa

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
26	Squamata	Colubridae	*Coniophanes imperialis*	Culebra café rayada
27	Squamata	Colubridae	*Coniophanes schmidti*	Culebra rayada
28	Squamata	Colubridae	*Conophis lineatus*	Culebra olivácea
29	Squamata	Colubridae	*Dipsas brevifacies*	Culebra caracolera chata
30	Squamata	Colubridae	*Dryadophis melanolomus*	Lagartijera olivácea
31	Squamata	Colubridae	*Drymarchon corais*	Culebra comeculebras
32	Squamata	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Petatilla
33	Squamata	Colubridae	*Elaphe flavirufa*	Ratonera
34	Squamata	Colubridae	*Ficimia publia*	Culebra hocicona
35	Squamata	Colubridae	*Lampropeltis triangulum*	Falsa coralillo
36	Squamata	Colubridae	*Leptodeira frenata*	Chacocob
37	Squamata	Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana
38	Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Chirrionera
39	Squamata	Colubridae	*Ninia sebae*	Culebra del café
40	Squamata	Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Bejuquilla parda
41	Squamata	Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	Bejuquilla verde
42	Squamata	Colubridae	*Sibon sartorii*	Culebrita roja
43	Squamata	Colubridae	*Spilotes pullatus*	Culebra voladora
44	Squamata	Colubridae	*Stenorrhina freminvillei*	Alacranera
45	Squamata	Colubridae	*Symphimus mayae*	Culebra labios blancos maya
46	Squamata	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra listonada occidental
47	Squamata	Elapidae	*Micrurus diastema*	Coralillo
48	Squamata	Viperidae	*Bothrops asper*	Nauyaca
49	Squamata	Viperidae	*Crotalus durissus*	Cascabel

Listado Potencial de Avifauna



El presente listado describe un total de **226** especies de aves con distribución potenc
proyecto.

En la sección final se anexa una tabla con la nomenclatura empleada para este grup

A V I F A U N A

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estacion
1	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alablanca	Reside
2	Anseriformes	Anatidae	*Anas discors*	Cerceta alazul	Inverna
3	Anseriformes	Anatidae	*Anas clypeata*	Pato cucharón norteño	Inverna
4	Anseriformes	Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta ala verde	Inverna
5	Anseriformes	Anatidae	*Aythya collaris*	Pato pico anillado	Inverna
6	Anseriformes	Anatidae	*Aythya affinis*	Pato boludo menor	Inverna
7	Anseriformes	Anatidae	*Mergus serrator*	Mergo copetón	Inverna
8	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán oliváceo	Reside
9	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán orejón	Reside
10	Suliformes	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Anhinga americana	Reside
11	Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnífica	Reside
12	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor menor	Reside
13	Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor picogrueso	Inverna
14	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano pardo	Reside
15	Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	Inverna
16	Charadriiformes	Laridae	*Sterna hirundo*	Charrán común	Inverna
17	Charadriiformes	Laridae	*Rynchops niger*	Rayador americano	Reside
18	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán real	Inverna
19	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich	Inverna
20	Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris	Inverna
21	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius wilsonia*	Chorlo pico grueso	Inverna
22	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	Inverna
23	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	Inverna
24	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Candelero americano	Reside
25	Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	Inverna

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estacion
26	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero solitario	Inverna
27	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	Inverna
28	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	Inverna
29	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero Pihuihuí	Inverna
30	Charadriiformes	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras rojizo	Inverna
31	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	Inverna
32	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero chichicuilote	Inverna
33	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero occidental	Inverna
34	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero semipalmeado	Inverna
35	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris melanotos*	Playero pectoral	Transit
36	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	Costurero pico corto	Inverna
37	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo	Inverna
38	Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Gallinago de Wilson	Inverna
39	Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	Reside
40	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro norteño	Inverna
41	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus pinnatus*	Avetoro neotropical	Reside
42	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ixobrychus exilis*	Avetorito americano	Inverna
43	Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	Reside
44	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	Inverna
45	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	Reside
46	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garceta pie dorado	Reside
47	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garceta Azul	Reside
48	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garceta tricolor	Reside
49	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garceta rojiza	Reside
50	Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	Reside
51	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta verde	Reside
52	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Pedrete corona negra	Inverna

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estacion
53	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violácea*	Pedrete corona clara	Reside
54	Pelecaniformes	Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón	Reside
55	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	Reside
56	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	Inverna
57	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis falcinellus*	Ibis lustroso	Inverna
58	Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Inverna
59	Gruiformes	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carao	Reside
60	Gruiformes	Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela rojiza	Reside
61	Gruiformes	Rallidae	*Rallus longirostris*	Rascón picudo	Inverna
62	Gruiformes	Rallidae	*Aramides cajaneus*	Rascón cuello gris	Reside
63	Gruiformes	Rallidae	*Aramides axillaris*	Rascón Cuellirufo	Reside
64	Gruiformes	Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela sora	Inverna
65	Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta frente roja	Inverna
66	Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	Inverna
67	Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo	Reside
68	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca común	Reside
69	Galliformes	Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Pavo ocelado	Reside
70	Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Reside
71	Accipitriformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Reside
72	Accipitriformes	Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Reside
73	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	Transit
74	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero	Reside
75	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Reside
76	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	Reside
77	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	Reside

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estacion
78	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	Reside
79	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Inverna
80	Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Gavilán pescador	Reside
81	Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	Reside
82	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Inverna
83	Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Inverna
84	Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	Reside
85	Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	Reside
86	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	Reside
87	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	Reside
88	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbón	Transit
89	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	Reside
90	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	Reside
91	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	Reside
92	Columbiformes	Columbidae	*Streptoptelia decaocto*	Paloma de collar turca	Reside
93	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiática*	Paloma ala blanca	Reside
94	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	Reside
95	Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	Reside
96	Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola rojiza	Reside
97	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	Reside
98	Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela	Reside
99	Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus minor*	Cuclillo manglero	Reside
100	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	Reside
101	Psittaciformes	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pecho sucio	Reside
102	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Reside
103	Psittaciformes	Psittacidae	*Aratinga xantholora*	Loro yucateco	Reside

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estacion
104	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra	Reside
105	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Trogón violáceo	Reside
106	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	Inverna
107	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	Reside
108	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle aenea*	Martín pescador enano	Reside
109	Coraciiformes	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto ceja azul	Reside
110	Piciformes	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	Reside
111	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	Reside
112	Piciformes	Picidae	*Sphyrapicus varius*	Chupasavia maculado	Inverna
113	Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí garganta negra	Inverna
114	Apodiformes	Trochilidae	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	
115	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	Inverna
116	Apodiformes	Trochilidae	*Chlorostilbon canivetii*	Esmeralda de Canivet	Reside
117	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí yucateco	Reside
118	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela	Reside
119	Apodiformes	Trochilidae	*Campylopterus curvipennis*	Fandanguero mexicano	Reside
120	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura pelágica*	Vencejo de chimenea	Transit
121	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	Reside
122	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	Reside
123	Passeriformes	Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara café	Reside
124	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	Reside
125	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina acerada	Residente
126	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina azul negra	Transit
127	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	Inverna
128	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	Reside
129	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina aliserrada	Inverna

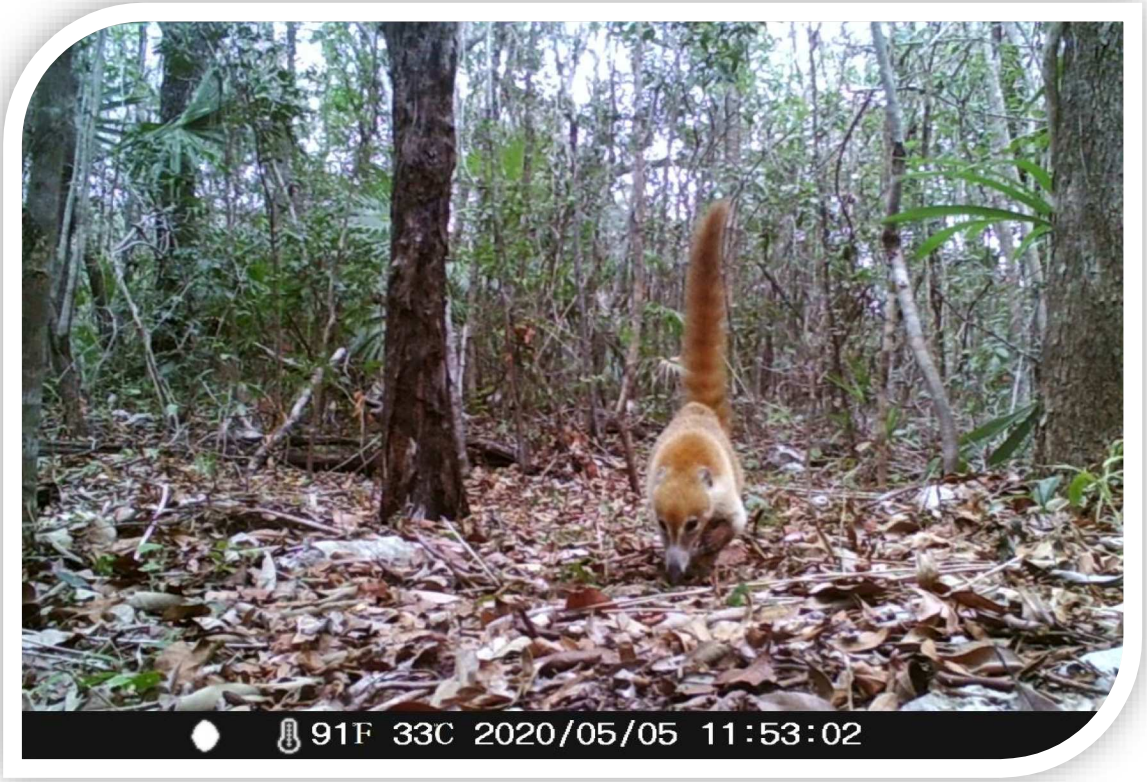
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estacion
130	Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	Golondrina pueblera	Residente
131	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	Inverna
132	Passeriformes	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	Reside
133	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Mosquetón cabezón degollado	Reside
134	Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará barrado	Reside
135	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada	Reside
136	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño	Reside
137	Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia martinica*	Mosquero elaenia caribeño	Reside
138	Passeriformes	Tyrannidae	*Oncostoma cinereigulare*	Mosquero pico curvo	Reside
139	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus virens*	Pibí oriental	Transit
140	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Pibí tropical	Transit
141	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Mosquero mínimo	Inverna
142	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	Reside
143	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanenses*	Papamoscas yucateco	Reside
144	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas viajero	Inverna
145	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas tirano	Reside
146	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	Reside
147	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	Reside
148	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	Reside
149	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	Papamoscas rayado común	Residente
150	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	Reside
151	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano silbador	Reside
152	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	Transit
153	Passeriformes	Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Mosquero atila	Reside
154	Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	Inverna
155	Passeriformes	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Reside

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estacion
156	Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	Reside
157	Passeriformes	Turdidae	*Hylocichla mustelina*	Zorzal maculado	Inverna
158	Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	Reside
159	Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chivirín saltapared	Inverna
160	Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Chivirín moteado	Reside
161	Passeriformes	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Chivirín vientre blanco	Reside
162	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris	Inverna
163	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila plúmbea*	Perlita tropical	Reside
164	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos	Inverna
165	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Reside
166	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo garganta amarilla	Inverna
167	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo philadelphicus*	Vireo de Filadelfia	Inverna
168	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo ojo rojo	Transit
169	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	Reside
170	Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireo ceja rufa	Reside
171	Passeriformes	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero	Inverna
172	Passeriformes	Parulidae	*Helmitheros vermivorum*	Chipe gusanero	Inverna
173	Passeriformes	Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe arroyero	Inverna
174	Passeriformes	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	Inverna
175	Passeriformes	Parulidae	*Vermivora cyanoptera*	Chipe alazul	Inverna
176	Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	Inverna
177	Passeriformes	Parulidae	*Protonotaria citrea*	Chipe dorado	Transit
178	Passeriformes	Parulidae	*Limnothlypis swainsonii*	Chipe corona café	Inverna
179	Passeriformes	Parulidae	*Oreothlypis peregrina*	Chipe peregrino	Inverna
180	Passeriformes	Parulidae	*Oreothlypis celata*	Chipe corona anaranjada	Inverna
181	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	Inverna

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estacion
182	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso	Reside
183	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	Inverna
184	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Chipe flameanta	Inverna
185	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga americana*	Parula norteña	Inverna
186	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolia	Inverna
187	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga castanea*	Chipe castaño	Transit
188	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	Transit
189	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	Inverna
190	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia eriathachorides*	Chipe manglero	Reside
191	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga caerulescens*	Chipe azul negro	Transit
192	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero	Transit
193	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe coronado	Inverna
194	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarillo	Transit
195	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	Inverna
196	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga discolor*	Chipe de pradera	Inverna
197	Passeriformes	Parulidae	*Icteria virens*	Buscabreña	Inverna
198	Passeriformes		*Coereba flaveola*	Reinita mielera	Reside
199	Passeriformes	Emberizidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	Reside
200	Passeriformes	Emberizidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero oliváceo	Reside
201	Passeriformes	Emberizidae	*Arremonops chloronatus*	Rascador dorso verde	Reside
202	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	Reside
203	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia garganta amarilla	Inverna
204	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Tángara roja	Inverna
205	Passeriformes	Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Piranga garganta roja	Reside
206	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	Reside
207	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo pecho rosa	Inverna
208	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	Reside

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estacion
209	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	Inverna
210	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Inverna
211	Passeriformes	Cardinalidae	*Saltator coerulescens*	Picurero grisáceo	Reside
212	Passeriformes	Cardinalidae	*Saltator atriceps*	Picurero cabeza negra	Reside
213	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis Abbas*	Tángara aliamarilla	Reside
214	Passeriformes	Thraupidae	*Cyanerpes cyaneus*	Mielero pata roja	Reside
215	Passeriformes	Icteridae	*Icterus phrostemelas*	Calandria caperuza negra	Reside
216	Passeriformes	Icteridae	*Icterus spurius*	Bolsero castaño	Inverna
217	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	Reside
218	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de Altamira	Reside
219	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gálbula*	Bolsero de Baltimore	Inverna
220	Passeriformes	Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco	Reside
221	Passeriformes	Icteridae	*Icterus chrysater*	Bolsero dorso dorado	Reside
222	Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	Reside
223	Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	Reside
224	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	Reside
225	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojo rojo	Reside
226	Passeriformes	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro	Reside

Listado Potencial de Mamíferos terrestr



El presente listado describe un total de **38** especies de mamíferos con distribución po
del proyecto.

MAMÍFEROS TERRESTRES

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Didelphimorfia	Marmosidae	*Marmosa mexicana*	Ratón Tlacuache
2	Didelphimorfia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache
3	Didelphimorfia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache
4	Didelphimorfia	Didelphidae	*Philander opossum*	Tlacuache cuatro ojos
5	Xenarthra	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo
6	Xenarthra	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero
7	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote
8	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris
9	Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Leoncillo, Jaguarundi, Onza
10	Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote
11	Carnivora	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo
12	Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	Puma
13	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Jaguar, tigre
14	Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de monte
15	Carnivora	Mustelidae	*Galictis vittata*	Grisón
16	Carnivora	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja
17	Carnivora	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo cadeno
18	Carnivora	Procyonidae	*Potos flavus*	Martucha
19	Carnivora	Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado del sur
20	Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle
21	Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Tejón
22	Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache
23	Artiodactyla	Cervidae	*Mazama pandora*	Venado temazate café
24	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
25	Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar o Quitam

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
26	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla gris de Yucatán
27	Rodentia	Heteromidae	*Heteromys gaumeri*	Rata espinoza
28	Rodentia	Muridae	*Oligoryzomys fulvescens*	Ratón arrocero pigmeo
29	Rodentia	Muridae	*Oryzomys couesi*	Ratón arrocero
30	Rodentia	Muridae	*Oryzomys rostratus*	Ratón arrocero
31	Rodentia	Muridae	*Otonyctomys hatti*	Ratón de anteojos
32	Rodentia	Muridae	*Ototylomys phyllotis*	Ratón trepador de orejas gr
33	Rodentia	Muridae	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón venado Yucateco
34	Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys gracilis*	Ratón cosechero delgado
35	Rodentia	Muridae	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera
36	Rodentia	Erithizontidae	*Coendu mexicanus*	Puerco espín
37	Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle
38	Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque

Listado Potencial de Mamíferos voladores (Qui



El presente listado describe un total de **42** especies de quirópteros con distribución po
del proyecto.

Q U I R Ó P T E R O S

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común
223	Chiroptera	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago cara de perro
224	Chiroptera	Emballonuridae	*Saccopterix bilineata*	Murciélago rayado
225	Chiroptera	Emballonuridae	*Rhynchonycteris naso*	Murciélago
226	Chiroptera	Emballonuridae	*Diclidurus albus*	Murciélago blanco
227	Chiroptera	Noctilionidae	*Noctilio leporinus*	Murciélago pescador
228	Chiroptera	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago barba arrugada
229	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus davyi*	Murciélago lomo pelón
230	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotón común
231	Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus personatus*	Murciélago bigotón de Wagner
232	Chiroptera	Phyllostomidae	*Micronycteris microtis*	Murciélago
233	Chiroptera	Phyllostomidae	*Mimon cozumelae*	Murciélago orejón
234	Chiroptera	Phyllostomidae	*Macrotus waterhousii*	Murciélago
235	Chiroptera	Phyllostomidae	*Chrotopterus auritus*	Falso vampiro lanudo
236	Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago Vampiro
237	Chiroptera	Phyllostomidae	*Diphylla ecaudata*	Murciélago vampiro de patas peludas
238	Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüetón
239	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de jamaica
240	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frutero gigante
241	Chiroptera	Phyllostomidae	*Centurio senex*	Murciélago cara arruga
242	Chiroptera	Phyllostomidae	*Chiroderma villosum*	Murciélago de ojos grandes
243	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus phaeotis*	Murciélago zapotero pardo
244	Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira ludovici*	Murciélago de charreteras mayor
245	Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira lilium*	Murciélago de charreteras amarillas
246	Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia sowelli*	Murciélago de cola corta sedosa
247	Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia perspicillata*	Murciélago

248	Chiroptera	Phyllostomidae	*Lophostoma evotis*	Murciélago oreja redonda mesoamericano	
249	Chiroptera	Natalidae	*Natalus stramineus*	Murciélago mexicano oreja de embudo	
250	Chiroptera	Vespertilionidae	*Corynorhinus mexicanus*	Murciélago orejón mexicano	
251	Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus furinalis*	Murciélago moreno	
252	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus ega*	Murciélago amarillo cola peluda	
253	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus intermedius*	Murciélago amarillo gigante	
254	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago patas peludas	
255	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa aeneus*		
256	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus blossevillii*		
257	Chiroptera	Vespertilionidae	*Bauerus dubiaquercus*		
258	Chiroptera	Molossidae	*Eumops glaucinus*	Murciélago con sombrero de wagner	
259	Chiroptera	Molossidae	*Eumops bonariensis*	Murciélago enano con sombrero	
260	Chiroptera	Molossidae	*Eumops auripendulus*		
261	Chiroptera	Molossidae	*Molossus rufus*		
262	Chiroptera	Molossidae	*Molossus sinaloe*	Murciélago mastín sinaloense	
263	Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops laticaudatus*		
264	Chiroptera	Molossidae	*Promops centralis*	Murciélago mastín mayor	

Las categorías de riesgo que a continuación se describen corresponden a la Norma Oficial M
SEMARNAT-2010, de protección ambiental a las especies nativas de México de flora y fauna silvestre

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
Especie endémica	Especies cuya distribución se limita a un área restringida que ofrece caracterísi la sobrevivencia y reproducción de la especie.
Especie sujeta a Protección especial (Pr)	Aquellas especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por fa negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
Especie Amenazada (A)	Aquellas especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparece plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocas modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
Especie en peligro de extinción (P)	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natu tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamie enfermedades o depredación, entre otros.
Especie residente	Especies que permanecen en la región durante todo el año y se reproducen en
Especie transitoria	Se refiere a las especies de aves que utilizan la península de Yucatán para desc en lapsos breves de tiempo (semanas), antes de continuar su trayectoria ha durante su regreso a las zonas de anidación.
Especie invernante	Se refiere a las aves que migran a la Península de Yucatán desde su zona de a en búsqueda de alimento. La mayoría realiza esta migración entre los meses de sin embargo, hay especies que llegan a mediados de julio y otras en noviembre
Especie Cuasi Endémica	Aquella cuya distribución principal es en el interior de la Península de Yu encontrándose también pequeñas poblaciones fuera de la Península.

10 APÉNDICE B: LISTADO DE FAUNA SILVESTRE REGISTRADA

Listado total de especies registradas en el área del proyecto Coral (mayo, 2020).

Pr: Protección especial **A:** Amenazada **P:** Peligro de extinción
Fuente: NOM-059-SEMARNAT-2010

No.	Familia	Especie	Nombre común	NOM 059	Endémica
ANFIBIOS					
1	Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	Pr	
2	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca		
3	Hylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana manglera		
4	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana		
REPTILES					
5	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Gecko leopardo	A	
6	Gekkonidae	*Hemydactylus frenatus*	Gecko doméstico		
7	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco		
8	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A	Endémica
9	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa rayada		Endémica
10	Polychrotidae	*Anolis rodriguezii*	Lagartija de abanico amarillo		
11	Teiidae	*Holcosus undulata*	Lagartija arcoiris		
12	Colubridae	*Conophis lineatus*	Culebra olivacea		
13	Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana	A	
AVES					
14	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fregata		
15	Tynamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo	Pr	
16	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca común		
17	Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Pavo ocelado	A	Endémica
18	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		
19	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño		
20	Columbidae	*Zenaida asiática*	Paloma ala blanca		
21	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera		
22	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela		
23	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pecho sucio	Pr	
24	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	A	Endémica
25	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra		
26	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto ceja azul		
27	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		
28	Apodidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí yucateco		
29	Apodidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela		
30	Apodidae	*Campylopterus curvipennis*	Fandanguero mexicano		
31	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux		
32	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca		Endémica
33	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera		

No.	Familia	Especie	Nombre común	NOM 059	Endémica
34	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta		
35	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo		
36	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño		
37	Tyrannidae	*Attila spadiceus*	*mosquero atila*		
38	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanenses*	Papamoscas yucateco		
39	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo		
40	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario		
41	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical		
42	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Pr	Endémica
43	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo		
44	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Chivirín moteado		
45	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Chivirín vientre blanco		
46	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	Endémica
47	Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco		
48	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireo ceja rufa		
49	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		
50	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio		
51	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
52	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde		
53	Emberizidae	*Arremonops chloronotus*	rascador dorso verde		
54	Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Piranga garganta roja		
55	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado		
56	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de Altamira		
57	Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco		Endémica
58	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor		
59	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro		
60	Caprimulgidae	*Sin identificar*	Chotacabras		
MAMÍFEROS TERRESTRES					
61	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache		
62	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero	P	
63	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		
64	Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de monte	P	
65	Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado del sur		
66	Procyonidae	*Nasua narica*	Tejón		
67	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca		
68	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar o Quitam		
69	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle		
70	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque		
QUIRÓPTEROS					
71	Emballonuridae	*Diclidurus albus*	Murciélago blanco		

No.	Familia	Especie	Nombre común	NOM 059	Endémica
72	Mormoopidae	*Pteronotus davyi*	Murciélago lomo pelón		
73	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotón común		
74	Mormoopidae	*Pteronotus personatus*	Murciélago bigotón de Wagner		
75	Phyllostomidae	*Micronycteris microtis*	Murciélago		
76	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de Jamaica		
77	Vespertilionidae	*Eptesicus furinalis*	Murciélago moreno		
78	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago patas peludas		
79	Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro		
80	Molossidae	*Molossus sinaloe*	Murciélago mastín sinaloense		

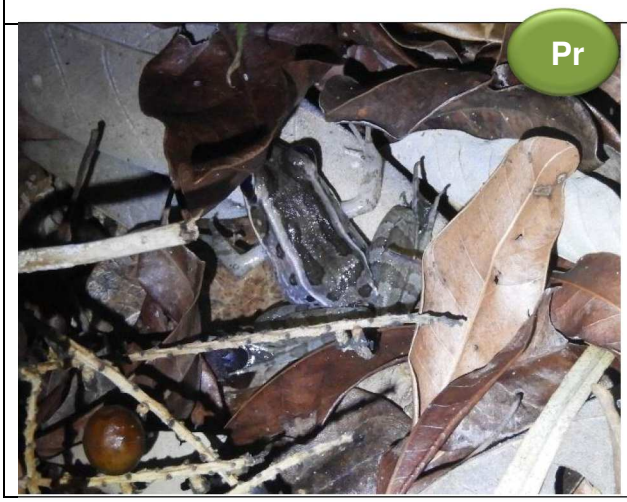
11 APÉNDICE C: CATÁLOGO FOTOGRÁFICO

F A U N A S I L V E S T R E

M A Y O 2 0 2 0

Pr Protección Especial **NOM 059 SEMARNAT 2010**	A Amenazada	P Peligro de Extinción

A N F I B I O S

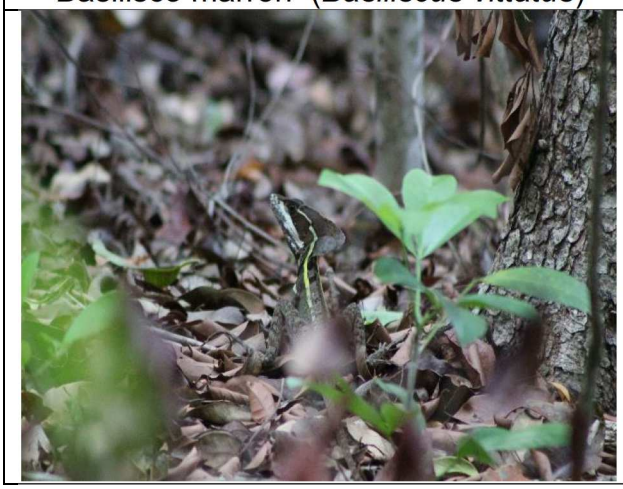
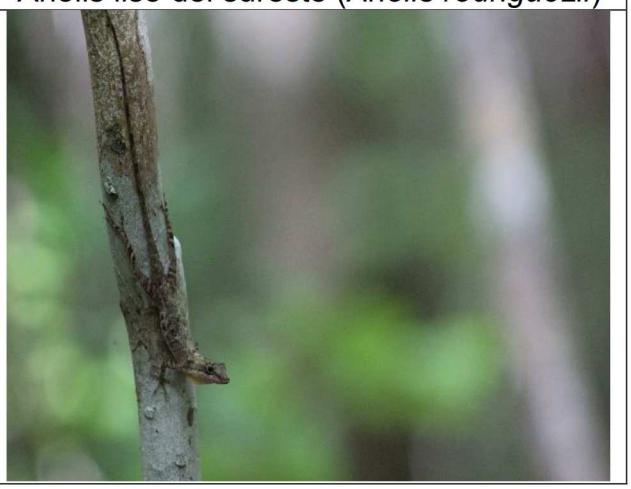
Rana leopardo (*Lithobates brownorum*)	Ranita de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*)
	

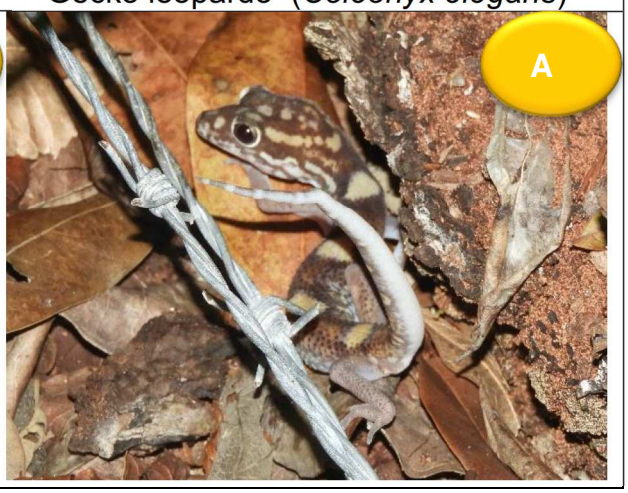
Rana termitera (*Hypopachus variolosus*)

