



# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



# 2019

EMILIANO ZAPATA

- 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, Bitácora número 23/MP-0134/03/19.
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el domicilio particular, RFC, número de teléfono celular y CURP de persona física, en página 9.
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. 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 de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **071/2019/SIPOT**, en la sesión celebrada el **11 de abril de 2019**.

VI. **Firma del titular:**

  
Biol. Araceli Gómez Herrera.

"CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR EL ARTÍCULO 84 DEL REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, EN SUPLENCIA, POR AUSENCIA DEL TITULAR DE LA DELEGACIÓN FEDERAL DE LA SEMARNAT EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, PREVIA DESIGNACIÓN, FIRMA EL PRESENTE LA JEFA DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL ZONA NORTE" \*

+OFICIO 01250 DE FECHA 28 DE NOVIEMBRE DE 2018.

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.

Boulevard Kukulcán Km. 4.8, Zona Hotelera, Cancún Quintana Roo, C.P. 77500.

Teléfono: (01998) 8 91 46 04

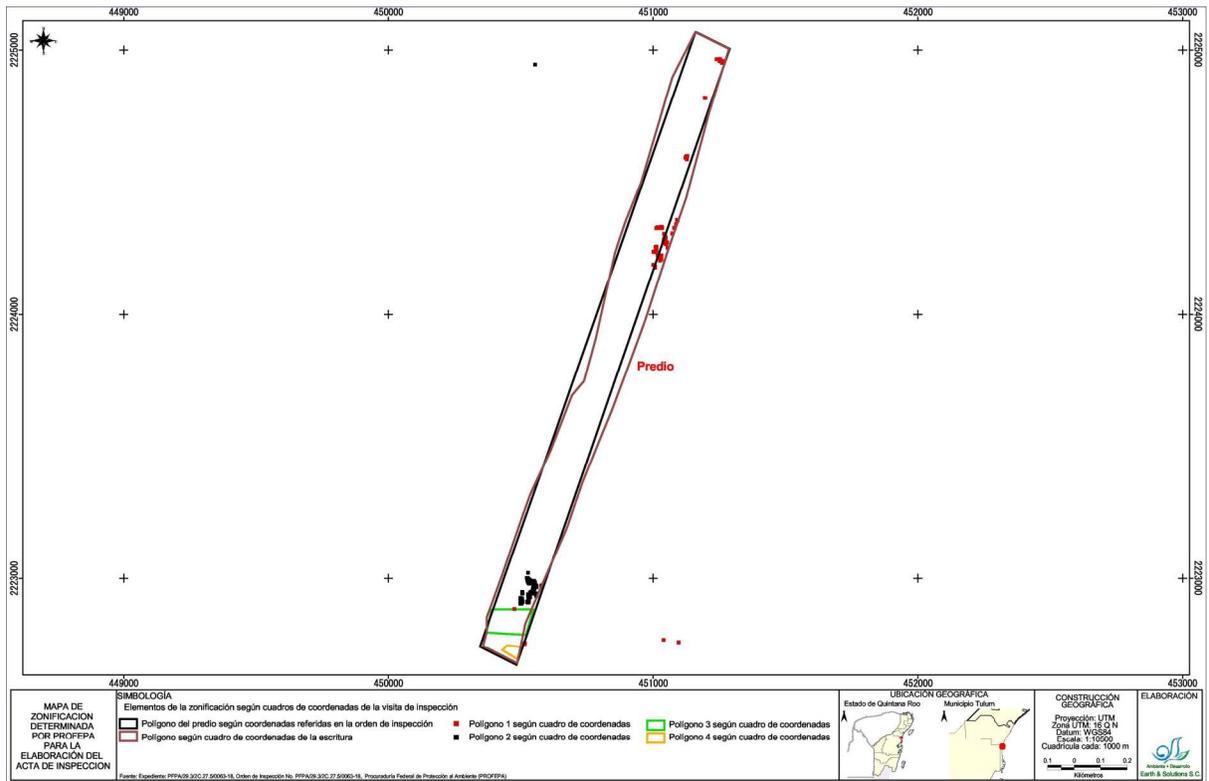
<https://www.gob.mx/semarnat>

## ANTECEDENTES

El 25 de abril del 2018, inspectores de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) se presentaron en el predio denominado Paso Capechen, en Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo, a realizar una inspección en materia de impacto ambiental, levantando el Acta de Inspección *PFPA/29.3/2C.27.5/0063-18* (**ANEXO 1**).

Derivado del procedimiento administrativo instaurado se emitió la Resolución 0199/2018 (**ANEXO 9** – Resolución), recibida por los promoventes el 5 de octubre del 2018.

Como se observa en el Acta de Inspección (**ANEXO 1**), al momento de la visita la PROFEPA describió en el Acta cuatro polígonos con obras. De estos, las obras de los polígonos 3 y 4 cuentan con los procedimientos administrativos *PFPA/29.3/2C.27.5/0063-18* y *PFPA/29.3/2C.27.5/0041-13*, tal como se establece en la página 33 de dicha Acta, por lo que no formaron parte de las obras sancionadas en la Resolución 0199/2018 (**ANEXO 9**). La PROFEPA sancionó las obras existentes en los polígonos 1 y 2 (Plano I.1).



Plano I.1. Mapa de zonificación determinada por la PROFEPA para la elaboración del Acta de Inspección.

Adicionalmente a lo manifestado en el párrafo que precede, es menester precisar que desde años atrás la superficie de las poligonales 3 y 4 citadas del predio inspeccionado fueron invadidas por terceras personas ajenas a mi representada, propietaria del inmueble visitado, por consiguiente, mi representada promovió demandas judiciales en contra de los presuntos invasores de dichas poligonales; por ende, se presenta un resumen y datos de los juicios que ha seguido Desarrollos Coco y Mar, S.A. de C.V. en contra de José Copertino Maas Mahla, conocido también como José Cupertino Mas Mahla o José Copertino Mas Mahla, por la posesión de una fracción del predio denominado Paso Capechen, en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Municipio de Tulum, Q. Roo y que a continuación se describe:

#### 1.- Juicio de Amparo

Con fecha veintinueve de diciembre de dos mil dieciséis, el Juzgado Quinto de Distrito con sede en la ciudad de Cancún, Q. Roo, admitió a trámite la demanda de amparo, radicada con el número de expediente 1758/2016-D-7, en contra de los actos del Juzgado Civil de Primera Instancia del Distrito Judicial de Playa del Carmen, Quintana Roo, consistente en la resolución, acuerdo, decreto o cualquier otro acto dictado u ordenado que pretendiera registrar, inmatricular, dividir, o afectar la titularidad registral del predio propiedad de la persona moral Desarrollos Coco y Mar, S.A. de C.V., sin que ésta haya sido notificada o emplazada debida y adecuadamente o haya sido parte del juicio o procedimiento, y que fuere tendiente a privarla de su propiedad, o de la titularidad registral o dominio respecto de la totalidad o cualquier porción de terreno del predio denominado "Paso Capecan", ubicado en la Delegación de Felipe Carrillo Puerto (actualmente Delegación de Cozumel) del territorio de Quintana Roo, hoy Municipio de Tulum (catastralmente identificado como predio "Paso Capchen", sin que haya sido oída y vencida en juicio no contencioso con expediente número 379/2015 del índice de ese Juzgado.