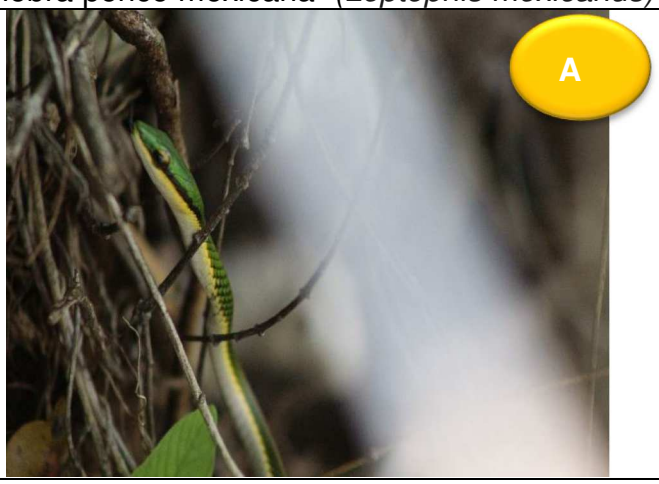


R E P T I L E S

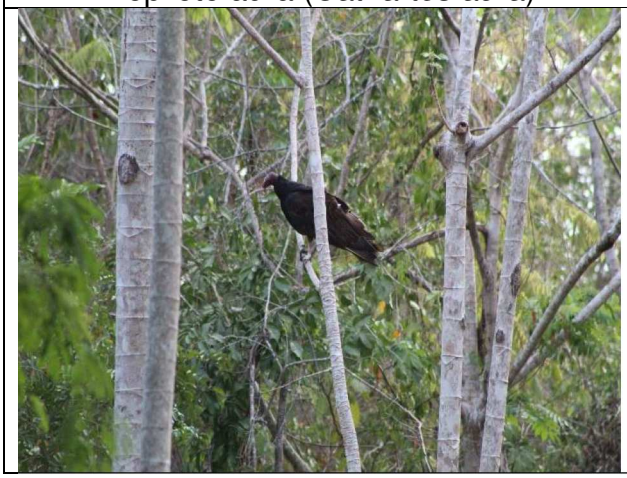
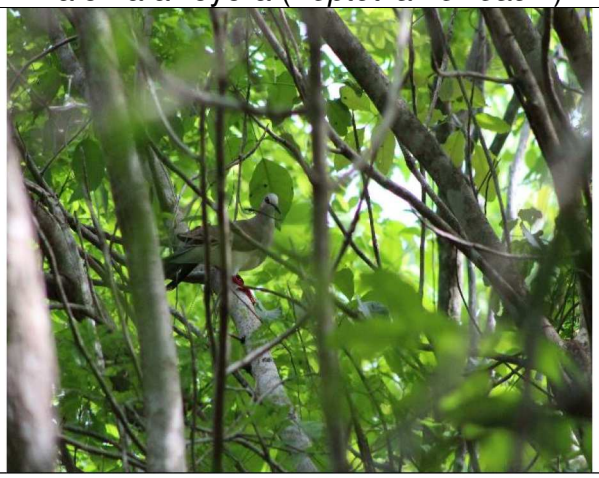
Lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*)	Lagartija arcoiris (*Holcosus undulatus*)
	

Basilisco marrón (*Basiliscus vittatus*)	Anolis liso del sureste (*Anolis rodriguezii*)
	

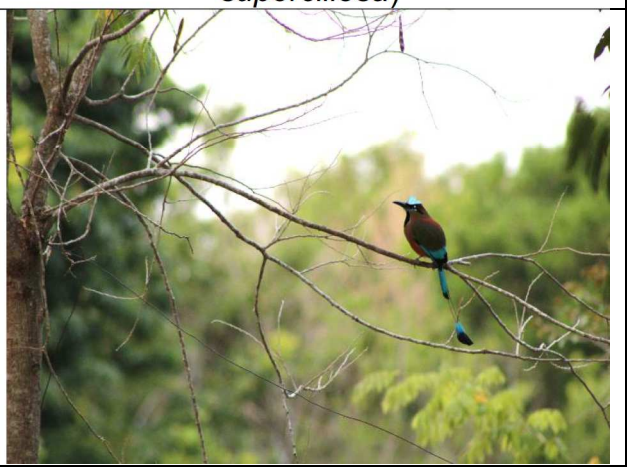
Iguana rayada (*Ctenosaura similis*)	Gecko leopardo (*Coleonyx elegans*)
	

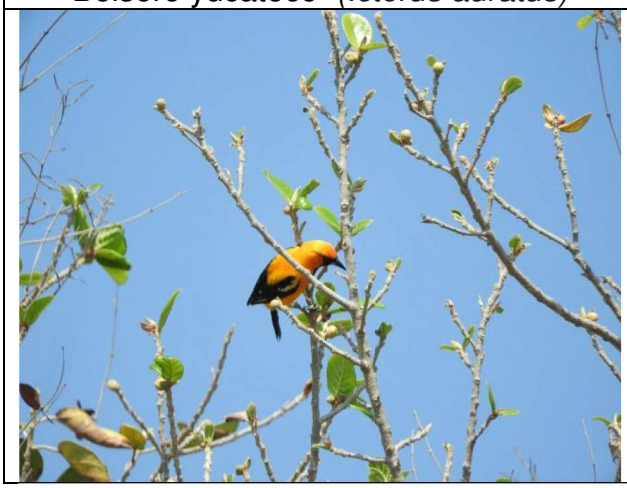
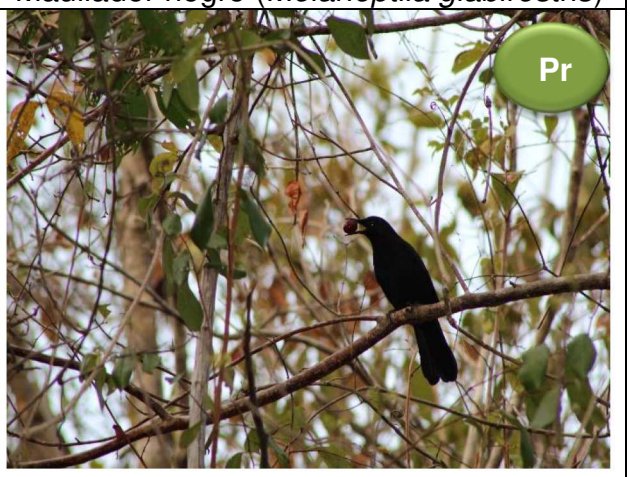
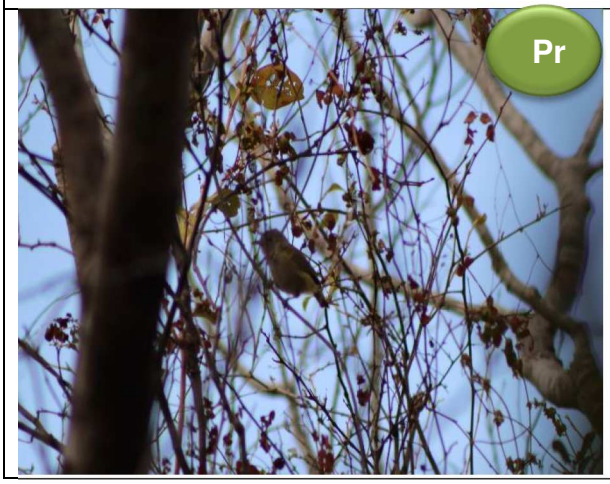
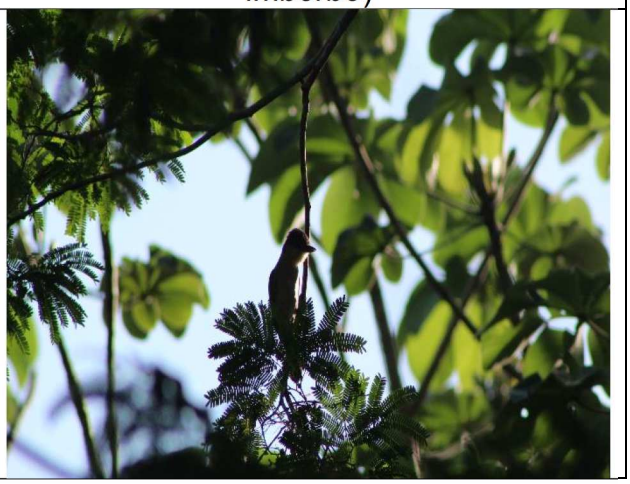
Culebra perico mexicana *(Leptophis mexicanus)*


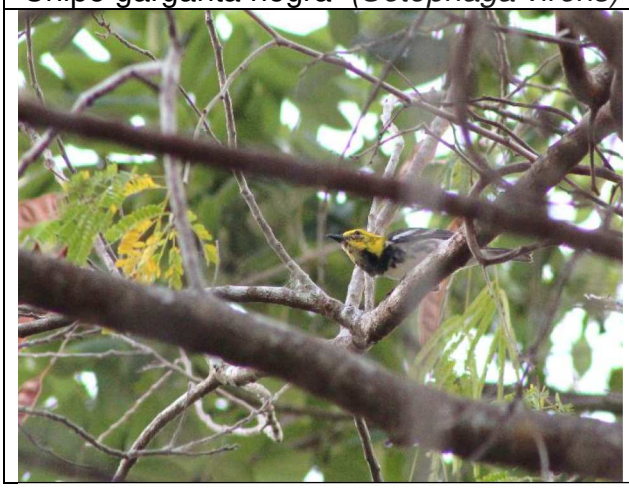
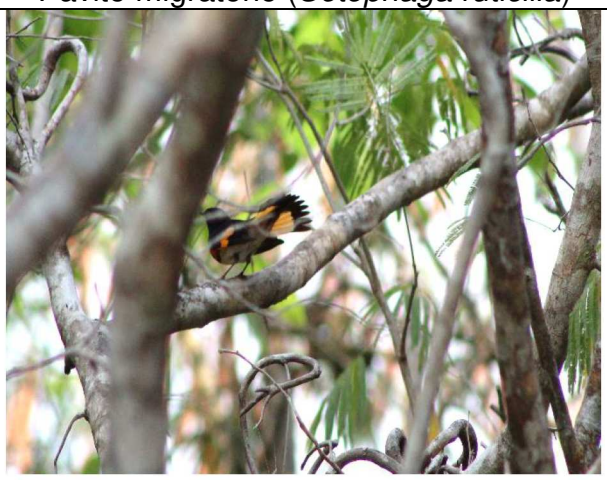
A V E S

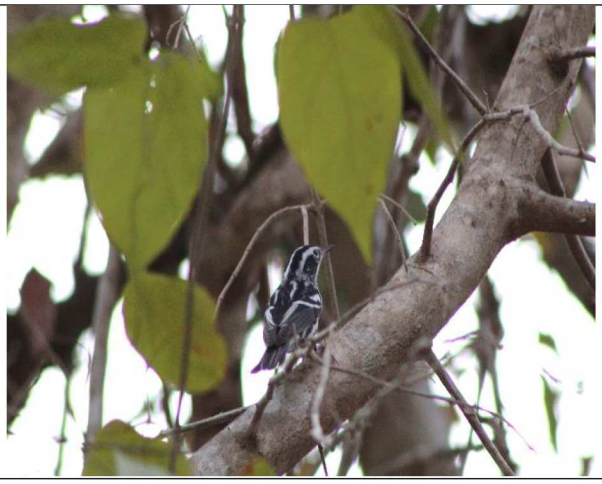
Zopilote aura (*Cathartes aura*)	Paloma arroyera (*Leptotila verreauxi*)
	

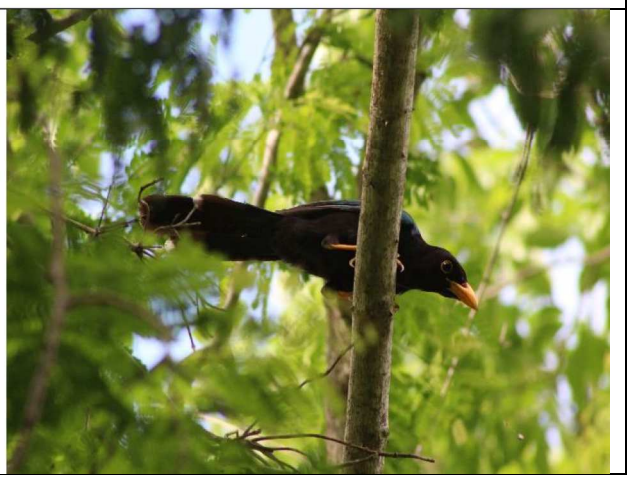
Colibrí vientre canelo (*Amazilia yucatanensis*)	Fandanguero mexicano (*Campylopterus curvipennis)*
	

Luis gregario *(Myozetetes similis)*	Momoto cejas azules (*Eumomota superciliosa*)
	

Bolsero yucateco *(Icterus auratus)*	Maullador negro (*Melanoptila glabirostris*)
	
Vireo manglero (*Vireo pallens*)	Mosquerito chillón (*Camptostoma imberbe*)
	
Saltapared vientre blanco *(Uropsila leucogastra)*	Papamoscas yucateco (*Myiarchus yucatanensis*)
	

Chipe garganta negra *(Setophaga virens)*	Pavito migratorio (*Setophaga ruticilla*)
	

Chipe trepador *(Mniotilta varia)*	Chipe de magnolias (*Setophaga magnolia*)
	

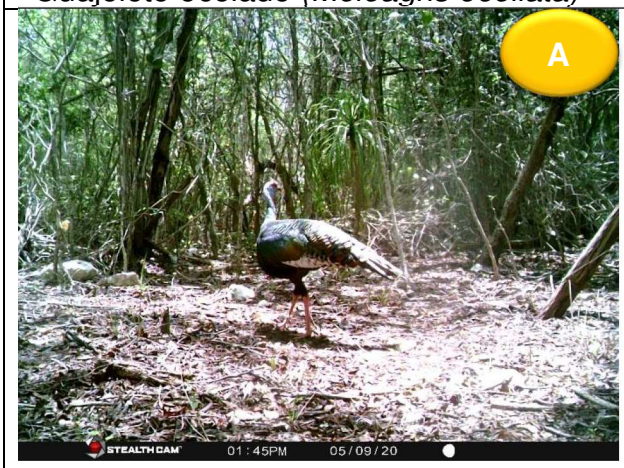
Coa cabeza negra *(Trogon melanocephalus)*	Chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus)*
	

Vireón cejirrufo *(Cyclarhis gujanensis)*	Rascador dorso verde (*Arremonops chloronotus*)
	

Tangara hormiguera *(Habia fuscicauda)*	Chachalaca *(Ortalis vetula)* *
	

Tecolote bajeño *(Glaucidium brasilianum)* *	Mirlo café (*Turdus grayi*) *
	

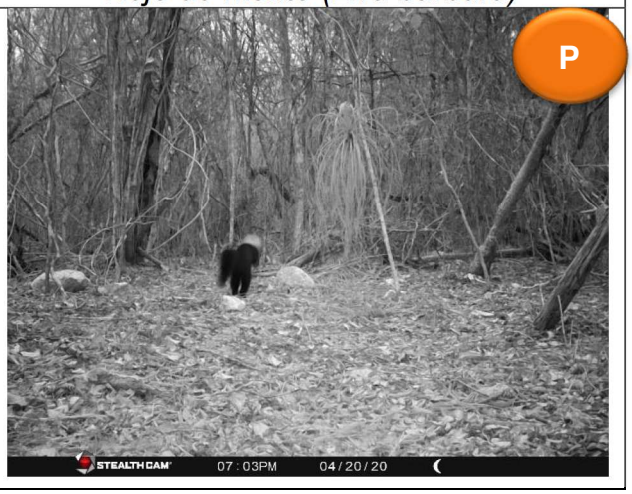
*Fotografías obtenidas mediante cámara trampa.

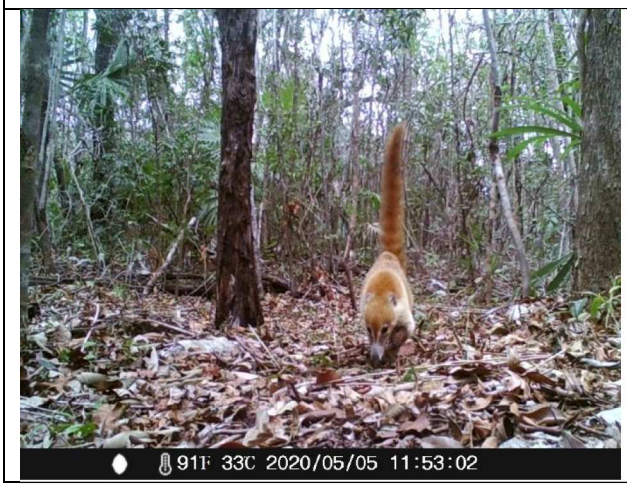
Guajolote ocelado *(Meleagris ocellata)* *	Tapacaminos (Caprimulgidae) *
	

M A M Í F E R O S

Zorrillo manchado sureño (*Spilogale angustifrons*)*	Zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus)* *
	

Tlacuache *(Didelphis virginiana)* *	Tepezcuintle *(Cuniculus paca)* *
	

Agutí (Dasyprocta punctata) *	*Viejo de monte (Eira barbara)*
	

Coatí *(Nasua narica)* *	Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) *
	

Pecarí de collar *(Pecari tajacu)* *	Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) *
	

Q U I R Ó P T E R O S

Murciélago orejón brasileño (*Micronycteris microtis*)	Murciélago orejón brasileño (*Micronycteris microtis*)
	

Murciélago frutero *(Artibeus jamaicensis)*	Murciélago frutero *(Artibeus jamaicensis)*
	

CAPÍTULO V
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

INDICE

1. INTRODUCCIÓN. 3

2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3

2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3

3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERISTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS. 11

3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 11

4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN. 15

4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN). 15

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA. 17

4.2.1 Impactos residuales. 23

4.3. Descripción de los Impactos por Factor Ambiental. 25

1. INTRODUCCIÓN.

La base para la correcta definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones aplicables a un proyecto, se encuentra en la adecuada identificación de los impactos potenciales que el proyecto puede generar en todas sus etapas de desarrollo. Para ello, es indispensable partir del conocimiento del ¿Qué vamos a hacer? ¿En dónde lo vamos a hacer? y ¿Cómo lo vamos a hacer? En los capítulos I, II y IV nos dimos a la tarea de establecer dichos conocimientos describiendo las características generales del proyecto, así como la situación ambiental y socioeconómica en el que se enmarca a nivel local y regional.

Adicionalmente, en el capítulo III fijamos las directrices a las que el proyecto deberá apegarse para cumplir con las leyes, normas ambientales, programas de ordenamiento y otros lineamientos ambientales vigentes.

En el presente capítulo nos avocamos al análisis de los impactos ambientales del proyecto.

2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define en su artículo 3° como Impacto ambiental la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA Art. 28).

Habiendo descrito en los capítulos anteriores las características generales del proyecto, así como la situación ambiental en la que se enmarca, en este capítulo corresponde analizar los impactos ambientales potenciales de generarse por la preparación, construcción y operación del proyecto, considerando los impactos acumulativos, los impactos residuales y los efectos sinérgicos, directos e indirectos que puede tener el desarrollo del mismo, a través del análisis de las características del área de estudio que está incluida dentro del Sistema Ambiental (descrito en el Capítulo IV). De esta forma, se pondera de manera más precisa la influencia y magnitud de los impactos ambientales que pudieran generarse por las obras y actividades contempladas.

2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto **“Planta de tratamiento de aguas residuales del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach”**,

se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos "palpables", que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	**1.** Presencia de personal
	2. Actividades de ahuyentamiento de flora y fauna
	3. Limpieza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos.
Construcción	**4.** Presencia de personal.
	5. Actividades de perforación y construcción del pozo de descarga
	6. Instalaciones de los equipos del sistema de tratamiento de aguas residuales
Operación y Mantenimiento	**7.** Operación de la planta de tratamiento
	8. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 8 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Emisión de gases y ruido por uso de la maquinaria de perforación.
- Cambios en el flujo disponible del agua por las actividades de descarga.

Solo algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto y por ende, la generación de residuos. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire
	Hidrología
	Topografía
	Suelo
Medio biótico	Fauna
	Flora
Medio Socioeconómico	Residuos
	Infraestructura de servicios
	Salud humana
	Economía

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 3).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 3. Se detallan los indicadores ambientales por factor ambiental.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire	Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero	CO_2, NO_X, SO_2
		Generación de ruido	dB
Topografía	Modificación	Superficie de aprovechamiento	%
Suelo	Pérdida	Pérdida de suelo	m^3
	Compactación	Compactación del terreno	cm
Hidrología	Calidad del agua	Cambios de la calidad del agua por actividades de descarga de agua.	Parámetros de pH, temperatura, sólidos suspendidos, grasas, DBO, DQO, fosfatos, nitratos y coliformes fecales
Vegetación	Reducción	Cobertura vegetal	Superficie (m^2)
	Cambios en la abundancia	Pérdida de individuos de ejemplares de flora incluidas especies en alguna categoría de riesgo.	No. de ejemplares
Fauna	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluidas las especies en alguna categoría de riesgo	No. de ejemplares
	Hábitats para la fauna	Reducción del hábitat	Superficie (m^2)
Residuos	Generación	Generación de residuos sólidos urbanos y de	Kg de residuos generados y de residuos

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
		manejo especial.	que se reciclen.
		Generación de residuos peligrosos	Kg de residuos peligrosos
Demanda de infraestructura	Servicios	Demanda de energía eléctrica	Consumo KW/hora
Salud humana	Exposición a personas	Exposición a personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos	Generación de empleos	No. de empleos
	Derrama económica	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta de tratamiento.	$ Inversión por adquisición de insumos, pagos de derechos, etc.

d) Características de los indicadores.

A continuación, se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 4).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 4**.** Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
Medio abiótico	Aire	El municipio de Solidaridad a la fecha no presenta problemas de contaminación del aire por hidrocarburos, ya que no hay abundantes fuentes que generen este tipo de gases. Así mismo, los hidrocarburos generados por el tránsito vehicular se dispersan con el viento. En el Sistema Ambiental hay pocas fuentes fijas de emisiones a la atmósfera provenientes de los desarrollos habitacionales y dos hoteles que se ubican sobre la Carretera Federal 307. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre la Carretera Federal 307, así como el que generan las personas que transitan por la zona. El lote de interés (AC-05) se encuentra dentro del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, y se mantienen con su vegetación natural. El Condominio Maestro desarrollará las obras generales autorizadas en todo el predio, por lo que se espera la emisión de gases y ruido provenientes de la maquinaria y de las personas.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
	Topografía	El área de estudio se encuentra en la subprovincia denominada Carso Yucateco, la cual ocupa porciones del centro y Norte del estado de Quintana Roo, y está formada por una losa calcárea con presencia de karsticidad, pendiente descendente hacia el Oriente y al Norte hasta el nivel de mar. Presenta un relieve ondulado en el que alternan crestas y depresiones, con elevaciones máximas de 22 m.s.n.m en su parte Suroeste.
	Suelo	El municipio de Solidaridad en la mayor parte de su superficie presenta suelo de tipo Litosol como suelo primario. Con base a esta clasificación de suelo se puede observar que en el sistema ambiental se encuentran suelos tipo leptosoles. Leptosol. Del griego teptos, delgado. Del griego Lithos, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.
	Hidrología	El área de estudio presenta características cársticas, lo que permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales. Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en esta son de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno. De acuerdo con el INEGI, los lotes donde se localizará el proyecto, se encuentran en una unidad geo hidrológica clasificada como material consolidado con posibilidades altas. **Material consolidado con posibilidades altas:** Esta unidad está constituida por calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recargas pluviales y subterráneas, la calidad de agua extraída es aceptable para el consumo humano (INEGI,2012).
Medio biótico	Flora	De acuerdo con la Caracterización del Sistema Ambiental se determinó que la cobertura de vegetación el que presenta mayor porcentaje de ocupación corresponde a la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un 68.84%, seguido de la vegetación de selva mediana subperennifolia con 24.87% y en menor proporción la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		subperennifolia con 1.25%. En otros tipos de coberturas la que presenta mayor porcentaje de ocupación corresponde al uso urbano construido con 3.12%, seguido de brechas y caminos con 1.54%, áreas sin vegetación aparente con 0.26%, áreas desprovistas de vegetación con 0.11 % y finalmente cuerpos de agua con 0.01%. El lote en el que se pretende el desarrollo del proyecto está totalmente cubierto con vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia. Este factor se evaluó en función de la superficie total de remoción de la vegetación que sería de 0.319 Ha, correspondiente al área destinada para la instalación de la PTAR y su pozo de descarga. En el área de estudio se registró una especie enlistada en la Lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de Amenazada que corresponde a la palma nacax (*Coccothrinax readii*).
	Fauna	De acuerdo con la Caracterización de Fauna terrestre realizada en el predio del Condominio Maestro, se logró el registro de un total de 80 especies de fauna. El grupo más abundante fue el de las aves con 47 especies registradas, seguido de los mamíferos con 20 especies (incluyendo quirópteros) reptiles con 9 especies, y 4 especies de anfibios. En el área de estudio se identificaron 12 especies enlistadas en la Modificación del Anexo Normativo III, Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales una corresponde a una especie de anfibio, tres son de reptiles, seis de aves y 2 de mamíferos.
Medio social y económico	Residuos	De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, se registró que para el Estado de Quintana Roo la media de generación de residuos es de 0.87Kg/persona/día.
	Demanda de la infraestructura	La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, que será proporcionada por CFE. El promovente cuenta con factibilidad para realizar la conexión para el suministro de agua, por lo que el Condominio Maestro realizará las gestiones y conexiones necesarias. En la zona no hay conexión para la red de drenaje, de ahí que, se presenta esta MIA-P.
	Salud humana	

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		Los riesgos a la salud se ven influenciado por el manejo de los residuos sólidos y peligrosos que se generen durante la construcción y operación de las obras.
	Economía	De acuerdo con el Anuario Estadístico del Estado Quintana Roo, en el 2015 en el Municipio de Solidaridad se contaba con 68 630 viviendas habitadas con 209 279 ocupantes. El documento Estado Actual de la Vivienda en México 2015, realizado por la Fundación Centro de Documentación e Investigación de la Casa A.C. (CIDOC) y la Sociedad Hipotecaria Federal, presenta información relativa a las políticas en materia de vivienda en el país. En ese estudio se señala que la demanda de vivienda en Quintana Roo asciende a 12 mil 912 viviendas. De acuerdo con el Anuario Estadístico del Estado Quintana Roo (2017), en el año 2013 había 223 unidades económicas del sector construcción con 7,520 personas

Tomando como base los indicadores que se definieron previamente, se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 5. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido
Topografía	Modificación de la topografía
Suelo	Pérdida de suelo
	Compactación del terreno
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero
	Cambios de la calidad del agua por actividades de descarga de agua.
Vegetación	Reducción en la cobertura de la vegetación.
	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Fragmentación del hábitat de fauna
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME).
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos (RP)
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de energía eléctrica.
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud.
Economía	Generación de empleos.

Factor	Impacto Ambiental
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta de tratamiento.

3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERISTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla. Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc\ 5$ Expresión V.1

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

Incidencia = I – Imin / Imax – Imin Expresión V.2

Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

Imax= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 6. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	**Indirecto**: Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	**Directo:** el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
Acumulación (A)	**Simple**: Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	**Acumulativo:** Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	**Sinérgico:** Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando el efecto se produce en un ciclo anual	**Mediano:** el efecto se produce después de 5 años	**Largo:** Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
Reversibilidad del impacto (R)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a

Atributos	Escala		
	1	2	3
	período de tiempo relativamente corto, de un año.	efecto permanece de 1 a 5 años.	cinco años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de forma cíclica o recurrente.
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

De acuerdo con Gómez-Orea (2007) para los impactos positivos no se les asigna valor de reversibilidad y recuperabilidad, ya que estos valores carecen de sentido para estos impactos.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 7. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

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

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar los límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.

4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).

Matriz de interacciones simple

Con esta matriz se identificaron 26 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 21 son adversas y 5 son benéficas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Matriz de interacciones simples del proyecto.

	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		TOTAL
FACTOR/ ACTIVIDAD	Presencia de personal	Ahuyentamiento de Fauna	Desmonte	Presencia de personal	Excavación, nivelación y compactación	Actividades de instalación de equipos, líneas de conducción	Operación de la planta de tratamiento de aguas residuales	Actividades de mantenimiento	
Aire			A		A	A	A		4
Topografía			A		A				2
Suelo			A		A				2
Hidrología			A		A		A		3
Vegetación		B	A						2
Fauna	A	B	A	A	A	A			6
Residuos	A		A	A		A	A	A	6
Demanda de infraestructura							A		1
Salud humana						A		A	2
Economía	B			B		B	B	B	5
TOTAL	3	2	6	3	4	4	4	3	33

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales.

Factor	ETAPAS	PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN		
	Negativo / Positivo / Actividades Impacto	Presencia de personal	Ahuyenta miento de Fauna	Desmonte	Presencia de personal	Excavación, nivelación y compactación	Actividades de instalación de equipos, líneas de conducción
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero						
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido						
Topografía	Modificación de la topografía						
Suelo	Pérdida del suelo						
	Compactación del terreno						
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero						
	Cambios de la calidad del agua por descarga de agua tratada.						
Vegetación	Reducción de la cobertura de la vegetación						
	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010						
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.						
	Fragmentación del hábitat de fauna						
Residuos	Incremento en la generación de RSU y ME						
	Incremento en la generación de RP						
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en la demanda de consumo de energía eléctrica.						
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud						
Economía	Generación de Empleos						
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos						
Número de impactos		5	2	10	4	6	7
		17			17		
Positivos		1	2	1	1	0	2
Negativos		4	0	9	3	6	5

RSU-Residuos Sólidos Urbanos
ME- Manejo Especial
RP- Residuos Peligrosos

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 47 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 38 son adversos y 9 benéficos. A continuación, se describen los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach" consiste en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, mismo que se encuentra en desarrollo. De modo que, el sistema de tratamiento de aguas residuales constituye una obra complementaria del Condominio Maestro y servirá para tratar inicialmente el agua generada en las unidades habitacionales, sin embargo, debido a que la PTAR es modular, podrá realizarse su adecuación según lo demande el Condominio Maestro.

La planta de tratamiento de aguas residuales que se propone tendrá una capacidad para tratar hasta 12 lps de agua residual, que es suficiente para el volumen de agua que se prevé generar en el Plan Maestro, toda vez que, se estima que el agua que llegará a la planta de tratamiento es proporcional a un 85% del total consumido, considerando una pérdida del 15% por arrastre o evaporación. En este sentido, el volumen a tratar corresponde a 874.53 m^3/día, equivalente a 10.12 lps

Para su instalación se requerirá la remoción de 3,910 m^2 de vegetación forestal Secundaria de selva mediana subperennifolia, del área en la que se instalará la planta de tratamiento y sus componentes, es decir, el AC-05, así como el pozo de descarga.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 13 impactos negativos y 4 positivos, los cuales derivan por la presencia de personal, ahuyentamiento de fauna y desmonte.

De tal manera que derivado de estas actividades se prevén cambios en la calidad del aire por emisiones y por la generación de ruido, así como cambios en la vegetación, abundancia de la fauna y la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores.

Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 17 interacciones de las cuales 14 impactos son negativos y 3 son impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con las actividades de perforación y construcción del pozo de descarga, así como por la instalación de los equipos de la planta de tratamiento y las

líneas de conducción de energía eléctrica y del agua del pozo, así como por la presencia de empleados.

Para llevar a cabo la perforación del pozo y la instalación de las tuberías de conducción del agua de descarga, se requiere remover parte del suelo, de las capas superficiales y de las capas inferiores, hasta llegar a la profundidad requerida de 100 m para el pozo de descarga. También se espera la generación de polvos y emisiones de gases por la operación de la maquinaria de perforación. Asimismo, se producirá ruido derivado de estas actividades, lo cual puede causar el desplazamiento de la fauna.

Las actividades de construcción de las obras e instalación de equipos implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción y residuos derivados del consumo de alimentos, los cuales tendrán un manejo adecuado.

En cuanto a los impactos benéficos tendrán un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa se determinaron 13 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 11 son negativos y 2 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales y las actividades de mantenimiento, lo cual conlleva actividades de descarga del agua tratada, generación de lodos, emisiones de gases, ruido, la generación de residuos y la generación de empleos.

Durante la operación del proyecto se realizarán las actividades descarga de agua tratada y generación de lodos, los cuales serán estabilizados. Las actividades de extracción podrían generar cambios en la disponibilidad de agua del acuífero. Las actividades de descarga, también podrían afectar la calidad del agua del acuífero, sin embargo, ésta será tratada y descargada con base en la normatividad aplicable.

Las actividades de mantenimiento implican actividades generales, las cuales se realizarán de manera periódica, en este sentido, se espera la generación de residuos sólidos por parte del personal que dé mantenimiento y opere la planta, cuya generación será mínima. También se prevé la generación de residuos peligrosos derivado del uso de sustancias peligrosas en envases.

Por otra parte, el ruido que genere la planta será mínimo, además las instalaciones recibirán el mantenimiento preventivo para que funcionen conforme a la normatividad aplicable.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto, lo cual beneficiará la economía local.

Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.

Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Factor	Impacto	Signo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	3	1	1	3	1	3	1
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	3	1	3	1	1	1	
Topografía	Modificación de la topografía	N	3	3	1	3	1	1	
Suelo	Pérdida de suelo	N	3	3	1	3	1	1	
	Compactación del terreno	N	3	3	1	3	1	1	
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	N	3	3	3	3	3	3	
	Cambios de la calidad del agua por actividades de descarga de agua.	N	3	3	1	3	1	3	
Vegetación	Reducción en la cobertura de la vegetación	N	3	3	3	3	3	1	
	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora incluyendo los de la NOM-059SEMARNAT-2010	N	3	3	1	3	3	1	
Fauna	Cambios en la abundancia, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	3	3	1	3	3	1	
	Fragmentación del hábitat de fauna	N	3	3	3	3	3	1	
Residuos	Incremento en el volumen de generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	3	3	1	3	1	3	
	Incremento en el volumen de generación de Residuos Peligrosos	N	1	3	1	3	3	3	
Infraestructura	Incremento en el consumo de energía eléctrica.	N	3	1	3	1	1	3	
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud	N	1	1	1	3	1	1	
Economía	Generación de Empleos	P	3	3	1	3	-	3	
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos	P	3	3	1	3	-	1	

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D) (-)

Para los impactos positivos no se les asigna valor de Reversibilidad y Recuperabilidad, ya que de acuerdo con lo estal propuesta por Gómez-Orea, 2007, estos valores carecen de sentido para estos impactos.

Cuadro 11. Matriz de Jerarquización.

Factor	Impacto Significativo (S) No significativo (NS) Despreciable (D)	Signo	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	0.37	D
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	0.37	D
Topografía	Modificación de la topografía	N	0.62	S
Suelo	Pérdida de suelo	N	0.50	NS
	Compactación del terreno	N	0.62	S
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	N	1.00	S
	Cambios de la calidad del agua por actividades de descarga	N	0.62	S
Vegetación	Reducción de la cobertura de la vegetación.	N	0.87	S
	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	0.62	S
Fauna	Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	0.62	S
	Fragmentación del hábitat de fauna	N	0.87	S
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	0.62	S
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos	N	0.62	S
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de energía eléctrica.	N	0.50	NS
Salud humana	Exposición de personas a riesgos de salud	N	0.25	D
Economía	Generación de Empleos	P	0.50	NS
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta de tratamiento.	P	0.37	D

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 10 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 17 posibles impactos potenciales que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach".

De los 17 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 15 son negativos y 2 son positivos.

- Directos e Indirectos

En cuanto al efecto de la totalidad de impactos negativos y positivos, 15 impactos se calificaron como directos y 2 como indirectos, es decir, que el 88.24 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 11.76% tienen efectos secundarios y terciarios. Los impactos directos están relacionados con los cambios en la calidad del aire por las emisiones a la atmósfera y generación de ruido, modificación de la topografía, pérdida y compactación del suelo, cambios en la disponibilidad del agua y su calidad por actividades de descarga de agua tratada, reducción en la cobertura vegetal y abundancia en especies de flora y fauna, generación de residuos sólidos urbanos e incremento en el consumo de energía eléctrica, así como generación de empleos y derrama económica por la adquisición de insumos.

Por otra parte, los impactos valorados como indirectos están relacionados con los cambios en el incremento en el volumen de generación de residuos peligrosos, exposición a personas a riesgos de salud.

- Acumulativos.

De la totalidad de los impactos, 13 (76.47%) se calificaron como acumulativos, ya que el efecto en la ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o están ocurriendo en el presente. Se clasificaron como impactos acumulativos los relacionados con la modificación de la topografía y el suelo, cambios en la hidrología, en la vegetación, la fauna y aumento en el volumen de residuos, generación de empleo y derrama económica

El resto de los impactos (4) se calificaron como simples y tienen relación con las emisiones de gases y generación de ruido, el incremento en el consumo de energía y exposición a personas a riesgo de salud.

- Sinergia.

En lo que se refiere a la sinergia, 5 (29.41 %) se calificaron como sinérgicos, los cuales están relacionados con cambios en la disponibilidad del agua del acuífero, reducción de la cobertura vegetal, fragmentación del hábitat de fauna y el incremento de consumo de energía.

- Momento, periodicidad y permanencia

En lo que se refiere al momento o tiempo, el 88.24% (15) de los impactos se realizarán en un largo plazo; y únicamente dos de los impactos tendrá un efecto a corto plazo y están relacionado con la generación de ruido y el incremento en el consumo de energía eléctrica.

En cuanto a la periodicidad, el 41.17% (7) de los impactos se realizarán de manera recurrente y están vinculados a cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera, cambios en la disponibilidad del acuífero y en la calidad del agua por actividades de descarga, en el incremento de residuos y consumo de energía eléctrica y generación de empleos.

Los otros 10 impactos (58.82%) de los impactos ocurrirán de manera ocasional y están relacionados con los cambios en la calidad del aire por la generación de ruido, modificación del suelo, reducción de la vegetación y cambios en la abundancia de ejemplares de flora y fauna, así como la exposición a personas a riesgo de salud y derrama económica por la compra de equipos e insumos.

Para el caso de la permanencia, 2 (11.76 %) impactos son temporales y 15 (88.23%) son permanentes. Los impactos temporales están relacionados con las emisiones de gases a la atmósfera.

- Reversibilidad del impacto

El 35.29% (6) de los impactos negativos se consideran como irreversibles y 9 (52.94%) como reversibles. Los impactos irreversibles o reversibles a largo plazo están relacionados con cambios en la disponibilidad del acuífero, reducción en la cobertura de la vegetación y fragmentación del hábitat de fauna. Los dos impactos positivos no se consideraron en la evaluación de este atributo.

- Recuperabilidad.

El 35.29% (6) de los impactos negativos se consideraron como recuperables y el 52.94% (9) como irrecuperables. Los impactos irrecuperables están relacionados con los cambios en la topografía, compactación del terreno, cambios en la disponibilidad del acuífero, reducción de la cobertura de la vegetación y fragmentación del hábitat de fauna.

Con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos negativos que en total fueron 15; 11 fueron significativos, 2 fueron no significativos y 2 despreciables. Los impactos positivos fueron 2 y se calificaron como no significativo y despreciable.

Los impactos negativos significativos fueron:

- Modificación de la topografía
- Compactación del terreno
- Cambio en la disponibilidad del agua del acuífero

- Cambios de la calidad del agua por actividades de descarga de agua.
- Reducción en la cobertura de la vegetación
- Cambios en la abundancia de ejemplares de flora incluyendo los de la NOM-059SEMARNAT-2010
- Cambios en la abundancia, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Fragmentación del hábitat de fauna
- Incremento en el volumen de generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial
- Incremento en el volumen de generación de Residuos Peligrosos

Los no significativos corresponden a:

- Pérdida del suelo
- Incremento en el consumo de energía eléctrica.

Los impactos negativos despreciables fueron:

- Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero.
- Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido.
- Exposición a personas a riesgos de salud.

En el caso de los impactos positivos, son los siguientes.

- Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos Generación de empleos.
- Generación de empleos.

4.2.1 Impactos residuales.

Estos impactos son los que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación. Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, a continuación, se identifican los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberán aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos. La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto estará causando impactos hasta que se concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Cuadro 12. Capacidad de recuperación de los impactos.

Factor	Impacto	Recuperabilidad	
		Recuperable	Irrecuperable
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	*	
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	*	
Topografía	Modificación de la topografía		*
Suelo	Pérdida de suelo	*	
	Compactación de terreno		*
Hidrología	Cambios de la calidad del agua por actividades de descarga de agua.	*	
Flora	Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	*	
	Reducción de la cobertura vegetal		*
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	*	
	Fragmentación del hábitat de la fauna		*
Residuos	Incremento en el volumen de generación de residuos sólidos urbanos de manejo especial y peligrosos.	*	
Demanda de infraestructura de servicios	Aumento en el consumo de energía eléctrica	*	

De los tres impactos residuales identificados en el cuadro anterior, ocho impactos son recuperables, es decir el 66.67%, los cuales se pueden reducir con las medidas, y cuatro impactos son residuales (33.33%), para estos últimos se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables aún con las medidas de mitigación.

En cuanto al impacto sobre la topografía y compactación de terreno, se consideró como residual y sin posibilidad de medidas de mitigación, dado que se modificará con las actividades de perforación del pozo y con la instalación de tuberías, ya que se removerá parte del suelo y se modificará en el sitio donde se realice la perforación. El impacto en el área que ocupará será permanente.

El impacto relativo a los cambios en la reducción de la cobertura vegetal será residual, ya que el área donde se removerá la vegetación será ocupada por las obras, lo cual no permitirá que se desarrolle la vegetación, que a su vez resulta en la fragmentación del hábitat, lo cual limita en cierto nivel el movimiento libre de fauna en el área que ocupan.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL.

Para un mejor análisis de los impactos adversos se describirá su efecto sobre los principales factores ambientales:

- Aire

Para este factor se consideraron 2 impactos, los cuales se calificaron como despreciables y están relacionados con los cambios en la calidad del aire por la emisión de contaminantes, partículas de polvo y gases de efecto invernadero y por la generación de ruido.

La emisión de bióxido de carbono (CO_2) derivada del consumo de combustibles fósiles es responsable de la mayor parte del incremento de la concentración atmosférica de ese gas. De los gases de efecto invernadero (GEI), el CO_2 es considerado el más importante, ya que se caracteriza por una elevada persistencia en la atmósfera, que varía entre los 5 y 200 años. En el año 2010, en México se generaron 748,252.247 gigagramos de CO_2 equivalente.

Durante las actividades de construcción, se emitirán gases derivados del uso de la maquinaria y equipos. Se generarán emisiones de gases contaminantes como CO, NOx, SO_2 e hidrocarburos, sin embargo, estos serán dispersados por el viento. También se generará un gas de efecto invernadero como es el CO_2, el cual será absorbido por la vegetación del predio.

También se espera la generación de polvos a causa del movimiento de los materiales que son extraídos para formar el pozo, sin embargo, esto se asentarán rápidamente y solo se producirán durante las actividades de perforación, que se realizarán en un período corto de tiempo.

Por otra parte, se espera generar ruido derivado del empleo de equipo y maquinaria, así como por la presencia de personal, etc. El ruido producido durante las actividades del proyecto se sumará al ruido existente, ya que se encuentra en proceso constructivo el Condominio Maestro, y se consideró como despreciable, ya que será temporal y se establecerán medidas de mitigación para disminuir el impacto.

Cabe señalar que las actividades que producirán mayor ruido serán las actividades de perforación del pozo y preparación del sitio, sin embargo, se realizará en un período corto de tiempo. Durante las actividades de instalación de equipos de la planta de tratamiento el ruido que se producirá será mínimo.

Como parte de las medidas de mitigación, se mantendrá la maquinaria y equipo en buenas condiciones para que se respeten los niveles máximos de ruido permitidos según las normas oficiales mexicanas.

Durante la operación de la planta de tratamiendo, se prevé que el ruido que generen los equipos será mínimo, ya que serán instalados equipos nuevos que cumplirán con la normatividad. Además, que todas las instalaciones de la planta tendrán mantenimiento preventivo.

De manera global se tiene que hay actividades y equipos que generarán emisiones a la atmósfera sea de gases o ruido que se han calificado como mínimos, y que en conjunto no representarán una afectación significativa, ya que se implementarán las medidas para que su condición de operación sea óptima y se apeguen a la normatividad aplicable.

- Topografía y Suelo

Para este factor se determinó un impacto relacionado con los cambios en la topografía (significativo) pérdida de suelo (No significativo) y compactación de terreno (significativo).

Durante las actividades de construcción del proyecto, se realizarán actividades que implican cambios en las características del suelo como son la perforación del pozo, y las instalaciones da las líneas de conducción, así como la instalación misma de la planta de tratamiento. Las actividades de perforación implican la remoción de parte del suelo, de las capas superficiales y de las capas inferiores, hasta llegar a la profundidad requerida de -100 m para el pozo de descarga. Para estas actividades se tomarán las medidas necesarias para evitar la afectación de cavernas secas o saturadas importantes en el flujo de agua hacia el mar y viceversa. Esto determinado por la mecánica de suelos específica en el sitio de perforación de los pozos, y dictaminado previamente por la CONAGUA.

Adicionalmente, debido a la remoción de vegetación del sitio en donde se instalará la planta y en donde se construirá el pozo e instalará la tubería, se prevé que el suelo podría quedar expuesto a la erosión, sin embargo, los trabajos de instalación hidráulica, componentes y los ademes del pozo se realizará de manera inmediata, evitando con ellos los efectos sobre el suelo.

- Hidrología

Se determinaron dos impactos negativos relacionados con los cambios en la disponibilidad de agua del acuífero y en la calidad del agua, ambos se calificaron como significativos.

En relación con el impacto relacionado con los cambios en la disponibilidad del agua del acuífero se consideró como negativo, directo, acumulativo, sinérgico, con efecto a largo plazo, reiterativo, irreversible, permanente e irrecuperable.

Este impacto se producirá al llevar a cabo las actividades de descarga del agua hacia el acuífero a través de un pozo con profundidad de 100 m. La planta de tratamiento que se propone tendrá una capacidad para tratar hasta 12 lps de agua residual, mientras que el volumen de agua que se prevé generar en el Plan Maestro es de 10.12 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para tratar el agua residual generada en el Condominio Maestro. En este sentido, debido a que parte del agua residual tratada será reutilizada

para el riego de áreas verdes y otro tanto como ya se mencionó, será canalizada a través del pozo de descarga, es en este último caso en el que se produciría el impacto en la disponibilidad del agua del acuífero. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la profundidad a la que se inyectará es a 100 m, en tanto que, la profundidad a la que se extrae el agua es por lo general entre 12 y 40 m y que, el agua que se descargué contará con los parámetros de calidad de agua de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En relación con el impacto sobre la calidad del agua del acuífero, éste se consideró como negativo, directo, acumulativo, simple, con efecto a largo plazo, reiterativo, reversible, permanente y recuperable.

Durante las actividades de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes Del pozo, puede ocurrir la infiltración al acuífero de materiales contaminantes de la superficie, lo cual podría afectar la calidad del agua del acuífero, sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para evitar que esto ocurra.

Las actividades de operación de la planta de tratamiento implican la descarga de agua residual tratada al manto acuífero, a una profundidad de 100 m, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero. Sin embargo, esta forma de dispersión permite la difusión gradual del agua tratada.

Las condiciones hidrogeológicas del acuífero propician la contaminación del agua subterránea, ya que por un lado las oquedades del terreno kárstico de alta permeabilidad y por otro lado la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan el acceso de los contaminantes al subsuelo y su rápida propagación en el acuífero. Sin embargo, como parte del control de la calidad del agua se realizarán periódicamente análisis del efluente, el cual habrá de encontrarse dentro de los parámetros de calidad del agua para descargas a cuerpos o bienes nacionales establecidos en la NOM-001-SEMARTNAT-1996, así como con la NOM-003-SEMARNAT-1997 para las aguas que sean reutilizadas en actividades de riego.

- Vegetación

El lote donde se pretende establecer el proyecto cuenta con una superficie de 13,141.84 m^2 y está completamente cubierto con vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia.

Entre la vegetación se registraron tres estratos, la mayoría de las especies se registraron en el estrato arbustivo. Se registró una abundancia mayor de ejemplares en el estrato arbustivo, seguido del herbáceo y un bajo número de ejemplares arbóreos. De acuerdo con lo anterior, la estructura está dominada por ejemplares arbustivos de bajo diámetro.

Entre las áreas que conforman al Condominio Maestro se encuentra el AC-05 con una superficie de 13,141.84 m^2, es decir, 0.96% del total del predio (1,363,266.22 m^2), la cual quedó destinada para servicios, planta de tratamiento de aguas residuales y área

verde. Cabe señalar que, de manera específica el área en la que pretende desarrollarse la construcción e instalación de la PTAR corresponde a 3,910 m^2 (0.391 Ha), de modo que se requerirá la remoción de vegetación de esta última superficie.

Este impacto está relacionado con la afectación de especies bajo alguna categoría de riesgo, dado que se afectarán algunos ejemplares de Palma nacax (Coccothrinax readii), sin embargo, se considera dar prioridad al rescate de esta especie y llevar su monitoreo.

La superficie que se mantendrá con vegetación original (9,199.29 m^2) que representa el 70.00% del AC-05 y se destinará para áreas de conservación. En estas áreas se preservará la flora y fauna y los servicios ambientales y características propias del hábitat que este ecosistema provee. Cabe señalar que el Condominio Maestro estará delimitado por vialidades, y la fauna podrá desplazarse a las áreas con vegetación que se dejen en los demás terrenos del condominio o hacia las extensas áreas con vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia del Sistema Ambiental.

- Fauna

Para este factor se determinaron dos impactos negativos relacionados con los cambios en la abundancia de la fauna y la fragmentación del hábitat, los cuales se calificaron como significativos.

De acuerdo con la Caracterización de Fauna terrestre realizada en el Condominio Maestro, se logró el registro de un total de 80 especies de fauna. El grupo más abundante fue el de las aves con 47 especies registradas, seguido de los mamíferos con 20 especies (incluyendo quirópteros) reptiles con 9 especies, y 4 especies de anfibios.

En el lote del proyecto se registraron 58 especies que representa el 73% del total registrado en el área de estudio: 7 especies diferentes en el grupo de anfibios y reptiles, 36 aves, 5 mamíferos terrestres y 10 especies de quirópteros. Del total de especies registradas en este lote, solamente 2 están enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Coleonyx elegans (Amenazada) y Lithobates brownorum (Protección especial). S*e analizan los impactos en términos de todas las especies registradas para el área de estudio, por la posibilidad de ocurrencia de alguna de ellas en el área del proyecto al momento de realizar las obras, dada la movilidad de las especies de fauna.

La riqueza de especies registrada en el área de estudio para los cuatro grupos de vertebrados es un indicador de que las condiciones actuales ofrecen sitios de refugio y recursos alimenticios a la fauna silvestre. La composición faunística del área de estudio corresponde a sitios con poca perturbación antropogénica, y en general, un buen estado de conservación.

Con las actividades del proyecto se espera generar cambios en la abundancia de la fauna, que ocurrirá desde el inicio de actividades, ya que se prevé que la fauna se desplace hacia otras áreas con vegetación ante la presencia del personal.

La capacidad de movilidad de las especies ante una perturbación varía de acuerdo a sus características morfológicas y físicas. Algunas especies altamente móviles, como aves y mamíferos, pueden trasladarse relativamente rápido a sitios con mejores condiciones; sin embargo, su traslado también depende de la velocidad con que se producen los cambios en el ambiente.

Los anfibios y reptiles, por su condición ectotérmica, son más susceptibles a cambios en el entorno que afectan la temperatura, fuerza y dirección del viento y humedad (Mandujano *et al*., 2008). Esto dificulta su permanencia en sitios perturbados, sin embargo, algunas especies principalmente del trópico son tolerantes a estos sitios y han desarrollado respuestas adaptativas para evitar las altas temperaturas del día; cada grupo presenta un rango de tolerancia térmica, adaptación conductual y fisiológica. Esto permite a los anfibios y reptiles habitar en pastizales, en el borde o en el interior de un bosque y en ambientes fragmentados, respondiendo de diversas y complejas maneras a los cambios en el microhábitat (Gómez, 2007).

Para mitigar el impacto sobre las especies registradas u otras que pueden utilizar el área, se contempla de manera previa a iniciar las actividades de remoción de la vegetación, se lleven a cabo actividades de ahuyentamiento para que las especies de fauna presentes en las áreas de aprovechamiento se desplacen hacia las áreas de conservación aledañas del condominio maestro o del sistema ambiental. En el caso de registrar fauna de lento desplazamiento o que no pueda moverse, así como nidos, se llevarán acciones de rescate y reubicación.

La superficie que se mantendrá con vegetación original (9,199.29 m^2) que representa el 70.00% del AC-05 y se destinará para áreas de conservación. En estas áreas se preservará la flora y fauna y los servicios ambientales y características propias del hábitat que este ecosistema provee. Cabe señalar que el Condominio Maestro estará delimitado por vialidades, y la fauna podrá desplazarse a las áreas con vegetación que se dejen en los demás terrenos del condominio o hacia las extensas áreas con vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia del Sistema Ambiental.

A pesar que la vegetación del área de estudio es secundaria, provee de alimento y refugio a especies de fauna silvestre pertenecientes a los grupos de anfibios, reptiles, aves, mamíferos terrestres y quirópteros. Además, que la composición faunística del área de estudio corresponde a sitios con poca perturbación antropogénica, y en general, un buen estado de conservación.

En las áreas de conservación del Sistema Ambiental se mantendrán los procesos biológicos locales de la fauna como su movilidad entre el sitio y la vegetación circundante, así como la disponibilidad de refugio y alimento. Con el fin de verificar la distribución de la fauna durante las actividades del proyecto, se propone realizar un monitoreo anual de los organismos durante la etapa de construcción y en los primeros cinco años de operación.

- Residuos

En este factor se determinaron dos impactos adversos, ambos se calificaron como significativos y está vinculado con el incremento en la generación de residuos sólidos y de manejo especial y peligrosos.

El impacto relativo al incremento de la generación de residuos sólidos y de manejo especial se consideró como negativo, directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, permanente, reiterativo y recuperable.

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se generarán residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y de la instalación de equipos de la planta de tratamiento, los cuales serán acopiados en sitios específicos dentro del predio.

Asimismo, que se generen residuos derivados de materiales de construcción y residuos inorgánicos. Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa ubicados en el área de aprovechamiento y serán trasladados al relleno sanitario. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados a una empresa encargada de su reciclaje.

Los residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio serán colectados en tambos de 200 L y posteriormente serán llevados al área de acopio de residuos al interior del predio, para su posterior traslado al relleno sanitario.

Asimismo, se prevé generar material derivado de las actividades de perforación, el cual será retirado de manera manual con el uso de palas y carretillas, posteriormente, se acopiará en costales para ser reutilizado dentro de las actividades de construcción o bien, trasladado fuera del sitio y depositado en el lugar que disponga la autoridad.

En cuanto al manejo de aguas residuales, se utilizarán los sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permiso de la autoridad competente para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales a una planta de tratamiento (PTAR).

En la operación del proyecto, se prevé generar envases de plástico, cartón, así como los derivados del consumo de alimentos, los cuales serán acopiados y separados en contenedores.

En relación con el impacto relativo al incremento en la generación de residuos peligrosos se consideró como negativo, indirecto, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, permanente, reiterativo y recuperable.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se prevé que se generen residuos peligrosos, tales como estopas impregnadas con solventes derivados de la instalación de la planta, así como envases de pegamento, impermeabilizante y pintura,

los cuales se dispondrán en contenedores debidamente etiquetados dentro de un almacén de residuos peligrosos y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

Una vez que la planta se encuentre en operación se generarán periódicamente lodos producidos en la planta de tratamiento, éstos podrán convertirse en lodos de retorno, es decir, ser sedimentados y separados del agua limpia residual y llevarlos de nueva cuenta al tanque de aireación biológico, no obstante, una vez que por sus características lo lodos no puedan ser considerados de retorno, procederán a desactivarse y ser utilizados como abono para las áreas verdes del Condominio Maestro o bien, disponerse con una empresa autorizada. Es importante señalar que, el manejo de los mismos se hará en todo momento apegándose a los lineamientos y parámetros establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-004- SEMARNAT-2002 para lodos y biosólidos, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes contenidos para su aprovechamiento y disposición final.