De igual modo, se reclamó los actos del Director General del Registro Público de la Propiedad y Comercio de Quintana Roo y del Delegado de del Registro Público de la Propiedad y Comercio de Playa del Carmen, Q. Roo, como anotación, tildación, cancelación, inscripción, inmatriculación o, registro de cualquier acto u operación relativa al predio que pueda afectar la propiedad, titularidad registral, el dominio, o que establezca algún gravamen sobre el predio.

Llevada la secuela procesal del juicio, el Juez de Distrito, en la Audiencia Constitucional del cuatro de mayo de dos mil diecisiete (autorizada el día 31), resolvió sobreseer el juicio de amparo. inconforme, con dicha resolución, la quejosa interpuso Recurso de Revisión, que fue admitido por el Tercer Tribunal Colegiado del Vigésimo Séptimo Circuito, en el Amparo en Revisión 294/2017, con fecha trece de julio de dos mil diecisiete.

Asimismo, y en sesión de trece de septiembre de dos ml diecisiete, el Tribunal Colegiado resuelve el recurso, otorgar el amparo y la protección de la justicia federal, contra los actos del Juzgado Civil de Primera Instancia del Distrito Judicial de Playa del Carmen, Q. Roo, para el efecto que dejare insubsistente todo lo actuado en el expediente 379/2015 a partir del emplazamiento y se repusiera el procedimiento con el embelesamiento de Desarrollos Coco y Mar, S.A. de C.V. Por otro lado, resuelve sobreseer el juicio de amparo, respecto a los actos reclamados del Registro Público de la Propiedad y Comercio.

Por lo que el Juez de Distrito se pronunció en cumplimiento, con fecha veintisiete de septiembre de dos mil diecisiete, concediendo el Amparo en los términos planteados por el Tribunal Colegiado de Circuito, donde la justicia de la unión ampara y protege a Desarrollos Coco y Mar, S.A. de C.V. en contra de actos del Juzgado Civil de Primera Instancia del Distrito Judicial de Playa del Carmen, Q. Roo, actos del actuario adscrito, para que se reponga el procedimiento y sea emplazado a juicio.

## 2.- Juicio Procedimiento no Contencioso de Inmatriculación Judicial

Expediente 379/2015

El Juzgado Civil de Primera Instancia del Distrito Judicial de Playa del Carmen, Q. Roo en acato a la sentencia de amparo, con fecha veintidós de noviembre de dos mil diecisiete, la Juez Civil de Primera Instancia del Distrito Judicial de Playa del Carmen, Q. Roo, Desarrollos Coco y Mar, S.A. de C.V., a través de su apoderada dio contestación a la demanda instaurada por el C. José Copertino Maas Mahla, negando la acción intentada, toda vez que el predio de la propiedad de mi representada, del cual se pretende la inmatriculación judicial forma parte del predio de mi representada, mismo que cuenta con antecedentes registrales correspondientes en el Registro Público de la Propiedad y Comercio. Por ello, no se cumple con el requisito primordial de la acción de inmatriculación judicial, que es que el bien inmueble carezca de inscripción o antecedentes registrales en el Registro Público de la Propiedad y Comercio.

Además, el predio Paso Capechen II (porción del terreno del predio denominado Paso Capechen, del cual se pretende la inmatriculación judicial forma parte del predio de mi representada por la demanda instaurada por el C. José Copertino Maas Mahla) no se encuentra inscrito a favor de persona alguna en el Registro Público de la Propiedad y Comercio, puesto que dicho predio como tal no existe, ya que dicho predio se encuentra dentro la extensión superficial del inmueble que es propietaria y titular registral la persona moral Desarrollos Coco y Mar, S.A. de C.V, siendo este el predio denominado "Paso Capecan", ubicado en la Delegación de Felipe Carrillo Puerto (actualmente Delegación de Cozumel) del territorio de Quintana Roo, hoy Municipio de Tulum (catastralmente identificado como predio "Paso Capechen").

Asimismo, se demandó, en vía recomendación, la reivindicación de esa fracción del predio, de la que el C. José Copertino Maas Mahla ostenta la posesión; la restitución física y material de la misma y el pago de daños y perjuicios ocasionados.

El Juez, en la secuela procesal, señaló a las 12.30 horas del catorce de diciembre de dos mil diecisiete, para la celebración de la Audiencia de Conciliación, a la que no asistió la parte actora, por lo que no fue posible avenir a las partes a un arreglo, pese a la comparecencia de la demandada, la persona moral Desarrollos Coco y Mar, S.A. de C.V.

Para el veinticinco de enero de dos mil dieciocho, fue señalada la fecha para el desahogo de la Audiencia de Depuración Procesal, a la que no asistieron las partes, por lo que, habiéndose declarado abierta, se depuró el procedimiento, ordenándose la apertura del juicio a prueba, por el término común de diez días hábiles. Por lo que fueron ofrecidas las pruebas por ambas partes, con fecha trece de marzo de dos mil dieciocho, fueron admitidas las que, a consideración de la Juez, conforme a Derecho, son admisibles, fijándose el día tres de mayo del

mismo año (en el que se desahogaron las testimoniales ofrecidas por el C. José Copertino Maas Mahla, así como su propia confesional), y posteriormente diferida para el treinta del mismo mes y año (en la que se desahogaron las testimoniales ofrecidas por la persona moral Desarrollos Coco y Mar, S.A. de C.V.), la Audiencia de Ley, por ello se desahogaron en favor de “Desarrollos Coco y Mar” S.A. de C.V. las testimoniales a cargo de Nelsy Ruselby Puc May y Cinthia Guadalupe Fariás Velázquez, así como las documentales por su propia y especial naturaleza, quedando pendientes las pruebas periciales y la inspección judicial por no estar debidamente preparadas.