De acuerdo con lo anterior, se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen, de acuerdo con lo establecido en el Programa Integral de Manejo de Residuos anexo a la presente MIA-P, con lo que se reducen los impactos de generación de estos residuos (Anexo técnico 4).

- Demanda de infraestructura de servicios.

Para este factor se determinó un impacto relacionado con el aumento en la demanda de servicios de energía eléctrica, el cual se calificó como no significativo.

Este impacto se consideró como directo, acumulativo, sinérgico, reiterativo, permanente y recuperable. Está relacionado con el aumento en el consumo de energía durante la instalación de la planta de tratamiento y la operación de la misma ya que implica la utilización de energía para el funcionamiento de los equipos, sin embargo, estos serán nuevos y energéticamente más eficientes.

- Salud humana

Para este factor se determinó un impacto derivado de la exposición de personas a riesgos a la salud, el cual se calificó como despreciable.

El personal que participe en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales estará expuesto a accidentes que pueden poner en riesgo su salud. Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, los trabajadores estarán en riesgo durante la construcción de las obras por el uso de equipo y maquinaria, sin embargo, se utilizará el equipo de seguridad necesario para cada actividad.

Durante la operación de la PTAR, se manejarán algunas sustancias químicas, por lo que se tomarán las medidas necesarias para manejarlas adecuadamente de acuerdo con sus hojas de seguridad.

En caso que se presente algún evento hidrometereológico, se atenderá lo establecido por Protección Civil y el Municipio de Solidaridad.

- Economía

Se determinaron dos impactos positivos sobre la economía, uno está relacionado con la generación de empleos y el otro con la derrama económica por la adquisición de insumos, el pago de derechos de servicios, etc., los cuales se calificaron como no significativo y despreciable.

El impacto de la generación de empleos se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, reiterativo y permanente. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contratará personal de la zona del ramo de la construcción. En la etapa operativa también se generarán empleos ya que se contratará personal para operar la PTAR.

Con relación al impacto relativo a la derrama económica se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo y permanente. La economía local se beneficiará por la adquisición de insumos para la construcción del proyecto, ya que los equipos de la planta de tratamiento serán adquiridos con empresas nacionales y locales, que se encargarán de su instalación. También se realizarán las inversiones necesarias para obtener las autorizaciones correspondientes para la construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales y para dar seguimiento de dichas autorizaciones.

CAPÍTULO VI
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1. introducción. 3
1.1 MEDIDAS GENERALES......3
1.1.1 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales a generarse por la presencia del personal de obra. 3
1.1.2 Concientización ambiental de los trabajadores......5
1.1.3 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales a generarse por la adquisición, traslado y almacenamiento de materiales de construcción. 5
1.1.4 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales provocados por la generación de residuos sólidos. 6
1.1.5 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales provocados por la generación de residuos peligrosos......7
1.2. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA CADA ETAPA......9
1.2.1 Etapa de preparación del sitio.....9
1.2.2 Etapa de construcción. 13
1.2.3 Etapa de operación......19
2. Monitoreo ambiental. 22
2.1 PREPARACIÓN DEL SITIO......22
2.2 CONSTRUCCIÓN......23
2.3 OPERACIÓN......24

1. INTRODUCCIÓN.

El artículo 30 de la Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece que… 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*.

A partir de las características del proyecto y teniendo en cuenta las condiciones ambientales que se ven involucradas para el desarrollo del mismo, en este capítulo se describirán una serie de medidas, las cuales están orientadas a reducir los impactos ambientales que podrían generarse en cada una de las fases del proyecto, indicando para cada actividad o acción concreta proyectada, el o los factores que serán afectados.

Visto lo anterior, se procede a la descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto **"Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach"**, considerando la etapa de preparación del sitio, construcción y operación, partiendo de las medidas generales para, posteriormente describir medidas específicas aplicables a las etapas antes señaladas.

Es oportuno señalar que las medidas de mitigación propuestas en los apartados que a continuación se presentan, fueron diseñadas tomando en consideración las condiciones ambientales del predio, instrumentos de planeación y normas oficiales mexicanas.

1.1 MEDIDAS GENERALES.

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo actividades comunes en más de una etapa del proyecto, como el empleo de la mano de obra, que representa la presencia de personas en el área en la que se pretende construir e instalar la planta de tratamiento de aguas residuales, así como la adquisición y almacenamiento de materiales y la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte de los colaboradores, por lo que se incluyen las medidas para regular estas actividades:

1.1.1 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales a generarse por la presencia del personal de obra.

Desde un enfoque económico, la presencia de personal se considera un impacto positivo, toda vez que, durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, se prevé la contratación de la mano de obra local, mismo que en su mayoría son originarios de los estados de Yucatán, Chiapas y Tabasco, sin embargo, esto también trae consigo la generación de impactos negativos durante las diferentes etapas del proyecto ya que la mayoría de los colaboradores cuentan con un nivel de educación mínimo, lo cual es un factor potencial en la contribución de una serie de impactos entre los que se encuentran los listados a continuación.

- Residuos sólidos dispersos en la superficie en la que se llevan a cabo las obras, así como en zonas aledañas, lo que causa mal aspecto en el centro de trabajo.
- Fecalismo y micciones en áreas de obra, generando malos olores.
- Afectaciones a la fauna que pudiera encontrarse en las zonas aledañas al predio, por la costumbre de cazar especies comestibles y por la falta de información sobre el manejo de las especies peligrosas y no peligrosas.
- Afectaciones a la flora en zonas colindantes, por falta de información sobre su manejo y por el saqueo de especies de importancia económica, cultural y/u ornamental.

A fin de mitigar estos impactos, la Educación Ambiental y la aplicación de un reglamento interno de trabajo son básicas para atenuar algunos de los impactos ambientales que generará el proyecto. Educar al personal en cuanto al uso correcto de la infraestructura de apoyo (baños de obra y contenedores de residuos), así como el cuidado y respeto de la flora y la fauna que pudiera encontrarse.

Asimismo, el mal manejo de la infraestructura de apoyo antes mencionada, vuelve propenso el establecimiento de fauna nociva como ratas, ratones, moscas y cucarachas, así como la contaminación del manto freático, lo que puede resultar nocivo tanto ambientalmente, como en el ámbito de seguridad e higiene para el mismo personal que labore en la obra, es por lo anterior que se proponen las siguientes medidas a objeto de evitar que esto suceda.

- Concientizar al personal de la importancia de usar adecuadamente la infraestructura de apoyo, lo que se recomienda hacer periódicamente mediante un programa de capacitación, así como pláticas matutinas o briefing, mismas que serán impartidas durante el tiempo que duren las obras.
- Colocar letreros informativos y letreros prohibitivos para promover buenas prácticas ambientales.
- Colocar estratégicamente contenedores para los residuos, a fin de evitar que se depositen de manera inadecuada; dichos recipientes deberán estar debidamente rotulados, preferentemente con gráficos que muestren el tipo de residuo que se colocará en cada uno de ellos y deberán contar con tapa para evitar la dispersión de residuos o bien, la generación de fauna nociva.
- Promover entre el personal el uso de los sanitarios.
- Mantener los baños en buenas condiciones sanitarias para evitar que el personal incurra en la defecación y micción al aire libre.

- Mantener una continua vigilancia sobre las actividades de los trabajadores para supervisar que se esté haciendo uso adecuado de la infraestructura de apoyo.

1.1.2 Concientización ambiental de los trabajadores.

Las actividades de concientización ambiental son fundamentales en el desarrollo del proyecto, pues es importante que los trabajadores comprendan los impactos o repercusiones ya sean negativas o positivas que pueden tener sus acciones durante su estancia en el centro de trabajo.

A continuación, se presentan algunas de las acciones que se llevarán a cabo como parte de las actividades de concientización ambiental.

1. Considerando que la expresión gráfica es la forma más adecuada para hacer llegar la información ambiental a todos los involucrados, ya que sin importar su nivel de educación los gráficos son de fácil comprensión, se colocarán letreros informativos, indicativos y restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra, los cuales se manejarán en español y en lengua maya, considerando que muchos de los trabajadores de la zona no hablan bien el español.

2. Los letreros, dependiendo de su tipo, exhibirán anuncios como los siguientes:

    - Indicativos: flechas del sentido de circulación vehicular, velocidad máxima permitida, caminos, límites del predio, ubicación de botes de basura, utilización de sanitarios portátiles, entre otros.
    - Restrictivos: señalarán las actividades no permitidas como la caza, la extracción de especies nativas o encender fogatas. Recordarán el no abandonar desechos sólidos o líquidos en cualquier parte de la obra, especificarán el tipo de basura que se depositará en tal o cual contenedor.
    - Informativos: Señalarán la ubicación de las áreas dentro de la obra (baños, bodegas), etc.

3. Periódicamente se impartirán pláticas durante las etapas del proyecto, con la finalidad de sensibilizar al personal de la importancia de usar la infraestructura de apoyo, realizar la separación de los residuos, etc.

Para que dichas actividades den resultado se recomienda poner la información ambiental al alcance de los trabajadores, considerando su nivel de educación, de modo que sea de fácil comprensión.

1.1.3 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales a generarse por la adquisición, traslado y almacenamiento de materiales de construcción.

- Todos los materiales pétreos (grava, arena, polvo, material de relleno o piedra de la región) que se requieran para la obra serán adquiridos en casas comerciales y/o bancos de materiales autorizados.

- El transporte de los materiales pétreos se realizará en camiones cubiertos con lonas para disminuir en la medida de lo posible la dispersión de partículas de polvo.
- Los agregados (cemento, cal, pegazulejo, etc.) se almacenarán en un área techada y ventilada, y con piso de cemento.
- La promovente presentará copia de los recibos de la adquisición del material en centros autorizados.

1.1.4 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales provocados por la generación de residuos sólidos.

Derivado de las actividades de construcción, entre las que se incluye la perforación de pozo e implementación del equipamiento de la planta de tratamiento, así como el establecimiento del tendido de tuberías, se espera la generación de residuos de tipo especial como materiales ferrosos, residuos de construcción, productos derivados excavación, por citar algunos. Las medidas propuestas son:

Medidas preventivas

1. El material pétreo resultante de las actividades de cortes del suelo podrá ser utilizado para la nivelación de las obras en áreas del proyecto principal que así lo requieran. El excedente será retirado del predio al sitio que la autoridad municipal establezca.
2. Se concientizará al personal sobre la importancia de dar un adecuado manejo a los residuos.
3. El consumo de alimentos se llevará a cabo estrictamente en una zona destinada para este propósito, y los residuos generados deberán depositarse en los recipientes destinados para tal fin.
4. Se colocarán suficientes contenedores para el acopio de los residuos, los cuales contarán con tapa y con una bolsa de plástico en su interior para facilitar su traslado al área de acopio temporal, además los contenedores deberán de estar rotulados conforme al tipo de residuo a contener, con el cual se fomentará una cultura de separación de residuos entre el personal.
5. Los desechos de construcción deberán ser retirados del predio al lugar donde la autoridad así lo disponga, lo cual deberá realizarse periódicamente con el fin de evitar la acumulación en grandes cantidades de residuos que puedan generar la proliferación de fauna nociva.
6. Se separarán los desechos de construcción que puedan ser reutilizados y reciclados, tales como madera, alambres, varillas o cartón, entre otros.
7. Se promoverá la separación de residuos, con la finalidad de recuperar aquellos susceptibles de reciclaje tales como aluminio, PET, papel, cartón, metales ferrosos, plásticos.
8. Durante la etapa de construcción se tiene previsto que se generen residuos con características de peligrosos, tales como botes vacíos y estopas impregnadas con pegamentos, solventes, pintura entre otros), los cuales serán acopiados de forma diferenciada y resguardados en un almacén que forma parte del proyecto

principal que contará con las medias de seguridad para el almacenamiento seguro de los mismos. Estos residuos se entregarán a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su disposición final.
9. Los residuos orgánicos e inorgánicos que no sean reciclables, serán almacenados en bolsas de plástico, colocados en contenedores, y serán retirados del predio y trasladados al relleno sanitario municipal.
10. Al término de cada jornada laboral se realizará un recorrido por el área del proyecto y se recolectarán todos los residuos que pudieran haber quedado fuera de los contenedores.

Medidas de mitigación

1. Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de la ingesta de alimentos por parte del personal, deberán ser retirados diariamente del área de trabajo.
2. Los residuos reciclables (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio y papel) se separarán y se entregarán ante una empresa autorizada por la SEMAQROO, para la recolección, trasporte y disposición final.
3. El área de trabajo se mantendrá limpia, y quedará prohibido almacenar o tirar escombros y materiales en los predios aledaños o áreas de conservación.
4. Todos los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que no sean reciclados o reutilizados, se trasladarán al relleno sanitario municipal.
5. Se mantendrá limpios los frentes de trabajo, y se colocarán contenedores de residuos en sitios estratégicos y letreros informativos. Esto con la finalidad de mantener limpia esta zona.

1.1.5 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales provocados por la generación de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos que se generarán durante la construcción, son los derivados del empleo de la maquinaria y equipo, así como el uso de solventes, pegamentos, y otras sustancias peligrosas. Para promover un manejo adecuado de éstos se implementarán las siguientes medidas:

Medidas de prevención:

1. Toda la maquinaria que ingrese al predio con el fin de realizar labores o dejar material deberá estar en óptimas condiciones de funcionamiento.
2. Quedará estrictamente prohibido dar mantenimiento o realizar reparaciones a la maquinaria o camiones dentro del predio salvo en casos estrictamente necesarios, para lo cual deberán de tomarse todas las medidas de prevención para evitar la filtración de aceites o residuos directamente al suelo.
3. Las máquinas y equipos deberán de resguardarse en un sitio adecuado al término de la jornada de trabajo.
4. Se habilitará un sitio como parte del proyecto principal para el almacenamiento de aceites, combustibles o sustancias químicas, si es que llegaran a requerirse, el cual contará con las medidas de seguridad necesarias para su óptimo funcionamiento, es decir, estará delimitado, contará con suelo de concreto, con

ventilación, muros de contención o borde perimetral, fosas de retención, canaletas o trincheras, sistemas de extinción y señalización suficiente.

5. Los recipientes donde se almacenen estas sustancias estarán tapados y rotulados, indicando su contenido, y se colocarán verticalmente para evitar derrames accidentales.
6. Los residuos peligrosos generados se colectarán en contenedores libre de fugas y debidamente etiquetados de acuerdo con el tipo de residuos que se almacenen y serán entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección, trasporte y disposición final.
7. Se contará con un kit de recuperación (aserrín, arena o algún otro material absorbente) que pueda ser utilizado para la recolección de sustancias en caso de algún derrame accidental.

Medidas de mitigación:

1. En caso de una avería de la maquinaria y equipo, se realizará el acondicionamiento del área en la que se colocará un plástico o una geomembrana para evitar la filtración de contaminante al suelo.
2. En caso de derrames accidentales de aceite o hidrocarburos al suelo, se procederá a contenerlos con “aserrín”, y se retirará el suelo que haya sido afectado para evitar lixiviados hacia el manto freático, cuyos residuos serán dispuestos como residuos peligrosos y se confinarán en el almacén de residuos peligrosos.
3. En caso de detectarse que se está empleando equipo o maquinaria en malas condiciones mecánicas, se ordenará detener sus actividades, será retirada del predio, y se sustituirán por otros en buen estado.
4. Los residuos peligrosos, no podrán ser almacenados por más de 6 meses y deberán entregarse a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su disposición final.

1.2. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA CADA ETAPA.

A continuación, se desglosan los impactos potenciales identificados, así como las medidas de mitigación, prevención y compensación en cada una de las fases del proyecto. En el cuadro siguiente se indican los impactos adversos identificados para cada etapa del proyecto.

Factor	Etapa de Preparación	Etapa de Construcción	Etapa de Operación
Aire	X	X	X
Topografía	X	X	
Suelo	X	X	
Hidrología		X	X
Vegetación	X	X	
Fauna	X	X	
Residuos	X	X	X
Demanda de infraestructura y servicios		X	X
Salud humana	X	X	X
Economía	X	X	X

1.2.1 Etapa de preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio del proyecto comprende las actividades de ahuyentamiento de fauna, desmonte, nivelación y limpieza del área en la que se pretende instalar la planta de tratamiento.

En los siguientes párrafos se describen las medidas que se aplicarán para mitigar los impactos generados por las actividades que corresponden a esta etapa.

Factor	Impactos
Aire	• Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero • Generación de ruido
DESCRIPCIÓN: Al aplicar las medidas de prevención y mitigación en la etapa de preparación del sitio, se espera reducir al mínimo las afectaciones que pudieran causarse derivado del uso de maquinaria.	
MEDIDAS: • Minimizar la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes emitidos al ambiente por el uso de maquinaria, equipo y las actividades de excavación. • Minimizar el impacto en la calidad del aire como consecuencia del ruido producido en las etapas del proyecto. • La maquinaria permanecerá apagada durante el tiempo en que no se esté utilizando. • Se mantendrá húmedo el sitio a fin de evitar la dispersión de polvos y partículas.	

Factor	Impactos
Topografía y Suelo	• Modificación del terreno • Pérdida y compactación del suelo

DESCRIPCIÓN:

Debido a que la preparación del sitio implica la remoción de parte del suelo, de las capas superficiales y de las capas inferiores, se prevé una afectación directa respecto a la compactación del suelo y modificación del terreno.

MEDIDAS:

- Minimizar la pérdida de suelo y los cambios en sus características por las actividades de compactación.
- Evitar la afectación de las elevaciones topográficas y condiciones de suelo en las áreas que no sean para el desplante.
- Remoción del área de la vegetación que se corresponde al proyecto.
- Realizar el rescate de suelo y material vegetal para posteriormente triturarlo y reintegrarlo a las áreas verdes del Condominio Maestro.

Factor	Impactos
Vegetación	• Reducción en la cobertura de la vegetación • Cambios en la abundancia de ejemplares de flora, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010

DESCRIPCIÓN:

- Reducción de cobertura vegetal, actividad que causa el mayor impacto sobre la vegetación y a su vez a la fauna provocando en primera instancia la fragmentación de los ecosistemas y la modificación del microclima, afectando con ello los gradientes de temperatura y precipitación, así como cambios en las características del suelo y del paisaje.
- Provoca la pérdida de hábitats, situación que trae consigo cambios en la abundancia y la distribución de las especies, dentro del sitio donde pretende llevarse a cabo el proyecto y el sistema ambiental.
- Puede causar la afectación a especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies endémicas.
- Para el proyecto se requiere realizar la remoción de la vegetación en una superficie de 3,910m^2, que representa el 100% de la superficie solicitada en el proyecto en cuestión, debido a que se trata de una obra complementaria para el servicio del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach enmarcado como Lote 048, la PTAR y su equipamiento, se ubicará en el AC-05 destinada a servicios, que cuenta con una superficie total de 13,141.84 m^2. Sin embargo, la superficie destinada para la construcción e instalación de la planta y su equipamiento es de 3,910 m^2.

Factor	Impactos
• Como se mencionó, la superficie destinada a la PTAR y su pozo de descarga es de 3,910 m^2 que, equivale al 29.75% (Aprox. 30%) del predio (AC-05). Se mantendrá una superficie de 9,199.29 m^2 (Aprox. 70 %) como conservación con vegetación en estado natural. • La superficie que se mantendrá con vegetación original (9,199.29 m^2) que representa el 70% se destinará para áreas de conservación. • Este impacto está relacionado con la afectación de especies bajo alguna categoría de riesgo, dado que se afectarán algunos ejemplares de Palma nacax (*Coccothrinax readii*), sin embargo, se considera dar prioridad al rescate de esta especie y llevar su monitoreo. • El predio se dividirá en secciones donde queden las obras y donde se mantengan las áreas de conservación. Asimismo, se producirá un efecto de borde en las orillas de la vegetación que quedará junto a las obras, lo cual modificará la distribución y abundancia de las especies, cambiando la estructura de la vegetación y, por tanto, la oferta de alimento para la fauna.	
MEDIDAS: • Rescatar el mayor número de ejemplares susceptibles de ello, y garantizar la sobrevivencia de los mismos para posteriormente ser reincorporados al medio, poniendo especial atención a las especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Las actividades de desmonte serán supervisadas por personal capacitado con la finalidad de evitar la afectación innecesaria a la vegetación, quién podrá ordenar en todo momento la inmediata detención de las actividades. • Se vigilará que no se deposite material vegetal o de construcción alguno sobre la vegetación que no será intervenida. • El material vegetal resultante del desmonte será seleccionado para triturarse. Este material vegetal triturado será reincorporado a las áreas de conservación • Se colocarán letreros de señalización para evitar que se invadan las áreas con vegetación destinadas a conservación. • Proteger y mantener las condiciones ambientales de las áreas de conservación del proyecto en sus etapas de conformación y operación.	

Factor	Impactos
Fauna	• Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010 • Fragmentación del hábitat de la fauna
DESCRIPCIÓN: Al aplicar las medidas de prevención y mitigación en la etapa de preparación, se espera que las especies de fauna presentes se desplacen hacia otros sitios más seguros, y que las especies de lento desplazamiento o de alta fidelidad a su ámbito hogareño, que no pueden desplazarse, no sean afectadas.	

Factor	Impactos

MEDIDAS:

- Previo a las labores de preparación se realizará un recorrido con el fin de localizar a los organismos de lento desplazamiento, adicionalmente se generará ruido para ahuyentar a las especies que se encuentren dentro de las áreas a intervenir.
- Se colocarán anuncios y señales informando sobre la importancia de la fauna, las razones de su protección e incluso las sanciones a las que se harán **acreedores en** caso de que se sorprenda a alguien afectando o aprovechando algunas de las especies de fauna presentes en el sitio.
- Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a alguna especie.
- Quedará prohibida la caza de animales.
- No se permitirá la introducción de fauna feral, especialmente gatos y perros.
- Reportar a vigilancia la presencia de fauna feral que pudiera estar entrando de los predios aledaños del proyecto, ya que la malla de delimitación tiene un espacio inferior para el paso de la fauna, esto con el fin de retirarlos del predio en coordinación con las autoridades municipales.
- Si alguna especie de fauna nativa resulta herida por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y se dará aviso a la PROFEPA en el caso de ser necesario.
- Aplicación del Programa de rescate de fauna (Anexo Técnico 3)

Factor	Impactos
Residuos	• Incremento en la generación de residuos sólidos y de manejo especial • Incremento en la generación de residuos peligrosos

DESCRIPCIÓN:

Se espera la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte de los trabajadores que se encuentren en las actividades de esta etapa. Asimismo, se prevé que pudieran generarse en algún momento residuos peligrosos en bajo volumen derivado del uso de diésel y/o combustible para la maquinaria.

MEDIDAS:

- Se colocarán contenedores identificado de acuerdo al tipo de residuos que se generen.
- Los trabajadores recibirán pláticas orientadas a la correcta disposición de los residuos.
- Los residuos que no sean susceptibles de reciclaje serán trasladados al relleno sanitario municipal.
- Los residuos peligrosos se acopiarán en el almacén de residuos peligrosos temporal con el que cuenta el Plan Maestro, posteriormente, serán entregados a una empresa autorizada en su manejo y disposición final.
- A fin de evitar que se generen residuos peligrosos, se preverá que la maquinaria se encuentre en óptimas condiciones a fin de no suministrarle combustible en el predio.

Factor	Impactos
Salud humana	• Implicará la posibilidad de un accidente de trabajo.

DESCRIPCIÓN:

Se corre el riesgo de que al realizar las actividades relacionadas con esta etapa ocurran accidentes que atenten contra la integridad física de los trabajadores; así mismo, el mal manejo de los residuos y la falta de higiene por parte de los trabajadores pueden ocasionarles enfermedades. Además, la ubicación del proyecto corresponde a una zona susceptible de impactos por causa de eventos climáticos, por lo que habrán de tomarse las medidas necesarias a fin de evitar un accidente en caso de algún fenómeno meteorológico.

MEDIDAS:

- El personal de obra contará con equipo de seguridad mínimo necesario que permita mantenerlo protegido, dependiendo de la actividad que realice (casco, chaleco y botas lentes, etc.).
- Se contará con un paramédico en la obra, con un botiquín de primeros auxilios que contenga lo básico (gasas, vendas, alcohol, mertiolate, algodón, curitas, analgésicos, antidiarreicos, etc), para atender cualquier emergencia que no requiera hospitalización.
- Se colocarán señalizaciones y carteles fomentando el uso de los equipos de seguridad.
- Se suministrará agua purificada a los obreros.
- Se colocarán baños portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, a efecto de evitar fecalismo y micción que puede causar enfermedades gastrointestinales.
- En caso de la presencia de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida del personal, se retirará al personal por lo menos un día antes de la llegada del fenómeno natural, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil.

1.2.2 Etapa de construcción.

A continuación, se analizan los diferentes impactos potenciales identificados en esta etapa, agrupados según el componente ambiental y el indicador sobre el cual inciden.

Factor	Impactos
Aire	• Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero • Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido

DESCRIPCIÓN:

Factor	Impactos
Se identifican tres formas principales de acciones que afectan negativamente la atmósfera: ▪ La generación de ruido, el cual es importante toda vez que la perforación del pozo implica el uso simultáneo de equipo de bombeo y de maquinaria de rotación y martilleo, lo que se sumara al ruido existente de las obras en el Condominio Maestro. ▪ La generación de polvos a causa del movimiento de los materiales que son extraídos para formar el pozo, y que al quedar a cielo abierto en las fosas de perforación pueden quedar suspendidos en el aire. ▪ La emisión de humos producto de la combustión de hidrocarburos por la maquinaria que se utilice. El primer impacto es el más importante en magnitud, aunque su duración es menor, ya que cesa en cuanto se termina de utilizar la maquinaria de perforación; en tanto que, los últimos dos impactos descritos se consideran limitados en su magnitud y tiempo, sin embargo, los polvos y humos permanecen en el aire aun después de que han terminado los trabajos.	
MEDIDAS: • Las áreas de trabajo serán regadas constantemente para evitar la dispersión de partículas de polvo. • Se solicitará que el material sea transportado húmedo y en camiones cubiertos con lona, evitando llenar excesivamente los mismos para que no se registre un desborde. • Se verificará que la maquinaria y equipo antes de ingresar al predio del proyecto se encuentre afinada y en óptimas condiciones mecánicas, para evitar emisiones contaminantes al aire, fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes. • La maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se ocupe. • Se llevará a cabo el mantenimiento continuo de las máquinas y equipos que sea utilizado en la obra en talleres autorizados.	

Factor	Impactos
Topografía y Suelo	• Modificación de la topografía • Pérdida del suelo • Compactación de terreno
DESCRIPCIÓN: Durante las actividades de construcción del proyecto, se realizarán actividades que implican cambios en las características del suelo como son la perforación del pozo, y las instalaciones da las líneas de conducción de tubería, así como la instalación misma de la planta de tratamiento. Las actividades de perforación implican la remoción de parte del suelo, de las capas superficiales y de las capas inferiores, hasta llegar a la profundidad requerida de -100 m para el pozo de descarga	

Factor	Impactos
MEDIDAS: • Los trabajos de instalación hidráulica, componentes y los ademes del pozo se realizará de manera pronta una vez que se haya terminado de nivelar el área, evitando con ello los efectos sobre el suelo causados por su exposición. • Respecto a la perforación del pozo, se tomarán las medidas necesarias para evitar la afectación de cavernas secas o saturadas importantes en el flujo de agua hacia el mar y viceversa. Esto determinado por la mecánica de suelos específica en el sitio de perforación de los pozos, y dictaminado previamente por la CONAGUA • Se realizará el rescate del suelo posterior al desmonte del terreno en las áreas de aprovechamiento. • El suelo rescatado será cribado y reutilizado en las actividades de rescate de flore y en la habilitación de las áreas ajardinadas que se proponen en la Casa Club. • Limitar el retiro de suelo natural y las excavaciones únicamente a las zonas de desplante que considera el proyecto. • Señalización restrictiva y colocación de una malla de delimitación en las áreas de desplante para evitar el acceso peatonal a las áreas de conservación.	

Factor	Impactos
Hidrología	• Cambios en la disponibilidad del agua • Cambios de la calidad del agua por actividades de descarga de agua.
DESCRIPCIÓN: Durante las actividades de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes del pozo, puede ocurrir la infiltración al acuífero de materiales contaminantes de la superficie, lo cual podría afectar la calidad del agua del acuífero.	
MEDIDAS: • Respecto a la construcción del pozo, éste será construido con base en estudios de prospección geohidrológica realizados en un pozo exploratorio de manera previa. • Delimitación y señalización de las áreas de conservación para evitar afectaciones y que el agua siga infiltrándose hacia el subsuelo en ellas. • La perforación y acabado del pozo, se realizará con equipo y maquinaria de perforación convencional que será contratada para tal efecto, verificando que ésta no tenga residuos de grasas u otros elementos que pudieran contaminar el manto acuífero. • El pozo se construirá de acuerdo a las especificaciones que marca la NOM-003-CNA-1996, que si bien, es para pozos de extracción, considera medidas para garantizar que no haya eventos de contaminación ni afectación al acuífero durante la construcción de pozos.	

Factor	Impactos

Vegetación y fauna	• Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010 • Reducción en la cobertura de la vegetación • Fragmentación del hábitat de la fauna

DESCRIPCIÓN:

El lote donde se pretende establecer el proyecto cuenta con una superficie de 13,141.84 m^2 y está completamente cubierto con vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia.

Entre las áreas que conforman al Condominio Maestro se encuentra el AC-05 con una superficie de 13,141.84 m^2, es decir, 0.96% del total del predio (1,363,266.22 m^2), la cual quedó destinada para servicios, planta de tratamiento de aguas residuales y área verde. Cabe señalar que, de manera específica el área en la que pretende desarrollarse la construcción e instalación de la PTAR corresponde a 3,910 m^2 (0.391 Ha), de modo que se requerirá la remoción de vegetación de esta última superficie.

La remoción de la vegetación incide en un impacto directo negativo en la abundancia de ejemplares de flora y fauna del sitio, así como la fragmentación de su hábitat.

MEDIDAS:

- Realizar las actividades restringidos a las áreas autorizadas para desplante y las áreas de maniobras en las mismas áreas de aprovechamiento del proyecto.
- Las áreas de conservación permanecerán delimitadas para evitar la presencia de los trabajadores en esta superficie, pero se mantendrá en todo momento un espacio de al menos 50 cm entre el suelo y la cinta o malla que las delimite para permitir la migración de fauna.
- Se llevará a cabo el rescate de ejemplares de flora con énfasis en aquellos que se encuentren listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo cual se ejecutará de acuerdo con el Programa de rescate de flora anexo a esta MIA-P (Anexo técnico 2).
- Antes de la realización de actividades de construcción se ahuyentará ala fauna a través de la producción de ruido. En el caso de aquellas especies que resulten de lento desplazamiento, serán reubicadas a las áreas de conservación. Adicionalmente se pondrá en práctica el Programa de rescate de fauna (Anexo técnico 3).
- Los colaboradores recibirán capacitación en materia ambiental a fin de hacer de su conocimiento y concientizarlos sobre la importancia que tiene la flora y fauna.
- Se mantendrán señalamientos prohibitivos y restrictivos respecto al cuidado de la flora y fauna.
- Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a alguna especie.
- Quedará prohibida la caza de animales.
- No se permitirá la introducción de fauna feral, especialmente gatos y perros.
- Reportar a vigilancia la presencia de fauna feral que pudiera estar entrando de los predios aledaños del proyecto, ya que la malla de delimitación tiene un

espacio inferior para el paso de la fauna, esto con el fin de retirarlos del predio en coordinación con las autoridades municipales.
- Si alguna especie de fauna nativa resulta herida por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y se dará aviso a la PROFEPA en el caso de ser necesario.

Factor	Impactos
Residuos	• Incremento en la generación de residuos sólidos y de manejo especial • Incremento en la generación de residuos peligrosos

DESCRIPCIÓN:

Se espera la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte de los trabajadores que se encuentren en las actividades de esta etapa, así como residuos sanitarios y aguas residuales.
Asimismo, que se generen residuos derivados de materiales de construcción y residuos inorgánicos.
Se esperan residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio
Asimismo, se prevé generar material derivado de las actividades de perforación y que pudieran generarse en algún momento residuos peligrosos en bajo volumen derivado del uso de diésel y/o combustible para la maquinaria.

MEDIDAS:
- Se colocarán contenedores identificado de acuerdo al tipo de residuos que se generen.
- Los trabajadores recibirán pláticas orientadas a la correcta disposición de los residuos.
- Los residuos que no sean susceptibles de reciclaje serán trasladados al relleno sanitario municipal.
- Los residuos peligrosos se acopiarán en el almacén de residuos peligrosos temporal con el que cuenta el Plan Maestro, posteriormente, serán entregados a una empresa autorizada en su manejo y disposición final.
- A fin de evitar que se generen residuos peligrosos, se preverá que la maquinaria se encuentre en óptimas condiciones a fin de no suministrarle combustible en el predio.
- En cuanto al manejo de aguas residuales, se utilizarán los sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permiso de la autoridad competente para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales a una planta de tratamiento (PTAR).
- El material derivado de las actividades de perforación, será retirado de manera manual con el uso de palas y carretillas, posteriormente, se acopiará en costales para ser reutilizado dentro de las actividades de construcción o bien, trasladado fuera del sitio y depositado en el lugar que disponga la autoridad.

Factor	Impactos
Población y salud humana	• Implicará la posibilidad de un accidente de trabajo.

Factor	Impactos
	• Expondrá a las personas a riesgos potenciales para la salud. • Exposición del personal a altos niveles de ruido. • Riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.

DESCRIPCIÓN:

Se corre el riesgo de que al realizar las actividades ocurran accidentes que atenten contra la integridad física de los trabajadores; así mismo, el mal manejo de los residuos y la falta de higiene por parte de los trabajadores pueden ocasionarles enfermedades. Por otro lado, el personal de obras estará expuesto a los ruidos producidos por la maquinaria que se utilizará durante esta etapa. Durante la operación el personal a cargo de la planta estará expuesto al ruido y a las sustancias que se requieran para su mantenimiento.

MEDIDAS:

- El personal de obra contará con equipo de seguridad mínimo necesario que permita mantenerlo protegido, dependiendo de la actividad que realice (casco, chaleco y botas lentes, tapones para los oídos, etc.).
- Se contará con un paramédico en la obra, con un botiquín de primeros auxilios que contenga lo básico (gasas, vendas, alcohol, mertiolate, algodón, curitas, analgésicos, antidiarreicos, etc), para atender cualquier emergencia que no requiera hospitalización.
- Se contará con radio y con un vehículo en el área del proyecto para que, en caso de ser necesario se traslade algún herido hacia el hospital más cercano y se haga con rapidez.
- Se colocarán señalizaciones y carteles fomentando el uso de los equipos de seguridad.
- Se impartirán pláticas de seguridad e higiene y cuidado de medio ambiente.
- Se suministrará agua purificada a los obreros.
- Se colocarán baños portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, a efecto de evitar fecalismo y micción que puede cuásar enfermedades gastrointestinales.
- Se concientizará a los trabajadores sobre la importancia del uso de los sanitarios portátiles.
- En caso de la presencia de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida del personal, se retirará al personal por lo menos un día antes de la llegada del fenómeno natural, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil.

Factor	Impactos
Economía	• Generación de empleos

DESCRIPCIÓN:

Debido a que contribuye a la generación de empleos, se prevé que el proyecto gozará de aceptación en la comunidad, particularmente en los poblados cercanos al mismo.

MEDIDAS:

- A fin de impulsar la economía y generación de empleo local, el personal contratado para la operación de la planta será preferentemente de la zona.

1.2.3 Etapa de operación.

Esta etapa del proyecto implica la puesta en marcha de la planta desaladora, para lo cual el personal encargado de las áreas de servicio se ocupará del adecuado funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones, dispositivos y propiamente del equipo. A continuación, se presentan los impactos potenciales identificados a esta fase, mismos que se encuentran agrupados según el componente ambiental y el indicador sobre el cual inciden.

Factor	Impactos
Aire	• Emisiones a la atmósfera.

DESCRIPCIÓN:

El consumo de energía eléctrica de la operación de la planta de tratamiento, que incluye equipos de bombeo de alta presión, implica una contribución a las emisiones.

Este consumo de energía eléctrica representa el único impacto permanente significativo de la operación de la planta, por contribuir a la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente CO_2, que varía según la forma de generación que utilice el proveedor. Los efectos de este impacto ocurrirían en la atmósfera, pero no en el sitio del proyecto.

MEDIDAS:

- Los equipos y maquinaria que componen la planta de tratamiento de aguas residuales son nuevos y energéticamente eficientes.
- La planta recibirá mantenimiento periódicamente a fin de mantenerla en óptimas condiciones y con ello evitar un consumo mayor de energía.

Factor	Impactos
Hidrología	• Efecto en las condiciones del acuífero • Aumento en el consumo de agua salada pero reducción en el consumo de agua dulce

DESCRIPCIÓN:

Estos impactos se producirán al llevar a cabo las actividades de descarga del agua hacia el acuífero a través de un pozo con profundidad de 100 m. La planta de tratamiento que se propone tendrá una capacidad para tratar hasta 12 lps de agua residual, mientras que el volumen de agua que se prevé generar en el Plan Maestro es de 10.12 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para tratar el agua residual generada en el Condominio Maestro.

Factor	Impactos
En este sentido, debido a que parte del agua residual tratada será reutilizada para el riego de áreas verdes y otro tanto como ya se mencionó, será canalizada a través del pozo de descarga, es en este último caso en el que se produciría el impacto en la disponibilidad del agua del acuífero.	
MEDIDAS: • Previo a la instalación formal del pozo, se contratará una empresa dedicada a la construcción apegada a las especificaciones a las Normas Oficiales Mexicanas que rigen dichos procedimientos, con la finalidad de obtener los resultados que salvaguarden la calidad del agua inducida proveniente del funcionamiento de la planta. • La profundidad del pozo se definió a partir del análisis hidrogeológico a fin de garantizar la descarga de agua tratada a una profundidad adecuada. Dicho estudio concluyó que la construcción deberá ser mínimo por debajo de los 40 m de profundidad, por lo anterior, se tomó la decisión de que la profundidad del pozo de inyección será de 100 m. • La inyección de agua tratada al acuífero se llevará a cabo teniendo en cuenta la dirección de los flujos de agua. • Se realizarán los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua, de acuerdo a lo que marque la NOM-004-CNA-1996, que si bien, refiere a los requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general, podrá tomarse como guía para el mantenimiento del pozo de descarga, asimismo, se realizarán los análisis de calidad que se establezcan el título de concesión que otorgue la CONAGUA al proyecto. • La calidad de agua tratado tanto para el riego de áreas verdes como para su descarga contará con los parámetros de calidad del agua establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997.	

Factor	Impactos
Residuos	• Incremento en la generación de residuos sólidos y de manejo especial • Incremento en la generación de residuos peligrosos
DESCRIPCIÓN: Se espera la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte de los trabajadores que se encuentren en las actividades de esta etapa, así como residuos sanitarios y aguas residuales. Asimismo, que se generen residuos derivados de materiales de construcción y residuos inorgánicos. Se esperan residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio Asimismo, se prevé generar material derivado de las actividades de perforación y que pudieran generarse en algún momento residuos peligrosos en bajo volumen derivado del uso de diésel y/o combustible para la maquinaria.	

Factor	Impactos
MEDIDAS: • Se colocarán contenedores identificado de acuerdo al tipo de residuos que se generen. • Los trabajadores recibirán pláticas orientadas a la correcta disposición de los residuos. • Los residuos que no sean susceptibles de reciclaje serán trasladados al relleno sanitario municipal. • Los residuos peligrosos se acopiarán en el almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el Plan Maestro, posteriormente, serán entregados a una empresa autorizada en su manejo y disposición final. • A fin de evitar que se generen residuos peligrosos, se preverá que la maquinaria se encuentre en óptimas condiciones a fin de no suministrarle combustible en el predio. • En cuanto al manejo de aguas residuales, se utilizarán los sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permiso de la autoridad competente para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales a una planta de tratamiento (PTAR). • Los lodos que resulten del proceso de tratamiento de agua, inicialmente podrán convertirse en lodos de retorno, es decir, ser sedimentados y separados del agua limpia residual y llevarlos de nueva cuenta al tanque de aireación biológico, no obstante, una vez que por sus características lo lodos no puedan ser considerados de retorno, procederán a desactivarse y ser utilizados como abono para las áreas verdes del Condominio Maestro o bien, disponerse con una empresa autorizada. La calidad de los mismos, cumplirán con los parámetros establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002 para lodos y biosólidos, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes contenidos para su aprovechamiento y disposición final.	

Factor	Impactos
Infraestructura y servicios en la zona	• Aumento en la demanda de energía eléctrica.
DESCRIPCIÓN: El suministro de energía eléctrica incrementará con la operación de la planta de tratamiento, no obstante, éste será suministrado a través de la red de la CFE.	
MEDIDAS: • Se deberá llevar a cabo un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de las instalaciones de la planta. • Se promoverán y establecerán políticas y metas que permitan lograr el ahorro del recurso energético. • Durante la operación del proyecto se contará con el equipo de seguridad necesario para el personal a cargo (guantes, protectores de ruido, señalización de las áreas restringidas, etc.) para prevenir que acontezcan accidentes.	

Factor	Impactos
Población y salud humana	• Implicará la posibilidad de un accidente de trabajo.

Factor	Impactos
	• Riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.

DESCRIPCIÓN:

Se corre el riesgo de que al realizar las actividades ocurran accidentes que atenten contra la integridad física de los trabajadores; así mismo, el mal manejo de los residuos y la falta de higiene por parte de los trabajadores pueden ocasionarles enfermedades.

MEDIDAS:

- El personal de obra contará con equipo de seguridad mínimo necesario que permita mantenerlo protegido, dependiendo de la actividad que realice (casco, chaleco y botas lentes, tapones para los oídos, etc.).
- Se colocarán señalizaciones y carteles fomentando el uso de los equipos de seguridad dentro del proyecto.
- Se impartirán pláticas de seguridad e higiene y cuidado de medio ambiente.
- En caso de la presencia de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida del personal, se retirará al personal por lo menos un día antes de la llegada del fenómeno natural, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil.

Factor	Impactos
Economía	• Generación de empleos

DESCRIPCIÓN:

Debido a que contribuye a la generación de empleos, se prevé que el proyecto gozará de aceptación en la comunidad, particularmente en los cercanos al mismo.

MEDIDAS:

- A fin de impulsar la economía y generación de empleo local, el personal contratado para la operación de la planta será preferentemente de la zona.

2. MONITOREO AMBIENTAL.

Como ya se ha mencionado, durante la preparación del sitio, construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales se implementarán medidas que permitan reducir los posibles impactos ambientales en diversos sectores, tales como, el atmosférico, hidrológico y económico. Asimismo, se llevarán a cabo una serie de actividades y procesos los cuales permitirán monitorear el estado de la planta, los pozos e impactos ambientales que se generen durante su construcción y puesta en marcha, los cuales se describen a continuación.

2.1 PREPARACIÓN DEL SITIO.

Como parte de las estrategias que servirán para llevar a cabo el monitoreo ambiental durante esta etapa, se incluyen las listadas a continuación:

- Se llevará a cabo el rescate de ejemplares de vegetación, los cuales serán reintegrados en las áreas de conservación y verdes del Condominio Maestro, para lo cual se aplicará el programa de rescate de flora (anexo técnico 2).
- Se llevarán a cabo recorridos en los que se verifique que no exista fauna en el centro de trabajo, de ser así, habrá de apegarse a las estrategias establecidas en el programa de rescate y reubicación selectiva de fauna (anexo técnico 3).
- Se establecerá un encargado de obra el cual deberá verificar que los residuos generados del aseo y limpieza del área destinada a la instalación de la planta desaladora se dispongan correctamente. Para ello, deberá remitirse al programa de manejo de residuos correspondiente al presente proyecto (anexo técnico 4).

2.2 CONSTRUCCIÓN.

Acciones para la prevención de la contaminación del acuífero

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, la cual establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Si bien, el pozo será de descarga, durante la etapa de construcción del mismo se verificará que se lleven a cabo como mínimo las siguientes acciones:

- Desinfección de la herramienta en la etapa de perforación del pozo:
  La herramienta y la tubería de perforación se deben desinfectar antes de iniciar los trabajos de perforación. Previo a la desinfección, es necesario remover las grasas, aceites y otras substancias adheridas a las herramientas.

- Preparación y disposición adecuada de los fluidos de perforación:
  En la perforación de pozos con fluidos, cuya base principal sea el agua y la bentonita, éstos no deben contener ninguna substancia que degrade las características químicas del agua subterránea.

- Disposición de los residuos:
  Concluidos los trabajos de construcción del pozo, el perforista retirará los residuos de lodo y materiales de construcción del área de trabajo, de acuerdo a la reglamentación federal o estatal.

Formatos de control

Durante la construcción del pozo se llevará a cabo una bitácora en la que se anote los materiales utilizados, así como las características de la maquinaria de acuerdo con la siguiente relación:

- Suministro de agua en metros cúbicos
- Suministro de tuberías de ademe y contra ademe en metros.
- Suministro de bentonita en toneladas
- Suministro de grava lavada, redondeada y cribada en metros cúbicos.
- Suministro de dispersor de arcillas.
- Suministro de aditivos químicos en kg (enlistando los productos utilizados).
- Caudal y presión inyectada por la bomba de lodos
- Características principales de la máquina perforadora.
- Número de golpes por minuto.

Esto permitirá conocer el equipo, la cantidad y productos empleados durante la construcción del pozo, a fin de llevar un control en caso de un incidente que pudiera generar un impacto o perturbación ambiental no prevista.

2.3 OPERACIÓN.

Mantenimiento de pozo de descarga

Después de que haya sido instalado el equipo permanente del pozo (bomba y motor) y entre en operación, éste debe desinfectarse como mínimo cada tres años. Para ello, deberá aplicarse proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo.

Monitoreo de calidad del agua

El agua tratada que se descargue a través del pozo deberá cumplir con los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996. Adicionalmente se llevará como mínimo de manera anual un análisis de calidad de agua por un laboratorio certificado, en el cual se corrobore la calidad de agua descargada.

En el caso del agua tratada que se reutilice para riego de áreas verdes del Condominio Maestro, ésta deberá dar cumplimiento de la NOM-003-SEMARNAT-1997, e igualmente se comprobará su calidad a partir de un análisis de calidad de agua por un laboratorio certificado, lo cual deberá realizarse al menos una vez al año.

Vigilancia estructural y funcional

La vigilancia estructural del pozo de descarga consiste en verificar la posible existencia de fugas, así como el estado en el que se encuentra, a fin de garantizar que el agua tratada tenga una adecuada disposición, toda vez que sea inyectada a la profundidad correspondiente, para ello se realizará videograbación del interior del pozo en imagen a color y toma lateral.

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

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 3
2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 3
2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL. 7
2.2. PREDIO DE INTERÉS. 7
3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA. 9
4. IMPACTOS POTENCIALES. 10
5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS 11
6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS. 11
6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS 13
7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 24
8. CONCLUSIONES. 25

1. INTRODUCCIÓN.

Una vez que en los capítulos anteriores se han detallado las actividades y la forma en la que éstas influirán en el sistema tanto en las inmediaciones del proyecto como del sistema ambiental, en el presente capítulo se analiza la interacción final que tendrá el proyecto con los recursos y procesos biológicos.

Asimismo, se realiza un pronóstico de la calidad ambiental del sitio durante la realización y vida útil del proyecto, y de las medidas de monitoreo que se realizarán para determinar dicha condición.

2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

El SA definido para el proyecto **"Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach"**, se determinó con base en distribución actual de los usos de suelo, y de las perturbaciones naturales y antropogénicos de la zona, así como la continuidad de los ecosistemas terrestres, los cuales pueden verse interrumpidos por barreras físicas o naturales. Para la caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto, se realizó el análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, entre otros, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo.

- Al Norte: Límites con las UGA´s 11 y 09.
- Al Sur: Límite con la UGA 08.
- Al Este: Límite con la UGA 12 y a la vez con la Carretera Federal N°307 (UGA 19).
- Al Oeste: Con brecha de la línea de alta tensión de la CFE.

La superficie del Sistema Ambiental quedó conformada por 53,830,375.72 m^2 (5,383.03 Ha).

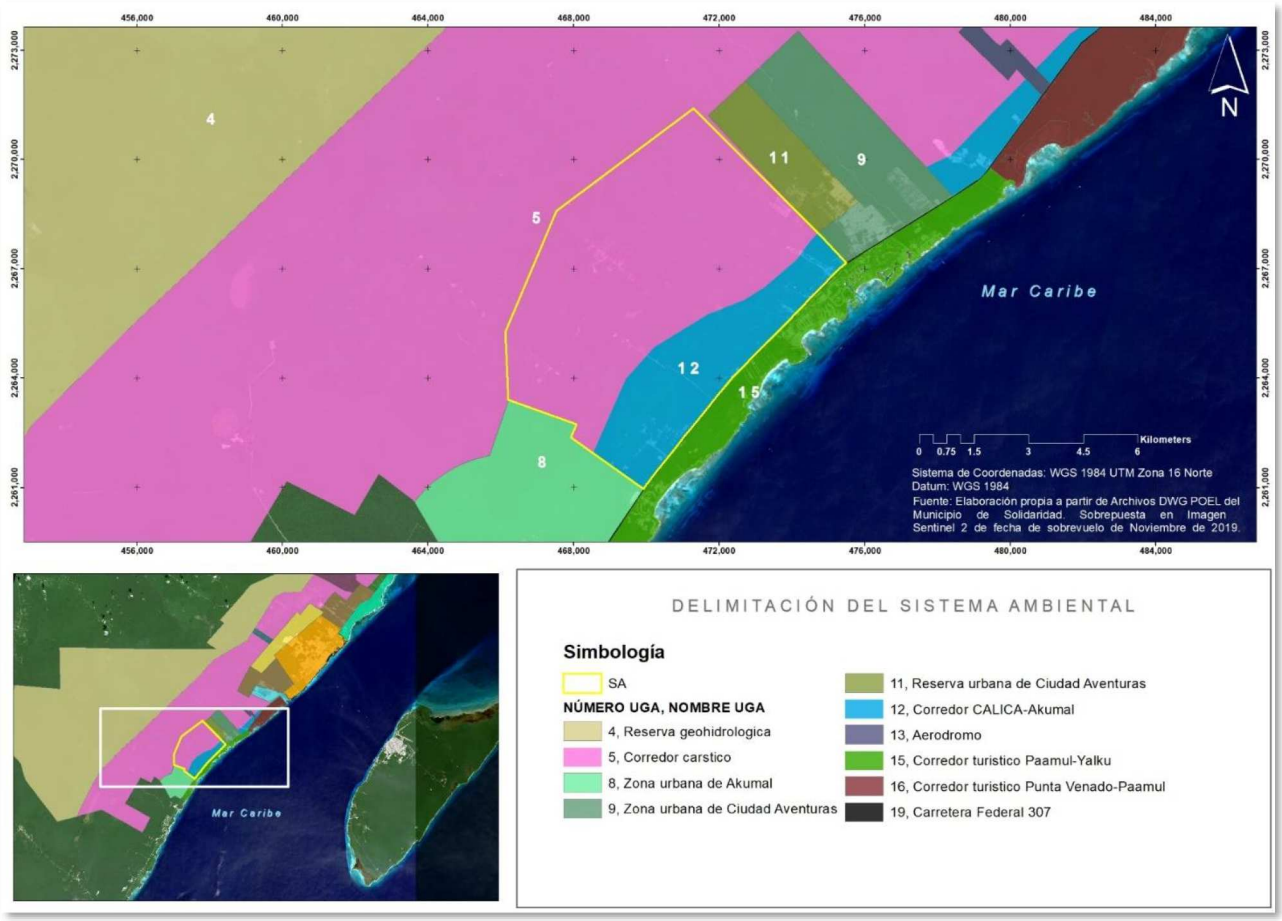


Figura 1. Se muestra el polígono definido como Sistema Ambiental.

A partir de la fotointerpretación elaborada para el sistema ambiental, por medio del uso de imagen satelital Sentinel 2 se prosiguió a caracterizar el sistema ambiental a una escala menor para identificar todas las coberturas posibles presentes en él.

La imagen satelital utilizada que corresponde a Sentinel 2 está compuesta por 8 bandas, en cada una se pueden visualizar diferentes coberturas. Las ocupadas para esta caracterización fueron las bandas 4, 3 y 2 con fecha de sobrevuelo de noviembre de 2019.

A continuación, se presenta el resultado de la caracterización del sistema ambiental.

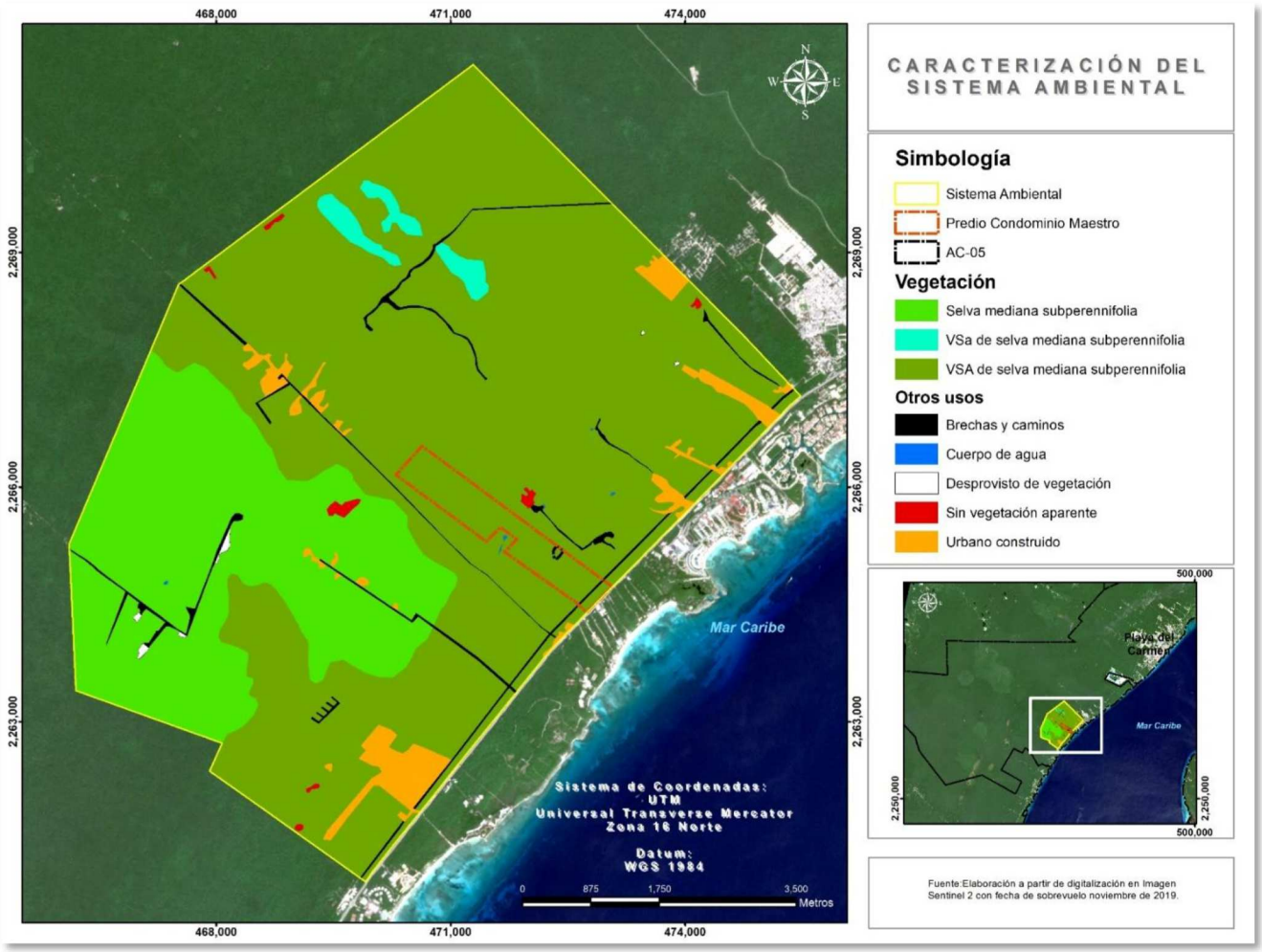


Figura 2. Carta de uso de suelo y vegetación elaborado a partir de la fotointerpretación.