Con fecha 06 de junio de 2018, se giraron diversos oficios para el Municipio de Tulum, y diera contestación de a nombre de quien aparece el predio “Paso Capechen”.

Con fecha 15 de junio de 2018, se promovió recurso de apelación en contra de lo dictado en la audiencia de la misma fecha porque el Ingeniero Rafael Antonio Bernardo Espinosa no rindió su dictamen tal y como se le ordenó en auto del 06 de junio de 2018.

Se señaló como nueva fecha de audiencia el día 17 de diciembre del año 2018, para que tenga verificativo la continuación de la audiencia de pruebas, audiencia que fue diferida por no estar debidamente preparada, señalando de nueva cuenta el 04 de febrero de 2019 para que tenga verificativo, sin embargo al ser día inhábil se dirigió para el día 13 de marzo del año 2019 a las 10:30 am.

Se anexa al presente estudio en formato digital, dentro de la carpeta ARCHIVOS ELECTRÓNICOS, el archivo “Últimas actuaciones Expediente 379/2015 del Juicio del Procedimiento No Contencioso de Inmatriculación Judicial”.

Retomando la Resolución 0199/2018 emitida por la PROFEPA, la autoridad ordena en su Considerando VIII, como medida correctiva TRES, lo siguiente:

*En el caso de tener interés en la continuidad de las construcciones, obras e instalaciones en el **polígono 1** sobre una superficie total inspeccionada de **363,248.92 m<sup>2</sup>** y del **polígono 2** sobre una superficie total inspeccionada de **7,683.00 m<sup>2</sup>**, ambos que se desarrollan en el predio denominado “Paso Capechan” y/o “Paso Copchen”, entre las coordenadas UTM 16 Q, X1=450486, Y1=2222678, X2=450357 Y2=2222744, X3=451159, Y3=2225067, X4=451286, Y4=2225004, con referencia al Datum WGS84, región 16, México, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, que se llevó a cabo en un ecosistema de **Duna Costera con vegetación de Matorral Costero, Selva Mediana Subperennifolia, Ecotono conformado con la presencia de vegetación de matorral costero y humedal y humedal costero con presencia de manglar**, lo cual se advirtió durante la visita de inspección de fecha veintiseis de abril del dos mil dieciocho, y que se circunstanció en el acta de inspección número PFFPA/29.3/2C.27.5/0063-18, por ende para la permanencia de las mismas, deberá sujetarlas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental para la operación de las mismas, expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en términos de lo previsto en los artículos*

*28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y 5 del Reglamento de dicha Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.*

(...)

Con base en lo anterior y para obtener la autorización referida, se somete a evaluación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular sobre las obras en operación, así como para obras adicionales que la promovente pretende desarrollar en su momento como parte del proyecto que ha denominado “Campamento Ka’an” .

El estudio se encuentra organizado con base en la *Guía para la Elaboración de Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Turístico Modalidad Particular*.

## CAPÍTULO I

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

## DATOS GENERALES

### 1. DEL PROYECTO

#### 1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

CAMPAMENTO KA'AN

#### 1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El predio motivo de este estudio se ubica el predio "Paso Capechen", dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo.

#### 1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Se prevé un tiempo de vida útil de 50 años, pero definitivamente por la ubicación del sitio en una zona de alta incidencia de eventos meteorológicos que podrían afectarla, como los huracanes, y por la naturaleza de las obras proyectadas que son de carácter rústico, este periodo puede variar dependiendo del mantenimiento que reciba la infraestructura.

#### 1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

En el apartado de anexos se presentan copias de los siguientes documentos:

- Escritura Pública 91,223, de fecha 3 de diciembre del 2013, firmada ante la fe del Lic. Pedro del Paso Regaert, titular de la Notaría Pública No. 65 de la Ciudad de México (**ANEXO 2**).
- Escritura Pública 43,351, de fecha 21 de Octubre de 2013, firmada ante la fe del Lic. Enrique Agustín Martínez Salgado, Notario Público Número 3 del Estado de México (**ANEXO 3**).
- Escritura Pública 40,497, de fecha 24 de Febrero de 2017, firmada ante la fe del Lic. Fernando Dávila Rebollar, Notario Público Número 235 de la Ciudad de México (**ANEXO 4**).



### **3. DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR**

#### **3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

Earth & Solutions, S.C.

#### **3.3 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES**

EAS110505617 (**ANEXO 7**).

#### **3.4 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO**

M. en C. Yadira Elisa Romero Gutiérrez

#### **3.5 CÉDULA PROFESIONAL**

1465273 (**ANEXO 7**).

#### **3.6 DIRECCIÓN Y TELÉFONO DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO**

Mar Egeo No. 24 Mza 05 SM 500 Fraccionamiento Malibú  
Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, C.P. 77506

Teléfono: 01 (998) 206 11 84

## **CAPÍTULO II**

# **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

## INDICE

II.1	Naturaleza del proyecto	3
II.2	Objetivos	3
II.3	Selección del sitio	4
II.4	Ubicación física del proyecto y planos de localización	5
II.5	Inversión requerida	5
II.6	Dimensiones del proyecto	8
II.6.1	Obras sancionadas por la PROFEPA	8
II.6.2	Descripción del proyecto propuesto	18
II.7	Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias	22
II.8	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	22
II.9	Características particulares del proyecto	27
II.9.1	Rescate de vegetación y fauna	27
II.9.2	Construcción	28
II.9.3	Operación	30
II.10	Programa General de Trabajo	31
II.11	Requerimientos de personal, maquinaria, equipo y materiales	32
II.12	Etapas de abandono del sitio	33
II.13	Utilización de explosivos	33
II.14	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	33

## II.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

Los promoventes pretenden desarrollar un proyecto turístico de muy bajo impacto, consistente en un campamento recreativo temporal<sup>1</sup> y áreas asociadas, ubicado dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

El concepto que se maneja es el primero de este tipo dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Se trata de un campamento que albergará 20 tiendas de campaña como máximo con capacidad para dos personas cada una, con elementos como sistemas biodigestores-humedales artificiales, celdas solares, área de huerto y compostaje, entre otros componentes amigables con el ambiente.