A partir de lo anterior, la vegetación que presenta mayor porcentaje de ocupación en el sistema ambiental corresponde a la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un 68.84%, seguido de la vegetación de selva mediana subperennifolia con 24.87% y en menor proporción la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con 1.25%. En otros tipos de coberturas la que presenta mayor porcentaje de ocupación corresponde al uso urbano construido con 3.12%, seguido de brechas y caminos con 1.54%, áreas sin vegetación aparente con 0.26%, áreas desprovistas de vegetación con 0.11% y finalmente cuerpos de agua con 0.01%.

Las superficies de la caracterización del sistema ambiental se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 3**.** Superficie ocupada por cada comunidad vegetal dentro del SA.

Uso de suelo y vegetación	Superficie (m^2)	Superficie (Ha)	%
Vegetación			
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	37,058,830.26	3,705.88	68.84
Selva mediana subperennifolia	13,387,597.36	1,338.75	24.87
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	673,644.39	67.36	1.25
Subtotal	**51,120,072.01**	**5,111.99**	**94.96**
Otros usos			
Urbano construido	1,678,267.4	167.83	3.12
Brechas y caminos	829,883.02	82.98	1.54
Sin vegetación aparente	138,537.21	13.85	0.26
Desprovisto de vegetación	57,957.28	5.80	0.11
Cuerpo de agua	5,658.80	0.57	0.01
Subtotal	**2,710,303.71**	**271.03**	**5.04**
Total	**53,830,375.72**	**5,383.03**	**100.00**

2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.

El área del SA definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse de grado medio, sin embargo, ésta ha sido fragmentada por los caminos y brechas que van en dirección Este-Oeste partiendo del límite Este del SA (que a la vez corresponde a la Carretera Federal N° 307).

Las condiciones de la vegetación en el sistema ambiental delimitado para el proyecto, de acuerdo con la Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación (INEGI, 2017), la mayor parte del sistema ambiental está cubierta por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un porcentaje de ocupación de 86.20%, seguido de vegetación de selva mediana subperennifolia con un porcentaje de ocupación de 11.02%, finalmente en menor proporción por asentamientos humanos con un porcentaje de ocupación de 2.78%.

De acuerdo con la carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie V del INEGI, el predio presenta vegetación secundaria arbustiva derivada de selva mediana subperennifolia.

Este tipo de vegetación identificado en el sistema ambiental se encuentra en medio grado de conservación debido a que como antecedentes la zona ha sufrido impacto por fenómenos meteorológicos, lo que lo llevo a cierto grado de sucesión. Algunas de las especies que se encuentran en este tipo de vegetación son: Akania belizensis (Ik Bach), Metopium brownei (Chechem), Cascabela gaumeri (Akitz), Plumeria obtusa (Flor de mayo), Plumeria rubra (Chacniche), Dendropanax arboreus (Sac chacah), Coccothrinax readii (Nacax), Olloschultzia pallida (Bayal), Sabal yapa (Huano), Bourreria pulchra (Bacalche), Cordia alliodora (Bojon) y Bursera simaruba (Chacah).

Respecto a los cuerpos de agua identificados en el sistema ambiental se encuentran Jardín del Edén Cenote, Chikin-ha, Cenote Abierto y Cenote Minotauro.

2.2. PREDIO DE INTERÉS.

El área de estudio se localiza en la porción norte de Quintana Roo, sobre la carretera Tulum-Cancún, en la zona conocida como Xpu Ha, y abarcó todo el polígono del plan maestro ya que la fauna es móvil para tener una caracterización de estos organismos acordes al hábitat que están utilizando. De ahí que el área de estudio referida corresponde al polígono del plan maestro de 136.33 ha. Posteriormente, se detalló cuáles especies de fauna se registraron solamente en la AC-05 del proyecto 1.3 Ha.

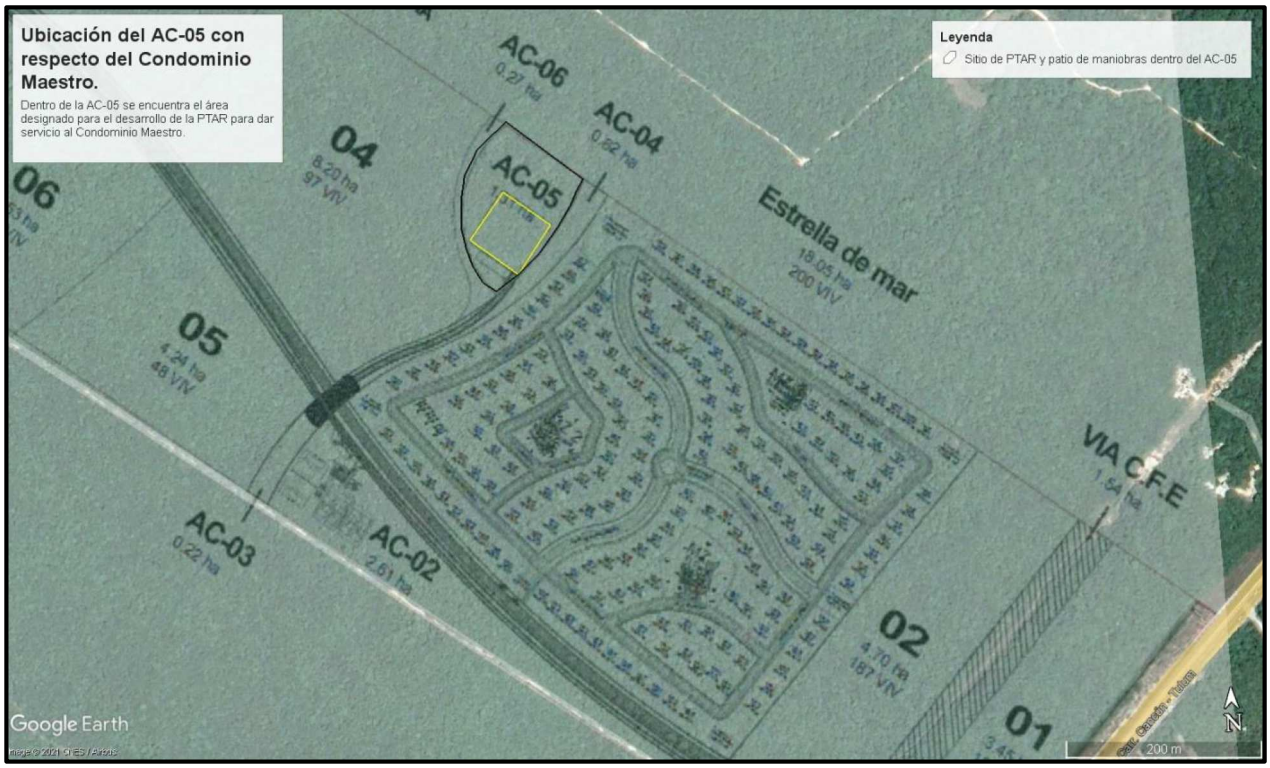


Figura 3. Se muestran la imagen satelital del Google Earth 2021, con la superposición de la ubicación del sitio de la PTAR con respecto del AC-05 y del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach.

El área de estudio presenta una vegetación uniforme correspondiente a selva mediana subperennifolia.

El estudio de vegetación registró 75 especies pertenecientes a 30 familias botánicas, en general se trata de un área con medio grado de conservación. Ya que como se mencionó en apartados anteriores se encuentra en un estado sucesional (Vegetación secundaria). Se presentó un dosel cerrado en el que las especies Bursera simaruba, Metopium brownei, Sabal yapa, Cordia alliodora, Diospyros tetrasperma, Vitex gaumeri, Swartzia cubensis, y Ficus cotinifolia. Y presenta especies características de esta asociación, así como los parámetros de altura.

Con base en los resultados obtenidos, no se puede considerar como una vegetación forestal bien conformada, por lo que corresponde a una vegetación que se ha sujetado a cambios derivados de fenómenos perturbadores como lo son los huracanes por lo que se considera como una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, esto, con la finalidad de considerar estos resultados al momento de calificar el estado de la selva en los componentes para el pago de compensación ambiental.

Fue identificado una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Amenazada: Coccothrinax readii (Nakax). De la riqueza florística en esta vegetación el estrato arbustivo presentó la mayor cantidad de especies (54 especies),

donde la familia que lo domina corresponde a la Leguminosae (característico en este tipo de vegetación).

La vegetación del predio sí es buen hábitat para la fauna que se mueve en el sitio, ya que presenta recursos y refugios importantes para ella.

Respecto a la composición faunística del área de estudio corresponde a sitios con poca perturbación antropogénica, y en general, un buen estado de conservación.

Considerando que el 15% de las especies registradas posee alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, deben ejecutarse actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre. Se prevé que el grupo más vulnerable a ser impactado negativamente durante la fase de preparación del sitio y construcción corresponde a la herpetofauna, considerando que especies como el Gecko leopardo (C. elegans) y la Rana manglera (H. variolosus), entre otras, son de lento desplazamiento.

El registro de 8 especies endémicas de la Península de Yucatán, tratándose de aves y reptiles, es un indicador del buen estado de conservación del área. La presencia en el sitio de al menos dos especies bajo la categoría de Peligro de extinción (NOM 059 SEMARNAT 2010), tratándose del Viejo de monte (E. barbara) y el Oso hormiguero (T. mexicana), acentúan la importancia de ejecutar monitoreos posteriores al presente para evaluar el estado de las poblaciones de dichas especies a lo largo del tiempo y una vez el proyecto se encuentre operando.

3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.

Para la planeación y diseño del proyecto de la “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro XPU-HA Beach”, fue necesario el apoyo de un equipo multidisciplinario (biólogos, ingenieros y arquitectos), para determinar el área de instalación dentro de la superficie de cambio de uso de suelo ya autorizado para el AC-05.

De esta manera, y bajo los lineamientos establecidos por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050 el proyecto corresponde a una obra de equipamiento y consideró que:

- La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach ocupará una superficie de 3,910 m^2, dentro del AC-05. El pozo de descarga estará ubicado dentro de dicha área y éste contará con una superficie de 4.5 m^2. De acuerdo con lo anterior, se removerán 3,910 m^2 de vegetación forestal Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, para lo cual se cuenta con autorización de Cambio de uso de suelo.

- La planta de tratamiento de aguas residuales que se propone tendrá una capacidad para tratar hasta 12 lps de agua residual, que es suficiente para el

volumen de agua que se prevé generar en el Condominio Maestro, toda vez que, se estima que el agua que llegará a la planta de tratamiento es proporcional a un 85% del total consumido, considerando una pérdida del 15% por arrastre o evaporación. En este sentido, el volumen a tratar corresponde a 874.53 m^3/día, equivalente a 10.12 lps

Asimismo, durante la planeación del proyecto y en apego al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (2009), se presentan junto con la MIA-P los siguientes programas enfocados a la conservación de diversos recursos, entre ellos destacan:

1. Programa de Rescate de Flora.
2. Programa de Rescate de Fauna.
3. Programa Integral de Manejo de Residuos.

4. IMPACTOS POTENCIALES.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 47 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 38 son adversos y 9 benéficos.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 13 impactos negativos y 4 positivos, los cuales derivan por la presencia de personal, ahuyentamiento de fauna y desmonte.

De tal manera que derivado de estas actividades se prevén cambios en la calidad del aire por emisiones y por la generación de ruido, así como cambios en la vegetación, abundancia de la fauna y la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores.

En la etapa de construcción se contabilizaron 17 interacciones de las cuales 14 impactos son negativos y 3 son impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con las actividades de perforación y construcción del pozo de descarga, así como por la instalación de los equipos de la planta de tratamiento y las líneas de conducción de energía eléctrica y del agua del pozo, así como por la presencia de empleados.

Para llevar a cabo la perforación del pozo y la instalación de las tuberías de conducción del agua de descarga, se requiere remover parte del suelo, de las capas superficiales y de las capas inferiores, hasta llegar a la profundidad requerida de 100 m para el pozo de descarga. También se espera la generación de polvos y emisiones de gases por la operación de la maquinaria de perforación. Asimismo, se producirá ruido derivado de estas actividades, lo cual puede causar el desplazamiento de la fauna.

Las actividades de construcción de las obras e instalación de equipos implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción y residuos derivados del consumo de alimentos, los cuales tendrán un manejo adecuado.

En cuanto a los impactos benéficos tendrán un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

Respecto a la etapa operativa del proyecto, se determinaron 13 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 11 son negativos y 2 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales y las actividades de mantenimiento, lo cual conlleva actividades de descarga del agua tratada, generación de lodos, emisiones de gases, ruido, la generación de residuos y la generación de empleos.

Durante la operación del proyecto se realizarán las actividades descarga de agua tratada y generación de lodos, los cuales serán estabilizados. Las actividades de extracción podrían generar cambios en la disponibilidad de agua del acuífero. Las actividades de descarga, también podrían afectar la calidad del agua del acuífero, sin embargo, ésta será tratada y descargada con base en la normatividad aplicable.

Las actividades de mantenimiento implican actividades generales, las cuales se realizarán de manera periódica, en este sentido, se espera la generación de residuos sólidos por parte del personal que dé mantenimiento y opere la planta, cuya generación será mínima.

Por otra parte, el ruido que genere la planta será mínimo, además las instalaciones recibirán el mantenimiento preventivo para que funcionen conforme a la normatividad aplicable.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto, lo cual beneficiará la economía local

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS

Para realizar el pronóstico de los posibles escenarios se consideró la dinámica ambiental en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos, y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.

Con base en la información obtenida a partir del sistema ambiental, del análisis de impactos y de las medidas de mitigación, descritos en los capítulos IV, V y VI, respectivamente, se describen los posibles escenarios para el predio en particular, y para el sistema ambiental considerando:

- Escenario 1. Condición actual, es decir, sin el desarrollo del proyecto.
- Escenario 2. Escenario con el desarrollo del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación.
- Escenario 3. Escenario con el desarrollo del proyecto y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

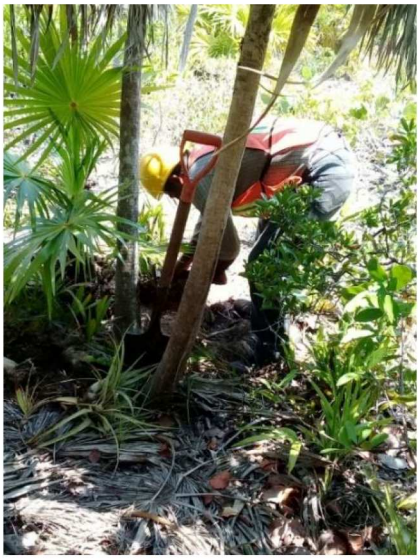
6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CO COMPENSACIÓN,
Estado de Conservación de los Ecosistemas	El 94.96% del sistema ambiental está cubierto por vegetación del cual, de este porcentaje el 68.84% corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo que se catalogó con un grado de conservación medio. Además, que el sistema ambiental ha sido fragmentado por la incidencia de caminos y brechas perpendiculares que se han abierto a partir de la Carretera Federal No. 307. De acuerdo con la caracterización del sistema ambiental, la cobertura de vegetación que se presenta en mayor porcentaje corresponde a la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un 68.84%, seguido de la vegetación de selva mediana subperennifolia con 24.87% y en menor proporción la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con 1.25%. En otros tipos de coberturas la que presenta mayor porcentaje de ocupación corresponde al uso urbano construido con 3.12%, seguido de brechas y caminos con 1.54%, áreas sin vegetación aparente con 0.26%, áreas desprovistas de vegetación con 0.11% y finalmente cuerpos de agua con 0.01%. Con base al estudio de fauna en el área de estudio se registraron 80 especies, de los cuales 12 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010. La riqueza de especies registrada en el área de estudio para los cuatro grupos de vertebrados es un indicador de que las condiciones actuales ofrecen sitios de refugio y recursos alimenticios a la fauna silvestre. La composición faunística del área de estudio corresponde a sitios con poca perturbación antropogénica, y en general, un buen estado de conservación.	El diseño del proyecto ecológicos del Program Municipio de Solidarid Municipal de Desarrollo lo que se excederían l establecerían medidas c No se colocaría tapial p conservación aledañas, con vegetación secunda La construcción de las c de precaución necesaria fauna. No se llevarían a cabo ejemplares de especies Se podría afectar la comercialización, etc. Se conformarían áreas invasoras, que desplaza fácilmente a otras áreas Se generarían residuos pueden contaminar el s dañar la vegetación y la Los residuos generad vegetación. Los lodos residuales no adecuada a través de u no cumplirían la normat en áreas verdes. En caso de derrame ac se infiltrarían al suelo y a Se realizaría fecalismo suelo y al agua.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CO COMPENSACIÓN,
		Las actividades de des profundidades inadecua agua dulce.
Vegetación	De acuerdo con la caracterización del sistema ambiental, la cobertura de vegetación que se presenta en mayor porcentaje corresponde a la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un 68.84%, seguido de la vegetación de selva mediana subperennifolia con 24.87% y en menor proporción la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con 1.25%. En otros tipos de coberturas la que presenta mayor porcentaje de ocupación corresponde al uso urbano construido con 3.12%, seguido de brechas y caminos con 1.54%, áreas sin vegetación aparente con 0.26%, áreas desprovistas de vegetación con 0.11% y finalmente cuerpos de agua con 0.01%. A nivel del área de estudio, se realizó el estudio de vegetación y se registraron 75 especies pertenecientes a 30 familias botánicas, en general se trata de un área con medio grado de conservación. Ya que como se mencionó en apartados anteriores se encuentra en un estado sucesional (Vegetación secundaria). El área de estudio se encuentra cubierto en su totalidad por vegetación secundaria subperennifolia. Se presentó un dosel cerrado en el que las especies *Bursera simaruba, Metopium brownei, Sabal yapa, Cordia alliodora, Diospyros tetrasperma, Vitex gaumeri, Swartzia cubensis,* y *Ficus*	Al llevar a cabo las act afectaría la vegetación d No se respetarían las afectaría la vegetación, vegetación natural, perd Las obras rebasarían la para el Condominio Ma establecido por el Prog del Municipio de Solidar Se causaría mayor f actividades de desmon condiciones de abundan Se produciría un mayor mejor las especies adap Debido a que no se colo las áreas de conservac uso de maquinaria, por c y materiales de la constr No se realizaría el resca la totalidad de ejemplare

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CO COMPENSACIÓN,
	cotinifolia. Y presenta especies características de esta asociación, así como los parámetros de altura. Con base en los resultados obtenidos, no se puede considerar como una vegetación forestal bien conformada, por lo que corresponde a una vegetación que se ha sujetado a cambios derivados de fenómenos perturbadores como lo son los huracanes por lo que se considera como una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Fue identificada una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Amenazada: *Coccothrinax readii* (Nakax). Sin el proyecto, se mantendría la vegetación del predio en condiciones similares.	No se rescatarían los (*Coccothrinax readii*), SEMARNAT-2010, en la Se conformarían áreas especies exóticas c desplazarían a las nativ
Fauna	De acuerdo con la Caracterización de Fauna terrestre realizada en el Condominio Maestro, se logró el registro de un total de 80 especies de fauna. El grupo más abundante fue el de las aves con 47 especies registradas, seguido de los mamíferos con 20 especies (incluyendo quirópteros) reptiles con 9 especies, y 4 especies de anfibios. La riqueza de especies registrada en el área de estudio para los cuatro grupos de vertebrados es un indicador de que las condiciones actuales ofrecen sitios de refugio y recursos alimenticios a la fauna silvestre. La composición faunística del área de estudio corresponde a sitios con poca perturbación antropogénica, y en general, un buen estado de conservación. El grupo mejor representado corresponde al de las aves, con un total de 47 especies, destacando que seis de estas son endémicas de la Península. Así mismo, se presume que el área ofrece las condiciones necesarias para que las aves migratorias también hagan uso de ella de forma transitoria. En el caso los anfibios y reptiles, se registraron ranas y geckos como *H. variolosus* y *C. elegans*, respectivamente, los cuales son individuos de lento desplazamiento, lo cual potencialmente dificultará su pronta movilidad y se registraron 3 especies en riesgo.	Al desarrollar las activ afectaría la fauna, ya reubicación. Durante las actividades de varios ejemplares de La presencia del person por la captura ilegal o po al invadir las áreas de co Se podría afectar una secundaria derivada reduciendo el hábitat pa Las obras del proye fragmentación, ya que n sus alrededores, limitan La presencia de trabaja suelo y agua, debido a l que a su vez provocaría El uso de maquinaria y e la fauna silvestre se des Se reducirían los servici que al desmontar la veg

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CO COMPENSACIÓN,
	En cuanto a mamíferos terrestres, destaca la detección de dos especies cuya categoría corresponde a especies en Peligro de extinción (NOM 059), siendo estas el viejo de monte (*E. barbara*) y el oso hormiguero (*T. mexicana*). En el área de estudio se identificaron 12 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales una corresponde a una especie de anfibio, tres son de reptiles, seis de aves y 2 de mamíferos. Sin el proyecto, la fauna seguiría utilizando el predio del proyecto y el Condominio Maestro como sitio de descanso o refugio, alimentación y reproducción.	recursos disponibles p alimentación, refugio o r Solo se mantendrían perturbados, ya que no para que sean utilizados estado de conservación.







Sin medidas de mitigación, no se realizarían acciones de rescate, afectando un mayor número de ejemplares de especies enlistadas en alguna categoría de riesgo.

Sin me
aprove

Con medidas, se realizarán acciones de rescate de flora, dando prioridad a la especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con m
del pro





Sin medidas de mitigación, se emplearían especies exóticas invasoras en las áreas ajardin
Con medidas, se utilizarán especies nativas y producto del rescate para el enriquecimient
área de conservación.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENAR COMPENS
Topografía	El área de estudio se encuentra en la subprovincia denominada Carso Yucateco, la cual ocupa porciones del centro y Norte del estado de Quintana Roo, y está formada por una losa calcárea con presencia de karsticidad, pendiente descendente hacia el Oriente y al Norte hasta el nivel de mar. Presenta un relieve ondulado en el que alternan crestas y depresiones, con elevaciones máximas de 22 m.s.n.m en su parte Suroeste. Sin el proyecto, la topografía se mantendrá en las mismas condiciones.	Se realizar mayor sup desmonte y Las excava tiempo may Durante las niveles pro conservacio
Suelo	El municipio de Solidaridad en la mayor parte de su superficie presenta suelo de tipo Litosol como suelo primario. Con base a esta clasificación de suelo se puede observar que en el sistema ambiental se encuentran suelos tipo leptosoles. Leptosol. Del griego teptos, delgado. Del griego Lithos, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.	No se realiz desmonten. Se realizarí sólidos, de ocasionar subterránea Se realizar ocasionand suelo y su c Se llevarían lo que podr fisicoquímic El proyecto afectando n dicha super Se dejaría desmontada erosión y de

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENAR COMPENS
Agua	El área de estudio presenta características cársticas, lo que permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales. Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en esta son de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno. De acuerdo con el INEGI, el predio donde se localizará el proyecto, se encuentra en una unidad geo hidrológica clasificada como material consolidado con posibilidades altas. **Material consolidado con posibilidades altas:** Esta unidad está constituida por calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recargas pluviales y subterráneas, la calidad de agua extraída es aceptable para el consumo humano (INEGI,2012). Sin el proyecto, los flujos superficiales del agua se mantendrían en el predio. Continuará el flujo de agua subterránea que existe actualmente y su circulación hacia el mar y viceversa	La construc Residuales a cabo de a este último exploratorio que derivar freático, pri construcció Durante la considerar establecido No se tra CONAGUA Las aguas r cumplir con para reúso
Aire	El municipio de Solidaridad a la fecha no presenta problemas de contaminación del aire por hidrocarburos, ya que no hay abundantes fuentes que generen este tipo de gases. Así mismo, los hidrocarburos generados por el tránsito vehicular se dispersan con el viento. En el Sistema Ambiental hay pocas fuentes fijas de emisiones a la atmósfera provenientes de los desarrollos habitacionales y dos hoteles que se ubican	Al desmont incrementar invernadero Al mantene absorberían lo que contr

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENAR COMPENS
	sobre la Carretera Federal 307. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre la Carretera Federal 307, así como el que generan las personas que transitan por la zona. El predio de interés se encuentra dentro del Condominio Maestro Xpu-ha Beach, el cual aún no inicia actividades de construcción, sin embargo, cuando se inicien las actividades propias del Condominio Maestro y de los lotes, se espera la emisión de gases y ruido provenientes de la maquinaria y de las personas. Sin el proyecto, se mantendrían los niveles de emisiones de contaminantes y ruido en las condiciones actuales, y los que puedan ser generados por los proyectos autorizados en el Condominio Maestro.	En las área temperatura Se increme atmósfera p lo que rep principalme No se resp mucho ruid especies de Se generarí materiales construcció Las partícul de conserva No se real equipos y bo proyecto.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
Residuos	De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, se registró que para el Estado de Quintana Roo la media de generación de residuos es de 0.87 Kg/persona/día. De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04 kg/persona/día	En el proye de los resi su disposic provocar c agua subte Los residu conservaci No se real que llegue No se llev residuos qu La disposic proliferació No se lleva sanitarios enfermeda No se verif cuales pod empresas limpieza y de tratamie Los residu residuos s llevarían a impactos y

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
Demanda de servicios de energía eléctrica	La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, que será proporcionada por CFE.	No se utili consumo d Los equip energética No se pron eléctrica.
Salud humana	Implica la posibilidad de un accidente derivado de la realización de actividades durante cualquiera de las etapas del proyecto, ya sea por cuestiones relacionadas directamente con el proyecto, o bien, situaciones externas tales como los eventos meteorológicos, huracanes, principalmente. Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 25 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán “Wilma”, junto con “Gilberto”, han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos metereológicos previsibles ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños. Por otra parte, también se pueden causar riesgos a la salud durante el manejo de los residuos sólidos y	Las activida huracán o daños físic la protecció El manejo provocar la incendio. Los trabaj personal. No se conta posible la a No se conta está herido

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
	peligrosos que se generan durante la construcción de obras.	
Economía	De acuerdo con el Anuario Estadístico del Estado Quintana Roo, en el 2015 en el Municipio de Solidaridad se contaba con 68 630 viviendas habitadas con 209 279 ocupantes. El documento Estado Actual de la Vivienda en México 2015, realizado por la Fundación Centro de Documentación e Investigación de la Casa A.C. (CIDOC) y la Sociedad Hipotecaria Federal, presenta información relativa a las políticas en materia de vivienda en el país. En ese estudio se señala que la demanda de vivienda en Quintana Roo asciende a 12 mil 912 viviendas. De acuerdo con el Anuario Estadístico del Estado Quintana Roo (2017), en el año 2013 había 223 unidades económicas del sector construcción con 7,520 personas.	El proyecto mitigación funcionami economía Beach.

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

La evaluación del desempeño ambiental se define como un proceso de gestión que utiliza indicadores para proporcionar información sobre los resultados de la actuación ambiental de una organización. Dichos indicadores se comparan con unos criterios determinados con el objeto de conocer si la organización cumple o no con la legislación ambiental, comprobar la evolución de su actuación ambiental a través del tiempo y observar tendencias, detectar las áreas que necesitan especial atención, ayudar a los directivos en su proceso de toma de decisiones y obtener información específica para hacer frente a solicitudes de las partes interesadas.

La evaluación de desempeño ambiental es un proceso utilizado para facilitar las decisiones de la dirección con respecto al desempeño ambiental de la organización.

Para la Evaluación del Desempeño Ambiental se debe realizar, primeramente, la planificación de la evaluación y la selección de indicadores para dicha evaluación. Posteriormente, se debe hacer la recopilación de los datos pertinentes para los indicadores seleccionados y el análisis y la conversión de los datos en información que describa el desempeño ambiental de la organización. Finalmente, se debe revisar la idoneidad de los indicadores seleccionados para la evaluación de desempeño ambiental y las fuentes de datos, métodos de recopilación y calidad de datos, con el objeto de identificar oportunidades de mejora.

Una integración completa de todas las actividades a desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como la intervención directa de todos los actores que participan a lo largo de su desarrollo incluyendo a los usuarios, es crucial para gestionar exitosamente el *Programa de Desempeño Ambiental*.

Considerando que la empresa deberá cumplir con las medidas de mitigación propuestas por el mismo, las impuestas por la autoridad, y con el fin de que las propuestas sean tomadas en cuenta dentro de un esquema de cumplimiento coherente y de fácil aplicación, se propone que la empresa adopte este *Programa de Desempeño Ambiental* para realizar actividades acordes con el desarrollo sustentable.

Este **Programa de Desempeño Ambiental** se ha integrado de los siguientes **subprogramas incluidos en esta MIA-P**, todos ellos para contribuir a la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos potenciales de este proyecto:

1. Programa de Rescate de Flora.
2. Programa de Rescate de Fauna.
3. Programa de Manejo Integral de Residuos.

Preparación del sitio, Construcción y Operación.

Durante la preparación del sitio, construcción y la operación del proyecto, se implementarán las medidas que se proponen en el Capítulo VI de la presente MIA-P, siendo las más relevantes las siguientes:

Cuadro 3. Actividades que conforman el Programa Integral de Manejo Ambiental del proyecto en sus diferentes etapas.

Preparación del sitio	Construcción	Operación
Contratación de personal local	Contratación de personal local	Contratación de personal local
Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
Instalación de sanitarios portátiles.	Mantenimiento de sanitarios portátiles	El personal utilizará las instalaciones de servicio del Condominio Maestro.
Colocación de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Mantenimiento de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Colocación de letreros informativos.
Ahuyentamiento y rescate de fauna	Mantenimiento de áreas de conservación y monitoreo de flora y fauna.	Mantenimiento de áreas de conservación y monitoreo de flora y fauna.
Materiales provendrán de fuentes autorizadas	Materiales provendrán de fuentes autorizadas	Instalación de equipos ahorradores de agua y de energía eléctrica
Preparación de equipo y maquinaria	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Mantenimiento periódico de equipos y actividades de mantenimiento de las instalaciones de la PTAR, así como análisis de calidad de agua y lodos.
Supervisión ambiental	Supervisión ambiental	Supervisión ambiental

8. CONCLUSIONES.

El proyecto “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach” constituye una obra complementaria del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach y servirá para tratar el agua residual generada en el Condominio Maestro.

Por las características del proyecto y los resultados de su evaluación ambiental, se considera que este es viable de construir, toda vez que el sistema de tratamiento de agua residual se llevará a cabo tomando las medidas necesarias para reducir los impactos previstos.

De manera resumida, se enlistan las principales razones del porque se considera viable el proyecto.

- Las obras y actividades que se plantean se realizarán en el AC-05 del Condominio Maestro, la cual cuenta con autorización para cambio de uso de suelo, por lo que se requerirá la remoción de vegetación.

- El proyecto ha descrito la forma en la que dará cumplimiento a los instrumentos normativos vigentes en materia urbana y ambiental con el fin de apegarse a las estrategias de protección del sistema ambiental.

- El proyecto generará impactos positivos relacionados con la generación de empleos temporales y permanentes, y la derrama económica por la adquisición de insumos, equipos, pago de derechos, etc.

- Se considera que la mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse, son puntuales y de poca magnitud, y que además el proyecto propone una serie de medidas de mitigación que disminuyen los impactos previstos.

- La implementación de las medidas de mitigación propuestas aumentará el esfuerzo encaminado a proteger los recursos de la zona de manera directa o indirecta.

CAPÍTULO VIII
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICE

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION DEL PREDIO. 3
1.1 Caracterización de la Vegetación del predio 3
1.2 Caracterización de Fauna. 10
2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 19
2.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 25
3. METODOLOGÍA PARA DETERMINACIÓN DEL ESTUDIO GEOHIDROLOGICO ..30
4. REFERENCIAS. 32

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION DEL PREDIO.

1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL PREDIO

las condiciones de la vegetación en el predio, se obtuvieron por criterios fisonómicos; para ello se realizó el análisis de la carta de usos de suelo y vegetación de la Escala 1:250,000 Serie VI de INEGI. A partir de éstas, se determinó la presencia de los patrones de distribución de la vegetación, mismos que fueron corroborados durante un recorrido de campo a través del cual se pudo constatar que la vegetación está compuesta por Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

MÉTODOS DE MUESTREO

Se utilizaron sitios sucesivos localizados en sitios con acceso siendo las 20 unidades de muestreo de 500 m^2 que se establecieron sistemáticamente dentro del predio del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, se obtuvo una superficie total de muestreo de 10,000 m^2 que representa el 0.73% de intensidad de muestreo de la superficie del predio completo de área de estudio (136.33 ha).

Diseño de muestreo.

Se utilizaron sitios sucesivos localizados en sitios con acceso siendo las 20 unidades de muestreo de 500 m^2 que se establecieron sistemáticamente dentro del predio del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, se obtuvo una superficie total de muestreo de 10,000 m^2 que representa el 0.73% de intensidad de muestreo de la superficie del predio completo de área de estudio (136.33 ha).

Las intensidades se estimaron con la siguiente formula: IM (%) = Intensidad de muestreo (%).

$$IM\ (\%) = \left(\frac{\sup muestreada\ (ha)}{\sup total\ (ha)}\right) * 100$$

Para las unidades de 500 m^2:

$$IM(\%) = \left(\frac{10{,}000\ (m2)}{1{,}363{,}305.25\ (\mathrm{m2})}\right) * 100 = 0.73\%$$

Dónde:
IM (%) = Intensidad de muestreo expresada en porcentaje.

Los resultados de su aplicación indican que se alcanzó una intensidad de muestreo muy aceptable en todos los casos (cumple según la Ley).

Número de sitios de muestreo y su distribución

Para el levantamiento forestal se utilizó un diseño de muestreo sistemático distribuido a todo lo largo de la superficie del predio, se realizó un inventario forestal que constó de 20 unidades de muestreo general circulares de 12.62 m de radio dando una superficie de 500 m^2 para evaluar la vegetación que se presenta en el predio y por lo tanto en el área de desplante del proyecto. La información recabada del muestreo sirvió para obtener la estimación de volúmenes que se describe a continuación.

Forma de los sitios.

La forma de las unidades de muestreo fue circular la cual consistió en la siguiente manera; en una unidad de 500 m^2, (12.62 m de radio) con subunidades concéntricas de 25 m^2 (5 x 5 m) y 4 m^2 (2 x 2 m). En el círculo de 500 m^2, se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo o fuste medidos a 1.30 m del suelo (DAP) mayor a 10 cm. En la unidad de 25 m^2, se realizó el muestreo de todos los individuos de 5 a 9.9 cm de diámetro. En la unidad de 4 m^2 se registraron los individuos de la regeneración menores de 5 cm de diámetro.
En la unidad de 500 m^2 se realizó el muestreo del arbolado, marcando cada individuo con numeración seguida y obteniendo el registro de la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 m del suelo, sin importar si se encontraban deformes, torcidos o inclinados, se tomó la altura total hasta el ápice de los individuos. En las subunidades de muestreo de 25 m^2 se registró el número de individuos juveniles, así como la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 m del suelo y la altura total. Mientras que en las subunidades de 4 m^2 solo se registró el nombre de la especie y la altura de cada individuo herbáceo.

Tamaño de los sitios expresados en m^2.

Sitios generales para el levantamiento del estrato arbóreo con diámetros de 10 cm en adelante: Sitios de 500 m^2.

Subunidades de muestreo para el levantamiento del estrato arbustivo con diámetros de 5 cm a 9.9 cm: Sitios de 25 m^2.

Subunidades de muestreo para el levantamiento del estrato herbáceo con diámetros de 5 cm para abajo: Sitios de 4 m^2.

Variables dasométricas (Diámetro normal, altura total, etc.).

Para el levantamiento de los datos se implementaron los sitios con la siguientes características, el primero que es para el levantamiento de datos del arbolado con diámetros ≥ a 10 cm de diámetro normal y se utilizaron sitios circulares de 500 m^2, el segundo muestreo se realizó para el registro de datos para el estrato arbustivo donde se incluyen datos de arbolado con diámetros > a 5 cm y < 10 cm de diámetro

normal, este muestreo se realizó en 25 m2 y en un cuadrado de 4 m2 se registraron las especies de regeneración dentro del mismo sitio de 500 m2.

El muestreo se llevó a cabo durante el mes de diciembre de 2018, de acuerdo a lo señalado en el manual del curso Técnicas de inventarios forestales aplicados en selvas tropicales (curso-taller de actualización para prestadores de servicios técnicos forestales), adecuándolo a las necesidades de muestreo capaz de recoger de manera eficiente características determinantes de los ecosistemas forestales tales como composición, estructura de tamaños, estratificación vertical, proporción de claros que presenta el dosel, presencia de grandes árboles aun cuando aparecen en baja densidad, además de otras fuentes importantes de heterogeneidad relacionadas al estado del suelo y la presencia sobre él de materiales diversos. Muchos de estos elementos se escapan del muestreo cuando este se realiza a partir de parcelas de mayor o menor tamaño.

Las zonas de estudio se han distribuido de manera que abarquen los principales tipos de masas forestales presentes en el área forestal del predio.

Levantamiento de datos del arbolado con diámetros mayores a 10 cm.

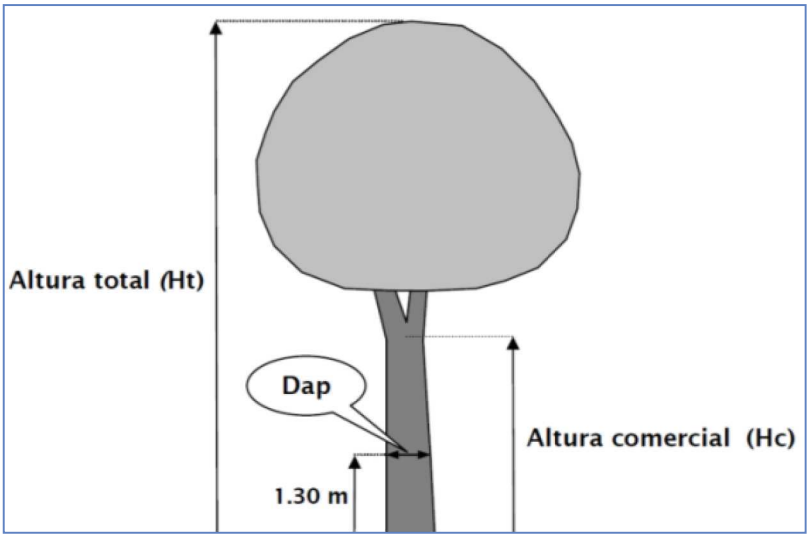
Con base en los recorridos de campo y las necesidades de información que se incluirán en el análisis para poder proyectar los resultados del inventario forestal, se consideró económicamente óptimo, el registro de datos a partir de 10 en los sitios de 500 m^2.

Variables levantadas.

En cada sitio levantado se registró la siguiente información:

- Número de sitio. Esta asignación se llevó a cabo sobre los planos, y durante los trabajos de campo: se localizaba el punto realizando brechas de sitio a sitio, se utilizaron las brechas topográficas del predio con dirección de Norte - Sur, una vez en el sitio se delimitaba y se le colocaba una marca en un árbol donde se indicaba el número de sitio.
- Número de árbol.- Se tomaron los datos, iniciando del centro del sitio que fue georreferenciada hacia el norte, posteriormente en sentido de las manecillas del reloj, asignándole un número consecutivo a cada ejemplar encontrado.
- Especie. - Se anotó el nombre común de cada especie.
- Diámetro Normal (DN).- Se utilizó una cinta diamétrica para la medición del diámetro de árboles en pie, se tomó de acuerdo a los estándares mundiales que se establecen a 1.30 m del suelo.
- Altura Total (AT). - Con la ayuda de un clinómetro graduado métricamente a cada 10 cm, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.

Identificación de árboles muertos en pie, descopados, quebrados o con heridas que sean visibles en el sitio.



Levantamiento de datos del arbolado de regeneración con diámetros de 5 a < 10 cm.

Como arbolado arbustivo se reconoce a todos los individuos que tienen diámetros entre los 5 y < 10 cm de DAP como mínimo, este registro nos permite obtener datos de número de arbolado y área basal para la categoría diamétrica de 5 cm. En esta categoría el volumen que se generará como resultado del ajuste de la curva de población, no tiene una relevancia económica significativa, pero sí permite conocer los valores económicos hablando ambientalmente.

El levantamiento de datos del estrato arbustivo se efectuó en los sitios cuadrados de 25m² partiendo del centro del sitio de 500 m², se inicia en el centro de cada sitio y se proyectan sobre la brecha en dirección de Norte hacia los 45°.

Al igual que para los sitios anteriores se realizó un levantamiento de 20 parcelas de 25m², acumulando un muestreo neto de 500 m², la homogeneidad en la presencia y características de los individuos muestreados permite obtener una información confiable de las existencias en número de árboles del estrato arbustivo.

El registro de datos de este grupo de vegetación se realizó considerando los siguientes parámetros.

- Número de línea. - Se asignaron números correlativos a las líneas de inventario, marcándolas con cinta fluorescente, al inicio de la línea, en total se enumeraron 2 líneas, con 10 sitios cada una.
- Número de sitio. - Se asignó un número correlativo a cada sitio, el cual se marcó por medio de una tarja y cinta fluorescente.
- Secuencia del registro. - El registro del arbolado arbustivo se realizó partiendo del centro de los sitios circulares que es la esquina del sitio.

- Especie. - En cada una de las filas del formato se anotan de acuerdo a su aparición, el nombre común de cada árbol se registró en base al nombre maya, asignando la palabra desconocido cuando no fue posible identificarlo al momento del registro.
- Diámetro. Este parámetro es considerado en rango diamétrico, de 5 a < 10 centímetros.
- Altura. - El parámetro de altura, únicamente se considera en la altura total del árbol.

Equipo utilizado.

Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

1. Clinómetro graduado métricamente a cada 10 cm, para medir alturas.
2. Cinta diamétrica.
3. Machete.
4. Geoposicionador satelital Garmin con una precisión de + 30 cm)
5. Cámara fotográfica digital
6. Cinta métrica de 50 m
7. Pintura en aerosol
8. Libreta de campo
9. Lápices de grafito
10. Plumones permanentes
11. Cinta naranja (flouwer)



Figura 1. Ubicación de las parcelas.



Figura 2. Delimitación y marcaje de las parcelas.



Figura 3. Levantamiento de información.



Figura 4. La cobertura del predio corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

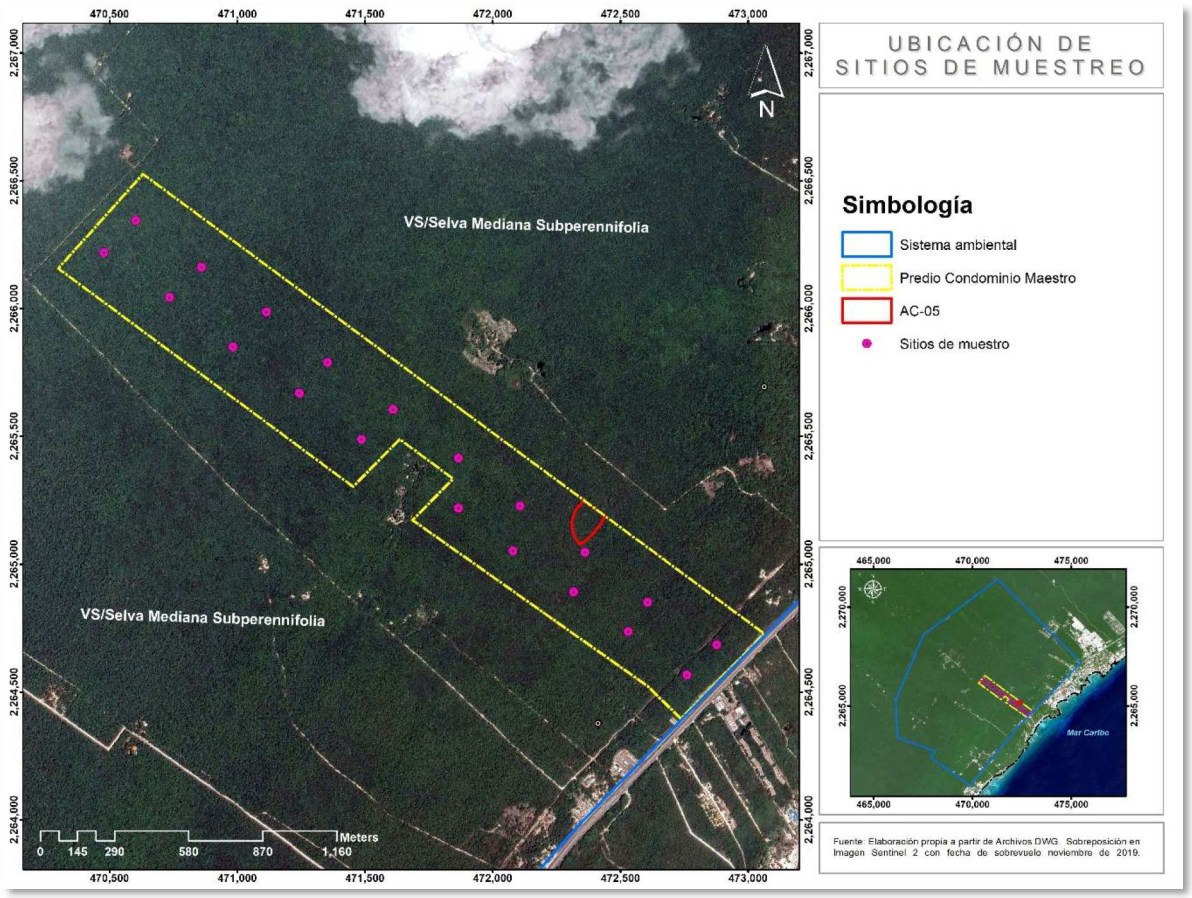


Figura 5. Distribución de sitios de muestreo de vegetación en el predio.

A) ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

1.2 CARACTERIZACIÓN DE FAUNA.

METODOLOGÍA

Previo a la ejecución del muestreo en campo, se elaboró un listado de especies de fauna silvestre cuya distribución es potencial en el área de estudio. Para ello, se consultó información bibliográfica (Mackinnon 2017, entre otros) así como fuentes online oficiales, tales como BirdLife, Naturalista y CONABIO. Como resultado, se obtuvo un listado que incluye a 226 especies de aves, 49 de reptiles, 17 de anfibios y 80 de mamíferos (incluyendo quirópteros), los cuales tienen probabilidad de distribuirse en el área de estudio

Con el objetivo de corroborar dicha información, se realizaron visitas matutinas y vespertinas al sitio de estudio durante un total de seis días (divididos en dos sesiones) entre abril y mayo del 2020, en los que fue posible detectar y registrar a diversas especies de los cuatro grupos faunísticos objetivo (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

La caracterización de fauna silvestre se llevó a cabo mediante trabajo de campo sistemático a través de la aplicación de diversas técnicas, con el objetivo de registrar el mayor número de especies posible. A forma de resumen, el muestreo consistió en la ejecución de métodos tales como Puntos de conteo, búsqueda activa, colocación de foto trampas y uso de Bat Detector (para la grabación de los llamados ultrasónicos de los murciélagos). En los apartados siguientes, se describe la metodología empleada específicamente para la detección de cada grupo faunístico.

Anfibios y reptiles (herpetofauna)

Para la detección de las especies de herpetofauna se seleccionó el método de transecto de ancho fijo, para lo cual se estableció un transecto con una longitud de 2.2 km (2,209 m) que atraviesa el área de estudio de norte a sur, y en el cual se efectuó una búsqueda equivalente a cuatro repeticiones. Lo anterior consistió en recorridos diurnos y nocturnos en los que predominó la búsqueda activa en microhábitats a lo largo del transecto. Ello implica que la búsqueda se dirigió e intensificó en sitios que pudieran potencialmente fungir como refugio de anfibios y/o reptiles, por ejemplo, debajo de piedras, troncos, cavidades, charcas y sus alrededores.

Para la búsqueda de **reptiles** se tuvieron rangos de horario de 9:00 hr a 12:00 hry de 18:00 a 21:00 hrs. La conducta de este grupo presenta un comportamiento que permite establecer los mejores horarios para su observación, cuando los individuos salen de sus refugios en horarios matutinos para aprovechar la incidencia solar, y posteriormente dependiendo de la territorialidad que tengan se desplazan para alimentarse. Por otra parte, de 17:00 a 22:00 hr presentan actividad algunas especies crepusculares, por lo cual también se considera dicho rango horario para la búsqueda de individuos. Se revisó particularmente bajo piedras y algunas cavidades, así como en los troncos de los árboles.

Por otra parte, en lo referente a **anfibios**, durante el horario vespertino – nocturno fue posible localizar a individuos de este grupo. Para ello, se emplearon lámparas de mano, y se puso especial atención en revisar pequeñas charcas.

Para la identificación de los ejemplares de herpetofauna se consultaron guías ilustradas de campo, siendo estas Julian Lee (2000), Calderón *et al*. (2005) y Kohler G. (2015), asimismo se consultó el sitio web de Naturalista (2020). Adicionalmente, se obtuvo el registro fotográfico de los individuos de anfibios y reptiles avistados, con excepción de una serpiente cuya veloz movilidad impidió obtener su fotografía.



Figura 6. Búsqueda y registro de herpetofauna.

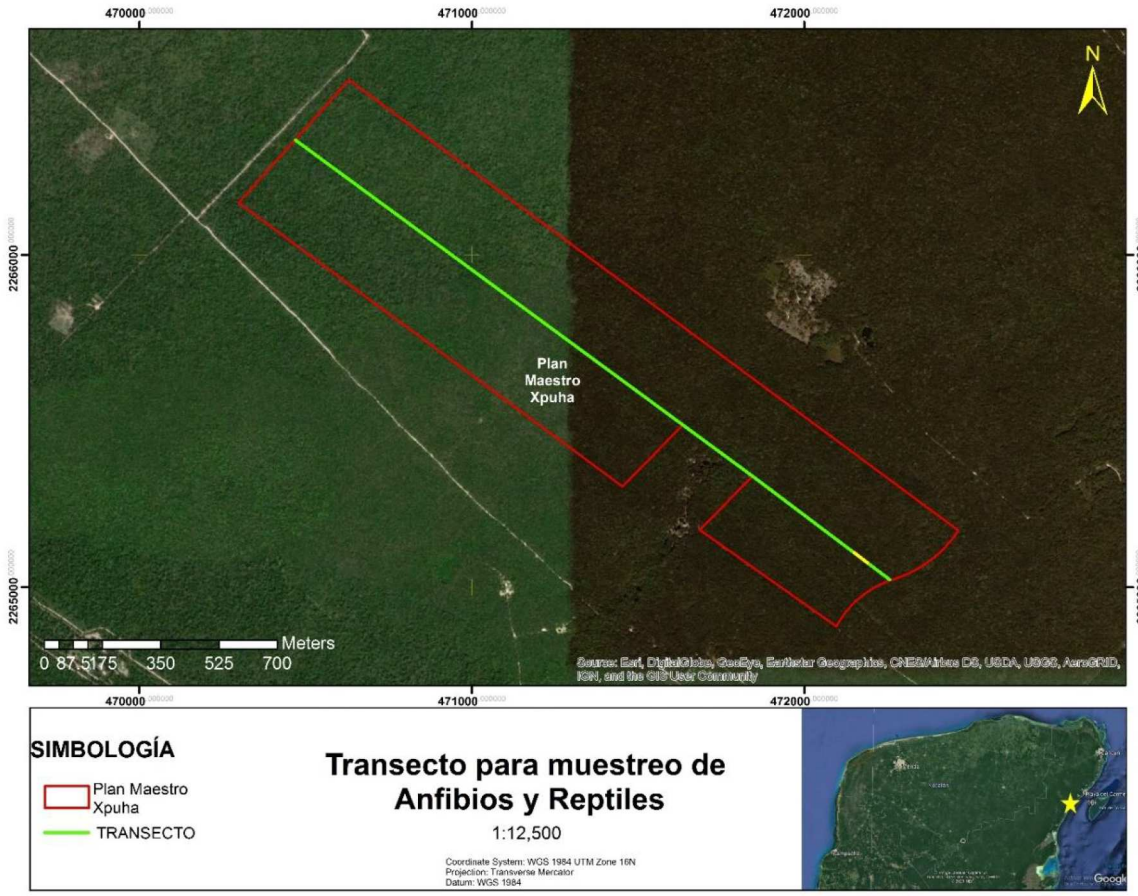


Figura 1. Ubicación del muestreo de herpetofauna.

Cuadro 1. Coordenadas del Transecto para muestreo de herpetofauna

Coordenadas UTM		
Inicio del Transecto	472256.36 m E	2265019.32 m N
Fin del Transecto	470472.84 m E	2266342.52 m N

Aves

Para este grupo se seleccionó el método de registro de especies mediante Puntos de Conteo (PC). Cada PC tuvo una duración de 10 minutos, durante los cuales el profesional que lo ejecuta, situado en un punto fijo, detecta e identifica (mediante canto y/u observación directa) a las especies de aves en un radio estimado de 20 m.
A lo largo del área de estudio se establecieron un total de 9 puntos, equidistantes entre ellos; se realizaron dos repeticiones de conteo (una en abril y otra en mayo), generando así un total de 18 unidades de muestreo para avifauna.

Para el registro de especies se emplearon binoculares, cámara fotográfica con teleobjetivo, GPS y una bitácora de campo en la que se anotó la coordenada del punto, la especie y número de individuos, hora inicial y hora final.
Los puntos de conteo se realizaron sistemáticamente entre las 6:45hr y las 9:00hr, intervalo en que las aves presentan un alto pico de actividad, por lo tanto, son más fáciles de detectar.

Los observadores que participaron en el presente estudio poseen amplia experiencia en la identificación de aves de la Península de Yucatán, y como apoyo se emplearon guías de campo como MacKinnon (2017) y Howell and Webb (1995).



Figura 8. Observación y registro de avifauna en el área de estudio.

La ubicación de los puntos de conteo para el registro de la avifauna se observa en la siguiente figura:

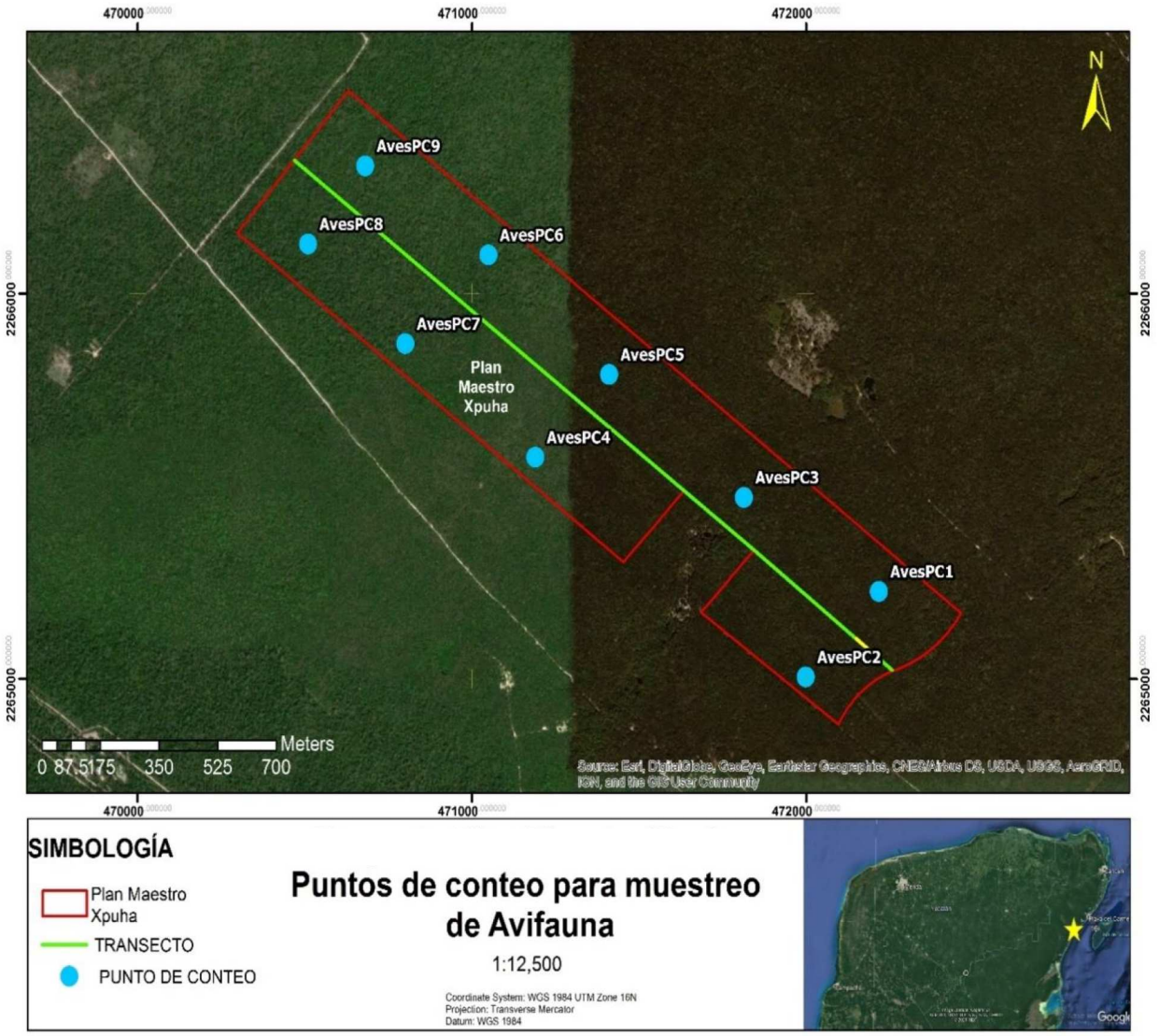


Figura 9.Ubicación del muestreo de aves.