Este proyecto pretende sumarse a la oferta existente en la región, contribuyendo a la promoción del destino turístico como uno de los más importantes del país, promoviendo una experiencia que propiciará la convivencia armoniosa del usuario con el ambiente, despertando sus sentidos y conectándolo con el entorno físico y sensorial.

## II.2. OBJETIVOS

### Objetivo general

Desarrollar un proyecto turístico de bajo impacto que permita la convivencia armónica con los recursos naturales de la zona, fomentando y propiciando su preservación.

### Objetivos específicos

1. Obtener la autorización de impacto ambiental para el desarrollo de las obras que tiene el interés en mantener y cumplir con lo establecido en el Considerando VIII, medida correctiva TRES, de la Resolución 0199/2018, que establece que para la permanencia de las obras inspeccionadas por la PROFEPA: *“deberá sujetarlas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental para la operación de las mismas”*.

---

<sup>1</sup> Campamento recreativo temporal: sitio destinado a actividades de pernocta temporal, no mayor a 15 días por grupo. No se permite la construcción o instalación de infraestructuras permanentes para albergar o dar servicios (Glosario Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an – POESK-, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 14 de mayo de 2002).

2. Obtener la autorización de impacto ambiental para obras adicionales a las sancionadas por la PROFEPA que el promovente desea mantener, las cuales en conjunto conforman el proyecto Campamento Ka'an.
3. Participar en el desarrollo tanto a nivel local como regional de manera integral, tomando como ejes articuladores los aspectos económicos, sociales y ambientales del sitio.
4. Generar empleos temporales y permanentes, mediante la ejecución de todas las etapas del proyecto.
5. Cumplir con la normatividad ambiental vigente para la zona donde se pretende el desarrollo del proyecto.

### II.3. SELECCIÓN DEL SITIO

La selección del sitio para el desarrollo del proyecto, se justifica en lo siguiente:

- ✓ El predio denominado Paso Capechen es propiedad de los promoventes del proyecto.
- ✓ La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an es adecuada para desarrollar proyectos que promueven experiencias sensoriales para disfrutar de la naturaleza.
- ✓ El tipo de turismo al que se enfoca el proyecto es el mismo que busca espacios para el disfrute de la belleza escénica en un contexto del respeto por la naturaleza y es empático con acciones de conservación de recursos.
- ✓ La zona del predio donde se propone el proyecto fue usada desde hace muchos años por los visitantes de la Reserva para acampar y constituye una plantación de coco abandonada, por lo que el área de encuentra afectada.
- ✓ El sitio cuenta con vías de acceso establecidas, por lo que no se requiere la apertura de nuevas vías de comunicación.
- ✓ Las actividades realizadas y por realizar no contravienen los instrumentos jurídicos ambientales aplicables al predio.

## II.4. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

El proyecto “**Campamento Ka'an**”, pretende ubicarse en el predio denominado Paso Capechen, en Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo.

El Lote es propiedad de la empresa Desarrollos Coco y Mar, S.A. de C.V., tal como se establece en la Escritura Pública No. 91,223 (**ANEXO 2**).

La superficie del predio de acuerdo a la referida escritura de propiedad es de 398,500.00 m<sup>2</sup> (39.85 ha), por lo que sobre esta superficie se realizó la conceptualización del proyecto, así como los planos y análisis que se presentan en esta manifestación de impacto ambiental.

Las colindancias del lote de acuerdo a la Cédula Catastral (**ANEXO 8**) son las siguientes:

Cuadro II.1. Medidas y colindancias del predio Paso Capechen.

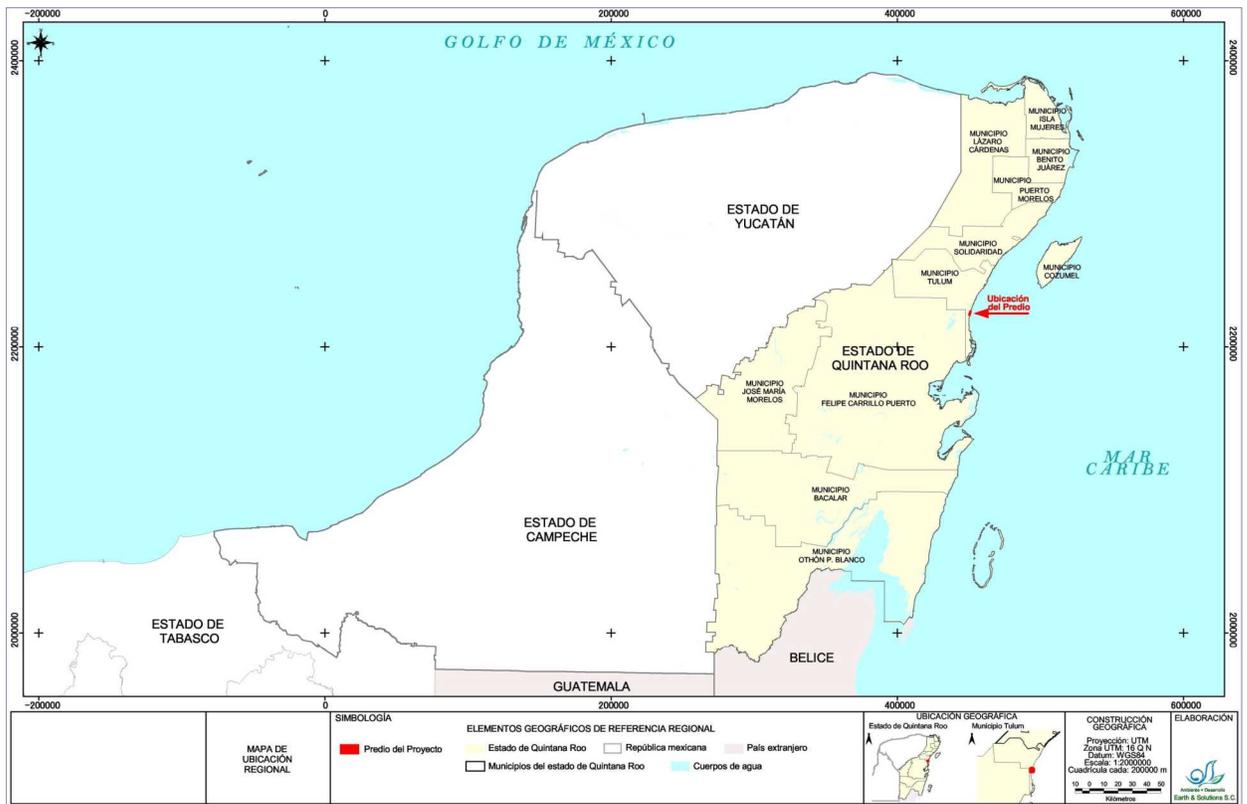
Paso Capechen	LINDERO	COLINDANCIAS
	Norte	144.00 m con Luis González Rivero
	Sur	142 m con Luis González Rivero
	Este	2,463 m con Zona Federal Marítimo Terrestre
	Oeste	2,471 m con Zona de Manglares

Los vértices del predio se muestran en el Plano II-3 y se presentan en el CD que acompaña este estudio, en formato Excel 97-2000.

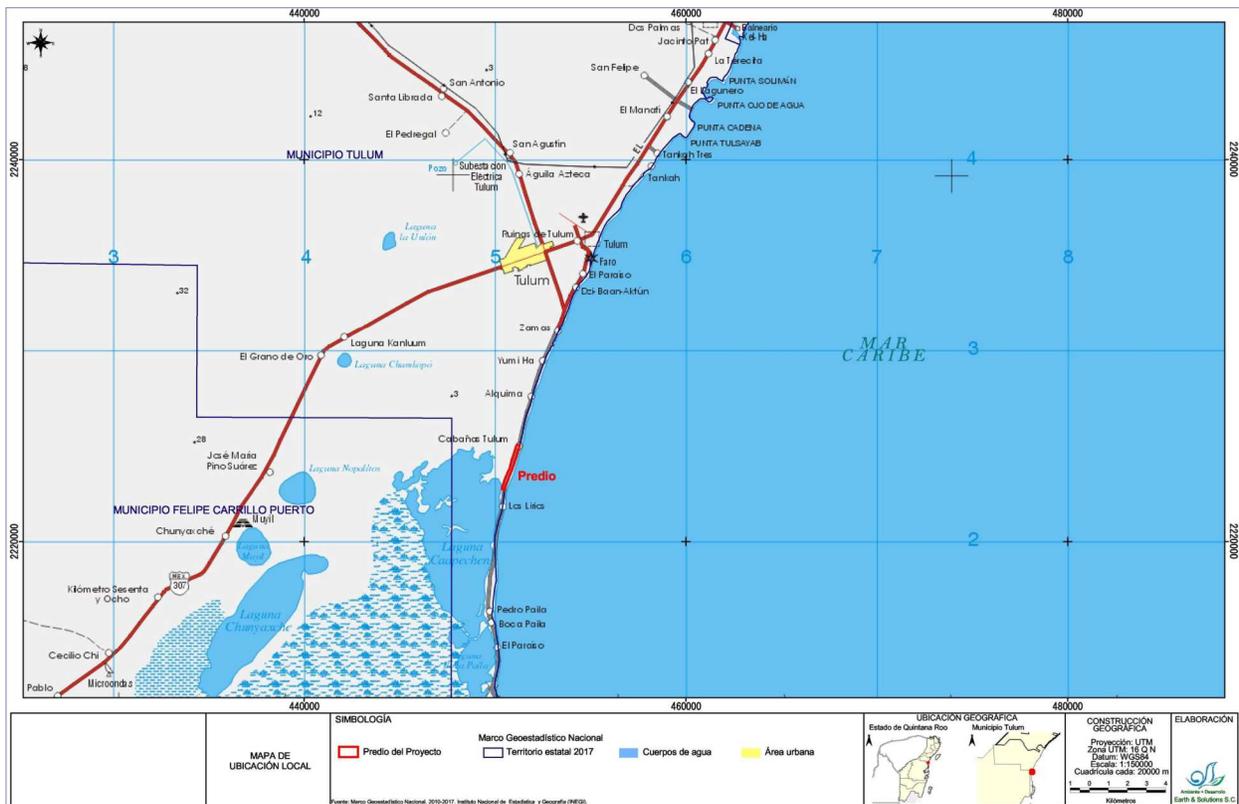
## II.5. INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión programada para la construcción del proyecto es de aproximadamente dos millones de pesos. El periodo estimado de recuperación del capital es de 15 años.

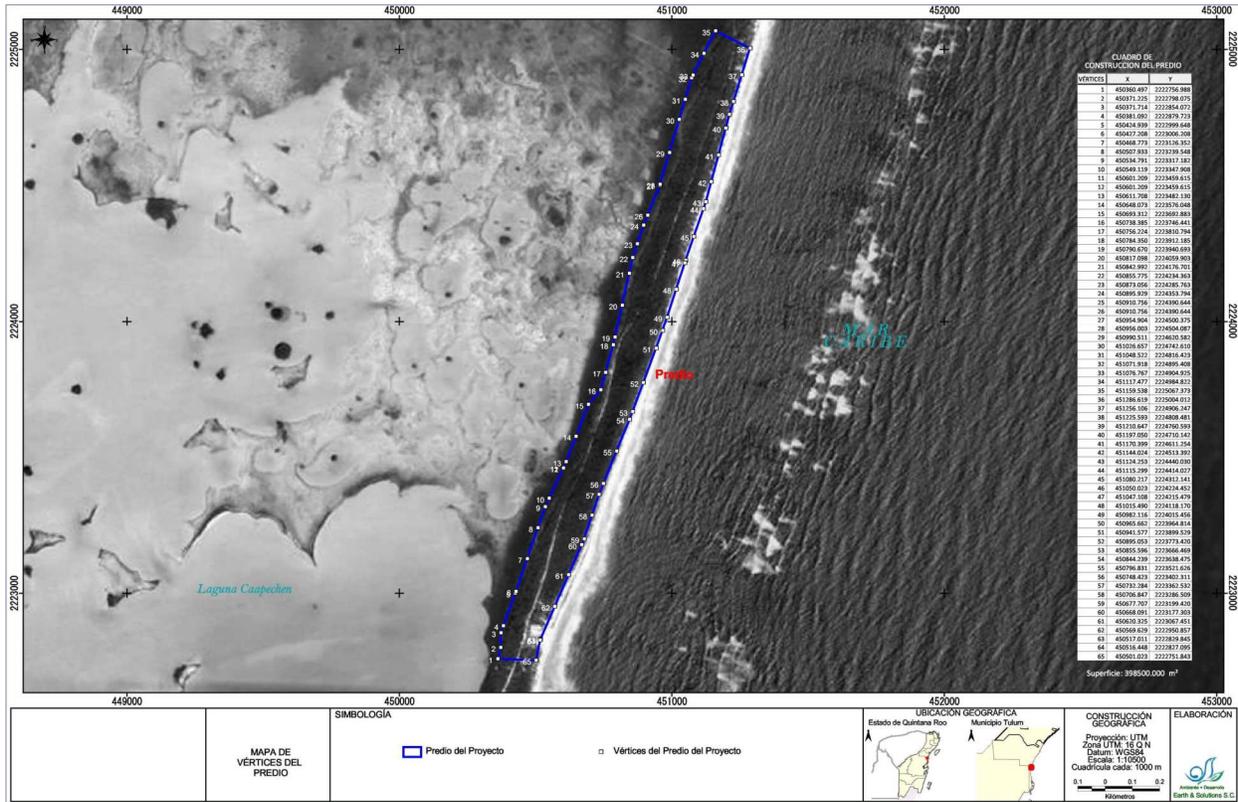
Dentro del monto de esta inversión, se tiene contemplada una partida de \$ 40,000.00 para la implementación de las medidas de prevención y mitigación que se proponen, misma que corresponde a 2% del monto de la inversión.