Mamíferos medianos

Para la detección de mamíferos terrestres se seleccionaron dos métodos: activo, el cual se centró en la búsqueda de rastros y recorridos de avistamiento, consistente en recorrer un transecto que atraviesa el área de estudio de norte a sur; y el método pasivo, el cual consistió en la instalación de cámaras trampa. Cabe destacar que el método pasivo corresponde al más exitoso del presente muestreo de mamíferos terrestres.

Con fecha de 12 de abril (2020) se instalaron cuatro cámaras trampa marca Newer, las cuales se activan por medio de un sensor infrarrojo al detectar cualquier movimiento, obteniendo registros fotográficos y/o video. Se eligieron zonas con posibles evidencias

de paso de fauna constante con el objetivo de aumentar la posibilidad de obtener registros de los individuos que transitan el área.

Las cámaras trampa se mantuvieron activas dentro del área de estudio del **12 de abril al 24 de mayo del 2020**, es decir, un total de **43 días,** y su ubicación se muestra a continuación:

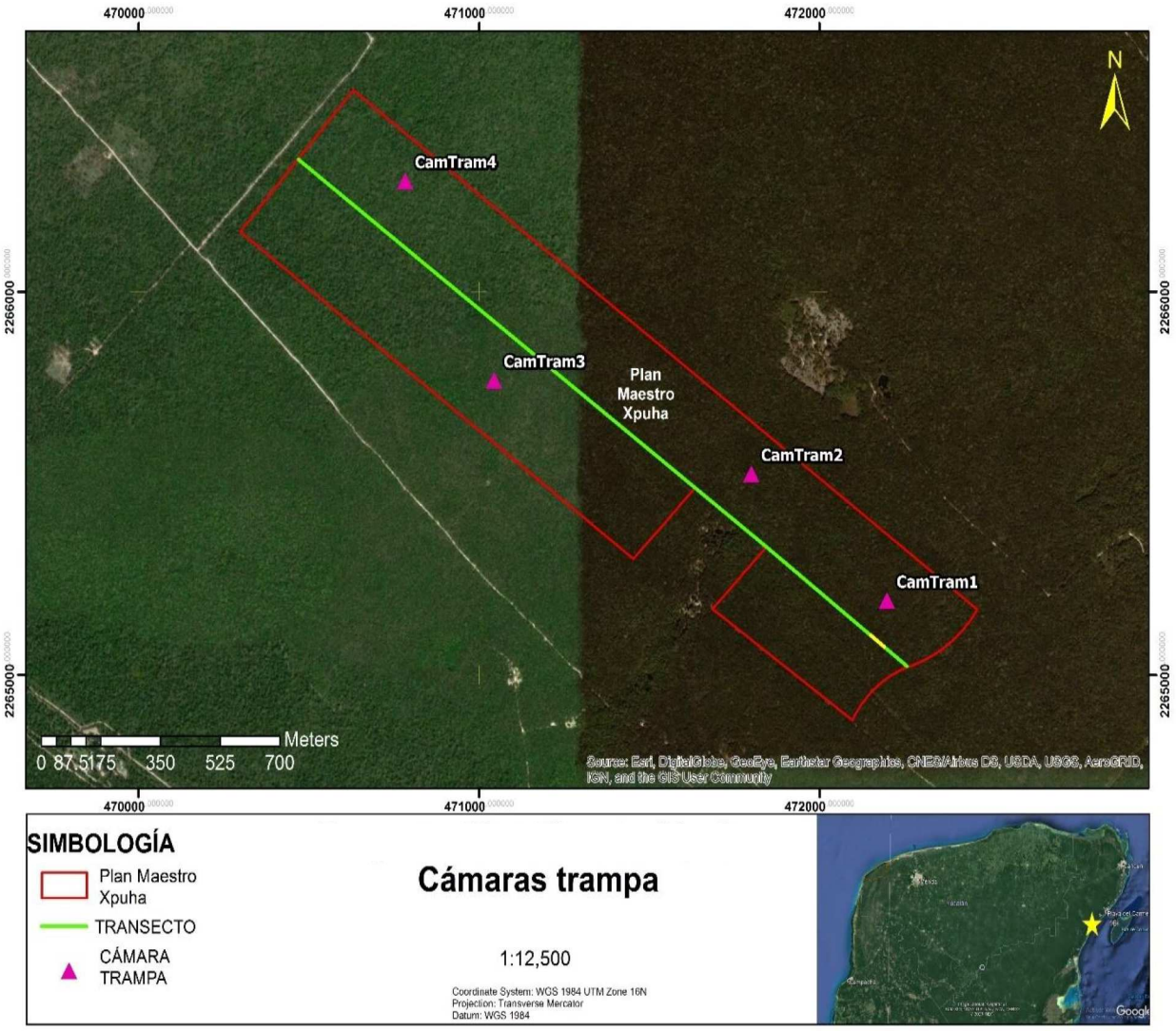


Figura 10. Ubicación de las cámaras trampa y transecto para muestreo de mamíferos.

Mamíferos voladores (quirópteros)

Para la detección y registro de quirópteros, o murciélagos, se emplearon dos métodos: La captura directa de individuos mediante redes de niebla para lo cual se colocaron tres redes de niebla (12m de largo x 2.6 de ancho y apertura de malla de 38 mm) y debido a las condiciones climáticas durante los días de muestreo (lluvias), su apertura se realizó únicamente una vez (abril 12, 2020), permaneciendo abiertas poco antes del atardecer

(19:00 hr) y hasta las 23:00 horas, con intervalos de revisión de 30 minutos. Y el registro y grabación ultrasónica en tres puntos del predio, con una duración de 60 min cada uno, iniciando poco antes del anochecer, por ser este el periodo de mayor actividad de los murciélagos. Para la obtención de registros se empleó un *Echometer Touch* con la aplicación *Echometer Version 2.7* para IOS de Wildlife Acoustics INC. que identifica a la especie automáticamente de su base de datos.



Figura 11. Red de niebla colocada en el área de estudio y posterior registro de ejemplar.

En la figura siguiente es posible apreciar la ubicación de las redes instaladas:

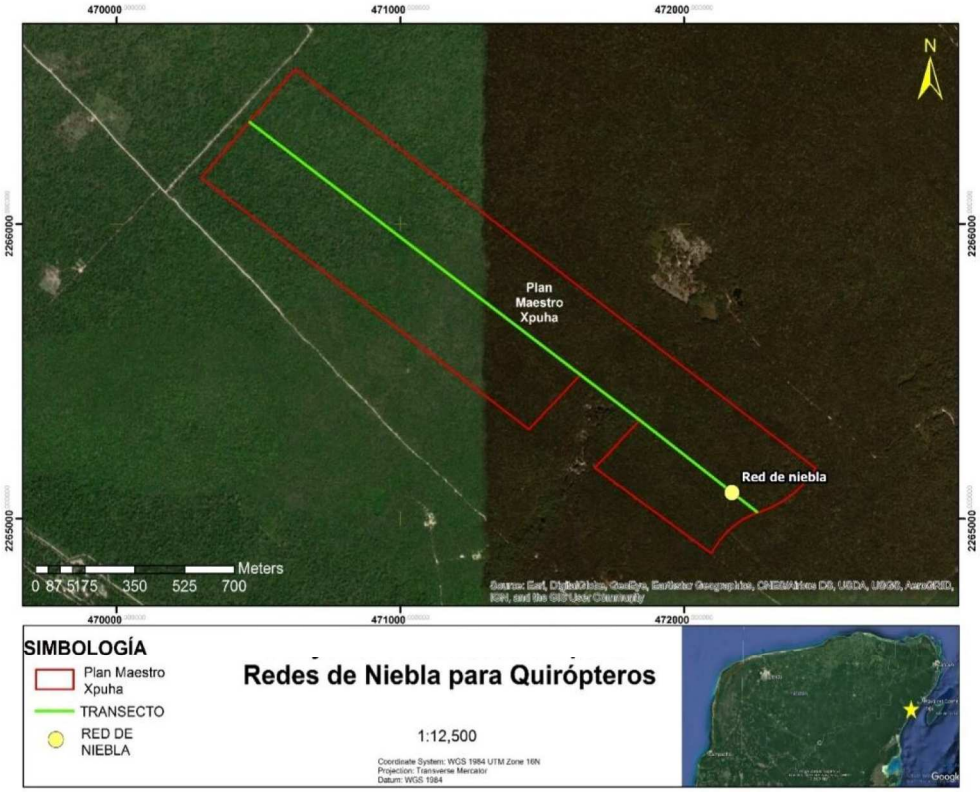


Figura 12. Ubicación del muestreo mediante redes de niebla.

Durante la captura de individuos, éstos fueron extraídos cuidadosamente de las redes y colocados momentáneamente en bolsas de tela para su posterior identificación. Se empleó la clave de campo de los Murciélagos Mexicanos (Medellín *et al.,* 2007) para la identificación de cada ejemplar a nivel de especie, además de registrar datos como la hora de captura, sexo, estado reproductivo en hembras (lactantes, inactivas, preñadas) y machos (inactivos, testículos escrotados), edad relativa (juvenil, subadulto, adulto), obtención del registro fotográfico y posteriormente se procedió a liberar al ejemplar.



Figura 13. Ubicación del muestreo acústico de quirópteros (Bat Detector).

ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Con los datos obtenidos en los transectos y otras técnicas, se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

- ***Riqueza Específica***

Es el número de especies que conforman la comunidad de un área determinada y se define con la letra "S".

- ***Abundancia***

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Una forma de evaluar este aspecto es la densidad.

- ***Densidad***

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie. La densidad definida con la letra “D” es el número de individuos de una especie presente en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa “Dr” o absoluta “Da”.

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

Dr= (número de individuos "X")/(total de individuos de todas las especies) x 100

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie “X” presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio y se calculó con la siguiente fórmula:

Da= (número de individuos de la especie "X ")/(área muestreada en m^2) x 10,000

- ***Frecuencia***

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente; por tanto, la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

Fr=(Frecuencia de la especie X)/(suma de los valores de frecuencia de todas la especies) x 100

- ***Índices de Valor de Importancia** (I.V.I.)*

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies con base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de densidad y frecuencia a valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 200. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa

(OIR) de las especies registradas, donde se compara cada especie con respecto a las restantes.

I.V.I=Densidad relativa + frecuencia relativa

- **Abundancia Relativa**

Para el cálculo de la abundancia relativa de las especies se realizó la relación proporcional de cada especie conforme a la especie con el mayor número de registros por grupo. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{Número\ de\ registro\ para\ la\ especie\ X}{Número\ de\ registros\ para\ la\ especie\ de\ mayor\ abundancia}\ x\ 100$$

Los valores obtenidos de la división son multiplicados por cien con la finalidad de generar un valor porcentual. De acuerdo con el porcentaje que presentó cada especie dentro de la muestra se determinó su abundancia para cada zona de estudio, clasificándolas en: abundantes, comunes, frecuentes, escasas y raras, para esto se tomó en cuenta la clasificación que propone Pettingill (1969) como se muestra a continuación:

- Abundante: 90 al 100%
- Común: 65 al 89% Siempre se ve, aunque en números menores.
- Frecuente: 31 al 64% Medianamente común, en números pequeños o no siempre vista.
- Escasa: 10 al 30% No común, vista pocas veces, pero no supone una sorpresa registrarla.
- Rara: 1 al 9% Su registro siempre es casual dentro de su rango de distribución.

Análisis de datos para redes de niebla

La abundancia relativa de las especies capturadas en las redes de niebla por sitio analizado se obtuvo por estimación de índices de captura por unidad de esfuerzo, es decir, dividiendo las abundancias de captura de cada especie entre el esfuerzo de captura (número de redes X número de horas activas X largo y ancho de las redes).

Esfuerzo de muestreo: El esfuerzo de captura se obtuvo multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

"m^2 de red x hora abierta= m^2 .h"

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

Numero de individuo/m2 de red x hora abierta =ind/m^2.h

2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto **"Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach"**, se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos "palpables", que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro 2. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	**1.** Presencia de personal
	2. Actividades de ahuyentamiento de flora y fauna
	3. Limpieza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos.
Construcción	**4.** Presencia de personal.
	5. Actividades de perforación y construcción del pozo de descarga
	6. Instalaciones de los equipos del sistema de tratamiento de aguas residuales

Operación y Mantenimiento	**7.** Operación de la planta de tratamiento
	8. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 8 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Emisión de gases y ruido por uso de la maquinaria de perforación.
- Cambios en el flujo disponible del agua por las actividades de descarga.

Solo algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 3. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire
	Hidrología
	Topografía
	Suelo
Medio biótico	Fauna
	Flora
Medio Socioeconómico	Residuos
	Infraestructura de servicios
	Salud humana
	Economía

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 4).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 5. Se detallan los indicadores ambientales por factor ambiental.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire	Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero	CO_2, NO_X, SO_2
		Generación de ruido	dB
Topografía	Modificación	Superficie de aprovechamiento	%
Suelo	Pérdida	Pérdida de suelo	m^3
	Compactación	Compactación del terreno	cm
Hidrología	Calidad del agua	Cambios de la calidad del agua por actividades de descarga de agua.	Parámetros de pH, temperatura, sólidos suspendidos, grasas, DBO, DQO, fosfatos, nitratos y coliformes fecales
Vegetación	Reducción	Cobertura vegetal	Superficie (m^2)

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
	Cambios en la abundancia	Pérdida de individuos de ejemplares de flora incluidas especies en alguna categoría de riesgo.	No. de ejemplares
Fauna	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluidas las especies en alguna categoría de riesgo	No. de ejemplares
	Hábitats para la fauna	Reducción del hábitat	Superficie (m^2)
Residuos	Generación	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Kg de residuos generados y de residuos que se reciclen.
		Generación de residuos peligrosos	Kg de residuos peligrosos
Demanda de infraestructura	Servicios	Demanda de energía eléctrica	Consumo KW/hora
Salud humana	Exposición a personas	Exposición a personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos	Generación de empleos	No. de empleos
	Derrama económica	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta de tratamiento.	$ Inversión por adquisición de insumos, pagos de derechos, etc.

d) Características de los indicadores.

A continuación, se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 6).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 6**.** Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
Medio abiótico	Aire	El municipio de Solidaridad a la fecha no presenta problemas de contaminación del aire por hidrocarburos, ya

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		que no hay abundantes fuentes que generen este tipo de gases. Así mismo, los hidrocarburos generados por el tránsito vehicular se dispersan con el viento. En el Sistema Ambiental hay pocas fuentes fijas de emisiones a la atmósfera provenientes de los desarrollos habitacionales y dos hoteles que se ubican sobre la Carretera Federal 307. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre la Carretera Federal 307, así como el que generan las personas que transitan por la zona. El lote de interés (AC-05) se encuentra dentro del Condominio Maestro Xpu-Ha Beach, y se mantienen con su vegetación natural. El Condominio Maestro desarrollará las obras generales autorizadas en todo el predio, por lo que se espera la emisión de gases y ruido provenientes de la maquinaria y de las personas.
	Topografía	El área de estudio se encuentra en la subprovincia denominada Carso Yucateco, la cual ocupa porciones del centro y Norte del estado de Quintana Roo, y está formada por una losa calcárea con presencia de karsticidad, pendiente descendente hacia el Oriente y al Norte hasta el nivel de mar. Presenta un relieve ondulado en el que alternan crestas y depresiones, con elevaciones máximas de 22 m.s.n.m en su parte Suroeste.
	Suelo	El municipio de Solidaridad en la mayor parte de su superficie presenta suelo de tipo Litosol como suelo primario. Con base a esta clasificación de suelo se puede observar que en el sistema ambiental se encuentran suelos tipo leptosoles. <u>Leptosol.</u> Del griego teptos, delgado. Del griego Lithos, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.
	Hidrología	El área de estudio presenta características cársticas, lo que permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales. Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en esta son de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		De acuerdo con el INEGI, los lotes donde se localizará el proyecto, se encuentran en una unidad geo hidrológica clasificada como material consolidado con posibilidades altas. **Material consolidado con posibilidades altas:** Esta unidad está constituida por calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recargas pluviales y subterráneas, la calidad de agua extraída es aceptable para el consumo humano (INEGI,2012).
Medio biótico	Flora	De acuerdo con la Caracterización del Sistema Ambiental se determinó que la cobertura de vegetación el que presenta mayor porcentaje de ocupación corresponde a la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un 68.84%, seguido de la vegetación de selva mediana subperennifolia con 24.87% y en menor proporción la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con 1.25%. En otros tipos de coberturas la que presenta mayor porcentaje de ocupación corresponde al uso urbano construido con 3.12%, seguido de brechas y caminos con 1.54%, áreas sin vegetación aparente con 0.26%, áreas desprovistas de vegetación con 0.11 % y finalmente cuerpos de agua con 0.01%. El lote en el que se pretende el desarrollo del proyecto está totalmente cubierto con vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia. Este factor se evaluó en función de la superficie total de remoción de la vegetación que sería de 0.319 Ha, correspondiente al área destinada para la instalación de la PTAR y su pozo de descarga. En el área de estudio se registró una especie enlistada en la Lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de Amenazada que corresponde a la palma nacax (*Coccothrinax readii*).
	Fauna	De acuerdo con la Caracterización de Fauna terrestre realizada en el predio del Condominio Maestro, se logró el registro de un total de 80 especies de fauna. El grupo más abundante fue el de las aves con 47 especies registradas, seguido de los mamíferos con 20 especies (incluyendo quirópteros) reptiles con 9 especies, y 4 especies de anfibios.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		En el área de estudio se identificaron 12 especies enlistadas en la Modificación del Anexo Normativo III, Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales una corresponde a una especie de anfibio, tres son de reptiles, seis de aves y 2 de mamíferos.
Medio social y económico	Residuos	De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, se registró que para el Estado de Quintana Roo la media de generación de residuos es de 0.87Kg/persona/día.
	Demanda de la infraestructura	La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, que será proporcionada por CFE. El promovente cuenta con factibilidad para realizar la conexión para el suministro de agua, por lo que el Condominio Maestro realizará las gestiones y conexiones necesarias. En la zona no hay conexión para la red de drenaje, de ahí que, se presenta esta MIA-P.
	Salud humana	Los riesgos a la salud se ven influenciado por el manejo de los residuos sólidos y peligrosos que se generen durante la construcción y operación de las obras.
	Economía	De acuerdo con el Anuario Estadístico del Estado Quintana Roo, en el 2015 en el Municipio de Solidaridad se contaba con 68 630 viviendas habitadas con 209 279 ocupantes. El documento Estado Actual de la Vivienda en México 2015, realizado por la Fundación Centro de Documentación e Investigación de la Casa A.C. (CIDOC) y la Sociedad Hipotecaria Federal, presenta información relativa a las políticas en materia de vivienda en el país. En ese estudio se señala que la demanda de vivienda en Quintana Roo asciende a 12 mil 912 viviendas. De acuerdo con el Anuario Estadístico del Estado Quintana Roo (2017), en el año 2013 había 223 unidades económicas del sector construcción con 7,520 personas

2.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que

provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.
Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc\ 5$ Expresión V.1

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

Incidencia = I – Imin / Imax – Imin Expresión V.2

Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

Imax= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 7. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	**Indirecto**: Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	**Directo:** el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
Acumulación (A)	**Simple**: Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	**Acumulativo:** Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	**Sinérgico:** Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando el efecto se produce en un ciclo anual	**Mediano:** el efecto se produce después de 5 años	**Largo:** Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
Reversibilidad del impacto (R)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de forma cíclica o recurrente.
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a

Atributos	Escala		
	1	2	3
	con sus características.		contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

De acuerdo con Gómez-Orea (2007) para los impactos positivos no se les asigna valor de reversibilidad y recuperabilidad, ya que estos valores carecen de sentido para estos impactos.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 8. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

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

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar los límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

3. METODOLOGÍA PARA DETERMINACIÓN DEL ESTUDIO GEOHIDROLOGICO

Método de trabajo

Para cumplir con los objetivos establecidos en este trabajo, se realizaron una serie de actividades de gabinete y de campo que se describen a continuación:

3.1. ACTIVIDADES DE GABINETE

- Formulación del modelo hidrogeológico
Esta actividad se realizó en dos etapas, en la primera etapa se realizó una recopilación y análisis de información existente, con la que se obtuvo un conocimiento de los límites del acuífero, sus mecanismos de recarga y descarga, la forma y trayectoria que puede seguir el agua en el subsuelo, así como las variaciones en la calidad del agua. Esto permitió establecer un modelo conceptual previo de funcionamiento hidrogeológico y realizar una zonificación aproximada del área de estudio para programar en forma preliminar las actividades de campo.

Dentro de la información recopilada se destaca el siguiente estudio:

• 2001, COPEI INGENIERIA. Inmobiliaria Puerto Bonito S.A. de C.V. Estudio geohidrológico para el proyecto Xpu-Ha Palace, estado de Quintana Roo.

Este estudio realizó varias actividades de campo (geofísica, verificación geohidrológica, perforaciones, análisis químicos y pruebas de aforo) para generar la información pertinente y poder establecer el modelo conceptual geohidrológico en la zona, el cual permitió determinar la interacción del acuífero continental y la intrusión del agua de mar, así como el comportamiento del ácido sulfhídrico.

Gran parte de sus comentarios y conclusiones han sido considerados o tomados como base para el desarrollo del presente trabajo.

La segunda etapa se llevó a cabo posteriormente a las actividades de campo y gabinete inicial. En esta etapa se procedió a la integración de resultados obtenidos en los recorridos de verificación hidrogeológica, perforación exploratoria, muestreo y análisis del agua subterránea.

Esto permitió determinar el espesor de los cuerpos de agua, la caracterización hidrogeoquímica y determinar las recomendaciones a seguir para una adecuada explotación del acuífero.

Finalmente, se integra un informe que contiene los aspectos técnicos necesarios para los trámites administrativos ante las autoridades correspondientes. El documento contiene la descripción de las actividades realizadas, los resultados obtenidos, así como las conclusiones y recomendaciones del estudio. El informe consta de una memoria técnica escrita, así como diversas tablas, gráficas, figuras y esquemas y planos que lo hacen claro y comprensible.

3.2. ACTIVIDADES DE CAMPO

Estas actividades se llevaron a cabo una vez formulado el modelo hidrogeológico con base en el análisis de la información existente.

- Verificación geológica e hidrogeológica de la zona

Desde el punto de vista geológico, los recorridos efectuados en campo permitieron identificar las unidades de roca que afloran en el área de estudio, se comprobaron en diversos afloramientos las litologías mencionadas en estudios previos; asimismo, se observaron las condiciones de fracturamiento y disolución de los macizos rocosos.

El reconocimiento hidrogeológico consistió en visitas a dos cenotes cercanos al área de estudio: Cenote Jardín del Edén y Cenote Kantun Chi. En estos sitios se tomaron mediciones directas del nivel del agua (profundidad del nivel estático), se tomó el dato de la Conductividad Eléctrica y Temperatura.

- Perforación exploratoria

Se realizó una perforación exploratoria (ver fotografía 14) de 32 metros de profundidad con diámetros de perforación de 5" y ademe ranurado en toda su extensión de 3". La perforación permitió identificar el tipo de materiales cortados, su dureza, presencia de cavidades, grado de aportación de agua y las variaciones en la calidad del agua subterránea a profundidad, este pozo de dejará como pozo de monitoreo para mediciones futuras.

La perforación permitió identificar los tipos de materiales cortados, su dureza, y presencia de cavidades. En la figura 4.1 se muestra la ubicación de esta perforación y en la Tabla 4.1 se incluyen los datos del sitio en donde se realizó la exploración.

CLAVE	UTMX	UTMY	NAF (m)	DIMATRO PERFORACION	DIAMETRO DE ADEME	PROFUNDIDAD TOTAL (m)
PM-1	472357	2265130	2.24	8"	PVC 4"	30.85

PM= Pozo de monitoreo



Figura 14. Vista general del equipo utilizado durante la perforación exploratoria

4. REFERENCIAS.

Arellano-Rodríguez, J.A., J.S. Flores Guido, J. Tun Garrido y M.M. Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense 20: 1–815.

Cabrera, E, M. Sousa y O. Téllez. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. México, DF: CIQRO-IB-Universidad Nacional Autónoma de México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2009. Restauración de ecosistemas forestales: guía básica para comunicadores. 63 p. Recuperado de http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/579Restauraci%C3%B3n%20de%20ecosistemas%20forestales.pdf el 30 de marzo de 2016.

CNA.- Gerencia de Aguas Subterráneas. (Subgerencia de Exploración Geohidrológica). 1991. Síntesis de las Condiciones Geohidrológicas del área de Cancún - Tulúm en el estado de Quintana Roo.

CONAGUA. 2020. Huracán “Zeta” del océano atlántico del 24 al 29 de octubre de 2020. Ciclones Tropicales 2020 Gerencia de Meteorología y Climatología Subgerencia de Pronóstico Meteorológico Centro Nacional de Previsión del Tiempo. Comisión Nacional del Agua.

COPEI INGENIERÍA, 2001 – 2002., Para: Inmobiliaria Puerto Bonito S.A. de C.V. Estudio geohidrológico para el proyecto Xpu-Ha Palace, estado de Quintana Roo.

Diario Oficial de la Federación de fecha 4 de septiembre de 2013. “Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo”.

Durán, R., G. Campos, J.C. Trejo, P. Simá, F. May Pat y M. Juan Qui. 2000. Listado Florístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, C.A. Mérida. Yucatán. 259 p.

Flores, J.S. e I. Carvajal. 1994. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 p.

Gómez Orea, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. 2008b. Estudios Realizados en el Acuífero Norte de Quintana Roo, México, p9-35. En Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. (Eds) Estudio

Geohidrológico del Norte de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de de hidrología subterránea Cancún F-16-08

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de de hidrología superficial Cancún F-16-08

INEGI. 2011. Guía para la interpretación de cartografía: edafología: escala 1:250,000: Serie II. – México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2002. Estudio Hidrológico del estado de Quintana Roo. 49 p.

MacKinnon, B y J. S. Flores. 2005. Plantas costeras que conservan las playas y alimentan las aves. Amigos de Sian Ka'an. 37 p.
Medina-Rangel, G.F. 2001. Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, Colombia. Revista de Biología Tropical, 50 (1).

Merino, M. y L. Otero, 1991. Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 80 p

MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (14 de noviembre de 2019), Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Y FE de erratas a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (4 de marzo de 2020).

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres. 2008. Recuperado del sitio web http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/decreto%202009/decreto_isla_mujeres_poet_21_mayo_08.pdf el 3 de m
arzo del 2016.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) –Instituto Nacional de Ecología (INE) 1998. Programa de Manejo Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. Recuperado de http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/173.pdf el 1 de marzo de 2016.

Pulido-Salas M.T. y L. Serralta-Peraza. Lista Anotada de Plantas Medicinales de Uso Actual en el Estado de Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo, México. 105p.

Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).

SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p.

SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.

Universidad de Quintana Roo (UQROO). 2005. Caracterización natural para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial del estado de Quintana Roo.