Plano II-1. Ubicación regional del predio Paso Capechen.



Plano II-2. Ubicación local del predio Paso Capechen.



Plano II-3. Polígono con coordenadas UTM Datum WGS84.

## **II.6. DIMENSIONES DEL PROYECTO**

El proyecto Campamento Ka'an integra obras que actualmente se encuentran en operación y otras que aún no se desarrollan; todas las obras y actividades del proyecto se concentran en la porción sur de la propiedad.

Debido a que las obras actualmente en operación fueron realizadas sin autorización en materia de impacto ambiental, la PROFEPA instauró un procedimiento administrativo y emitió la Resolución 0199/2018 (**ANEXO 9**). Todas las obras sancionadas se ubican en dos áreas del predio a las que la PROFEPA denominó Polígono 1 y Polígono 2.

En el Polígono 1, se encuentran en su mayoría estructuras en desuso que no forman parte del proyecto Campamento Ka'an, por lo que serán desmanteladas paulatinamente.

En el Polígono 2 se encuentran las obras en operación y es el área donde se proyecta desarrollar las obras complementarias del Campamento Ka'an.

En este capítulo se describen las obras que integran el proyecto Campamento Ka'an y para mayor claridad se incluye un apartado que detalla las obras sancionadas por la PROFEPA.

### **II.6.1 OBRAS SANCIONADAS POR LA PROFEPA**

Con el objetivo de describir y ubicar las obras, la PROFEPA clasificó la superficie total de los predios en 4 polígonos, de los cuales el 1 y 2 son los que albergan las obras sancionadas, en tanto que los polígonos 3 y 4 quedan fuera del procedimiento por las razones legales expuestas en los antecedentes de este estudio (Ver ubicación geográfica de los polígonos en los que la PROFEPA organizó la superficie del predio en el plano I.1).

En los planos II.4, II.5 y II.6 se muestra la ubicación geográfica de las obras sancionadas. Cabe señalar que para los polígonos 1 y 2 la PROFEPA no asentó sus coordenadas de construcción, sin embargo si los distinguió mediante el agrupamiento y mención de las obras que se encontraron en cada uno de ellos, lo cual puede apreciarse en dichos planos.

En los cuadros II.2 y II.3 que se presentan a continuación, se transcriben las obras y superficies de los polígonos 1 y 2 que fueron sancionadas por la PROFEPA, tal y como son descritos por dicha autoridad. En suma se tiene una superficie total de obras sancionadas de 2012.80 m<sup>2</sup>, de los cuales 1093.81 m<sup>2</sup> se ubican en el Polígono 1, en tanto que 918.99 m<sup>2</sup> se encuentran en el Polígono 2.

Es importante aclarar que al respecto de las obras del Polígono 2 la PROFEPA refiere una superficie total de obras de 825.99 m<sup>2</sup>, sin embargo al sumar cada una de las superficies enlistadas por la PROFEPA el resultado es de 918.99 m<sup>2</sup> para dicho polígono.

Cuadro II.2. Obras y superficies del Polígono 1 sancionadas por la PROFEPA (**Acta de Inspección PFFPA/29.3/2C.27.5/0063-18**)

No	Obras sancionadas en el Polígono 1	Superficie establecida en el Acta de Inspección (m <sup>2</sup> )
1	Una cabaña con paredes de concreto armado, techo de zacate y deck de madera	95.6117
2	Una base en forma de cruz hecha con block, sobre la cual se localiza un rotoplas de 450 litros	16.11
3	10 palapas tipo sombrilla, construidas de madera dura de la región y techo de zacate, las cuales cuentan con un diámetro de 3.00 metros cada uno	47.124
4	Tres techumbres, construidas de madera dura de la región y techo de zacate	12.5606
5	Una palapa de madera dura de la región y techo de zacate	30.36
6	Una palapa de madera dura de la región y techo de zacate	38.40
7	Una palapa de madera dura de la región y techo de zacate	12.00
8	Una cabaña con paredes de concreto armado, techo de zacate y deck de madera	88.89
9	Una palapa de madera dura de la región y techo de zacate	16.00
10	Una estructura de palapa de madera dura de la región con techo parcialmente cubierto de zacate y la estructura de la palapa con postes de madera dura de la región	41.2
11	Baño de palafitos con techo y paredes de zacate	4.00
12	Un rotoplas negro con tubería de PVC	0
13	Una cabaña de concreto con revestimiento en el exterior de madera dura de la región	126.1327
14	Una bodega de block y techo de bovedilla	24.1524
15	Dos casetas de vigilancia de dos niveles (una de 28.2102 m <sup>2</sup> y otra de 10.0100 m <sup>2</sup> )	28.2102
16	Una palapa construida sobre palafito	18.9953
17	Un sistema de tratamiento de aguas residuales	10.00
18	Una estructura de madera dura de la región	15.49
19	Vestigios de un sistema de tratamiento de aguas residuales	4.00
20	Una palapa	12.18
21	Vestigios de una estructura de madera dura de la región	18.500
22	Una palapa	141.6795
23	Una palapa	13.6405

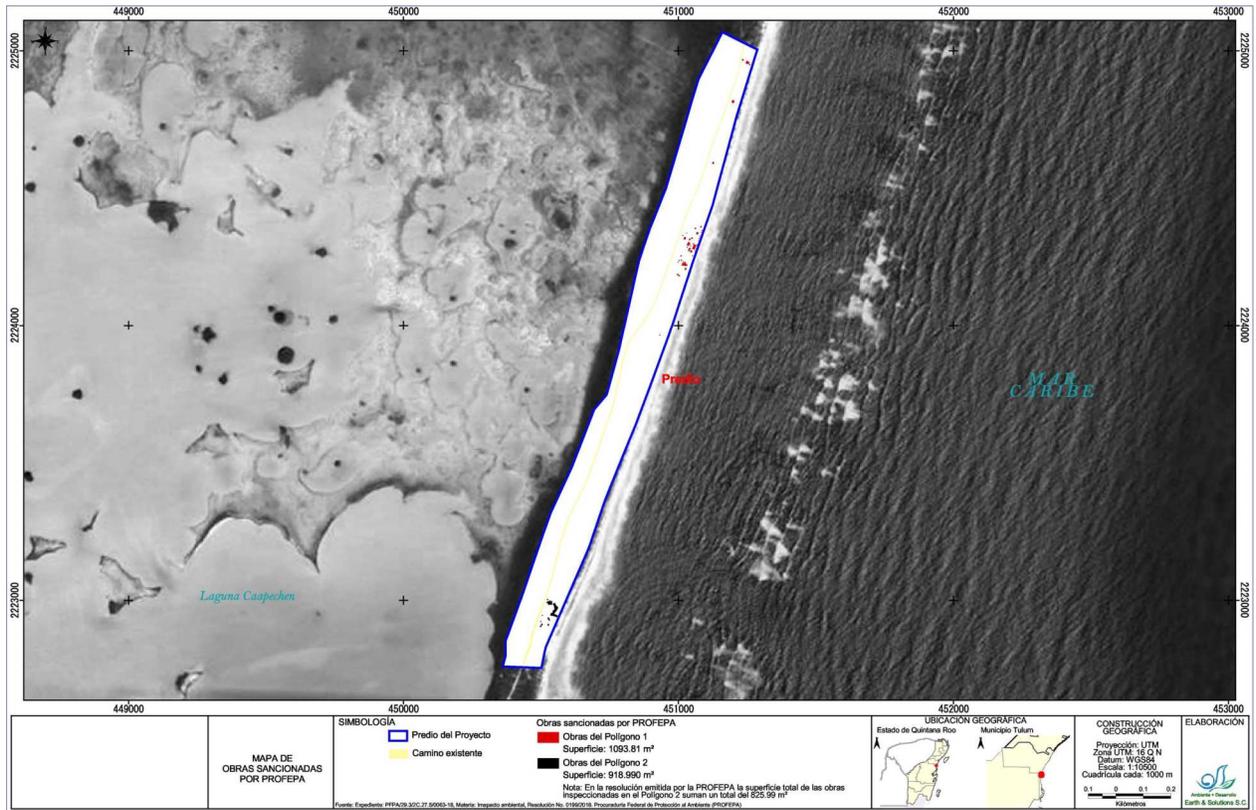
No	Obras sancionadas en el Polígono 1	Superficie establecida en el Acta de Inspección (m <sup>2</sup> )
24	Una techumbre de palapa	12.500
25	Una antena para radio	4.00
26	Un sistema de tratamiento de aguas residuales	21.00
27	Una palapa o bodega	13.89
28	Un área de asador o zona de parrilla	30.6695
29	Un asoleadero	16.88
30	Una palapa construida sobre palafito	44.3008
31	Una palapa	65.3063
32	Un pozo	7.758
33	Una palapa de vigilancia	9.8347
34	Un área de regaderas	6.0198
35	Un sistema de tratamiento de aguas residuales	46.4155
	<b>TOTAL</b>	<b>1,093.8115</b>

Cuadro II.3. Superficies de las obras sancionadas por la PROFEPA en el Polígono 2.

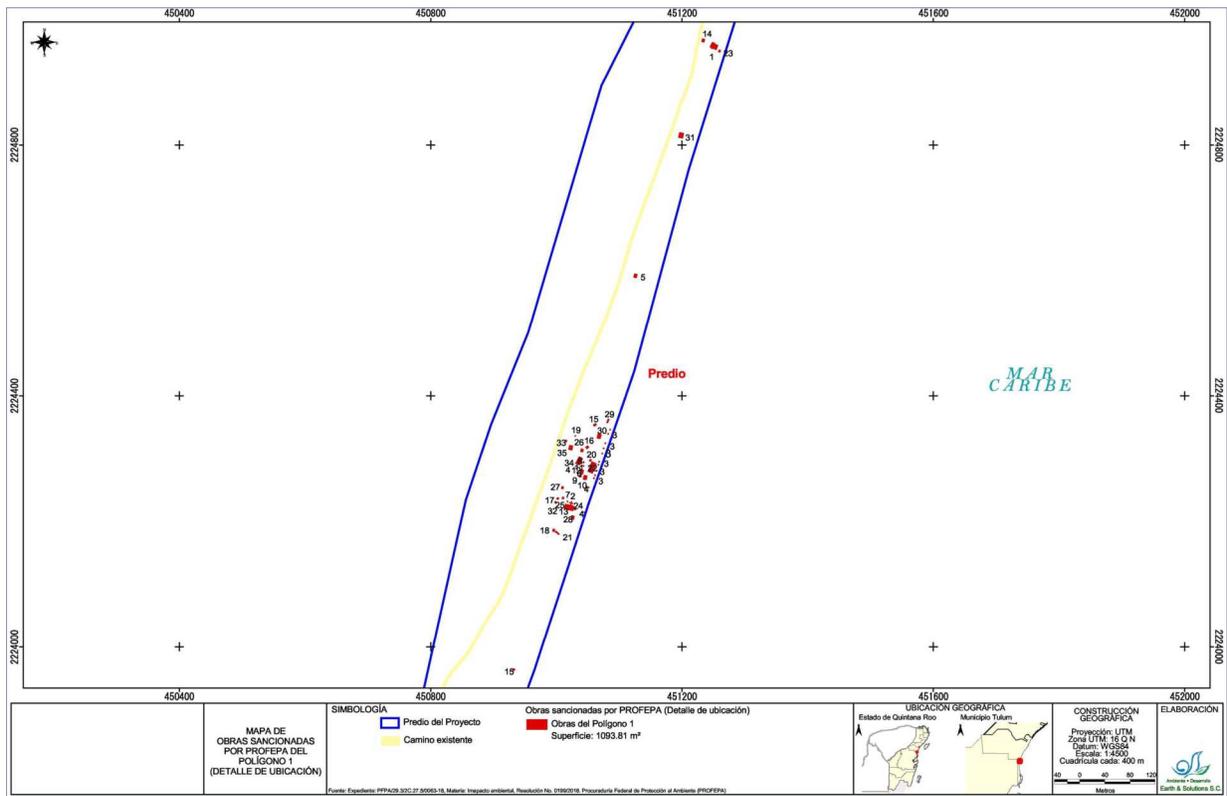
No	Obra	Superficie establecida en el Acta de Inspección (m <sup>2</sup> )
1	Un área de bodega, construida de madera de triplay sencilla y con techo de triplay con una pequeña terraza la cual se encuentra con una pendiente techada con palmas de coco que a decir del visitado es donde guardan las herramientas de mantenimiento	6.58
2	Cinco bungalós, en forma de tienda de material de lona y vinil anclados al sustrato arenoso con cuerdas	106.4
3	Un asoleadero de descanso, área de comensales y cocina elaborado de bambú entretejido el cual se encuentra cubierto de tapetes de yute, dicha estructura se encuentra amarrada con sogas a los troncos de las palmeras de coco	591.00
4	Una palapa – bodega, elaborada de madera de triplay con espejos y techo de zacate	5.51
5	Un área de baños, elaborada con postes de bambú y palizada. Los baños de hombres cuentan con 4 migitorios (lado izquierdo) y una regadera y los baños para mujeres cuentan con 4 inodoros (lado derecho) y una regadera	93.00
6	Cuatro depósitos rotoplas, los cuales funcionan para la contención de las aguas residuales generadas en el restaurante, enterrados a 2.00 m de profundidad aproximadamente	93.00

No	Obra	Superficie establecida en el Acta de Inspección (m <sup>2</sup> )
7	Tres depósitos rotoplas , enterrados a una profundidad aproximada de 0.30 m, los cuales funcionan para el almacenamiento del agua potable suministrada por servicios de pipas	7.25
8	Una palapa donde se encuentra la planta o generador de electricidad, elaborada con postes de bambú y techo de zacate	9.28
9	Una caseta de vigilancia, del lado sur del portón de acceso sobre un deck de madera sin techo con paredes de madera tratada y barnizada	6.97
	<b>TOTAL</b>	<b>918.99*</b>

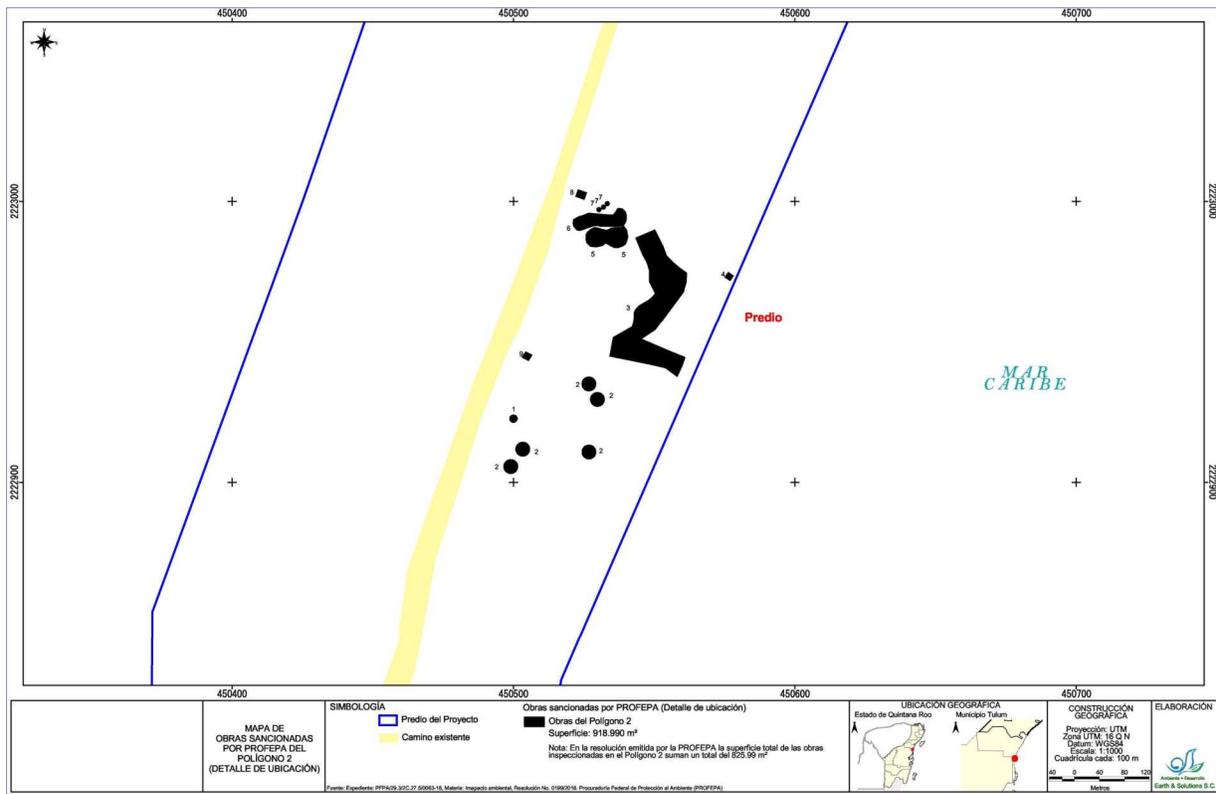
\*La superficie total resultante sumando las superficies por obras que estableció la PROFEPA en la Resolución 0199/2018 es mayor a los 825.99 m<sup>2</sup> que le resultó a la autoridad de la sumatoria de las mismas.



Plano II-4. Ubicación de las obras sancionadas por la PROFEPA en los Polígonos 1 y 2.



Plano II-5. Ubicación de las obras sancionadas por la PROFEPA en el Polígono 1.



Plano II-6. Ubicación de las obras sancionadas por la PROFEPA en el Polígono 2.

### Polígono 1.

Las obras existentes en el Polígono 1, tal como se indica en el Acta de Inspección pfp/29.3/2C.27.5/0063-18 (**ANEXO 1**), se encuentran en desuso. No se pretende utilizarlas y por ello serán desmanteladas progresivamente.

Con excepción de una pileta y una alberca, las obras corresponden a estructuras temporales con techos y paredes de madera, zacate y hojas de palma. Las siguientes fotografías muestran algunas de las obras referidas.



Imágenes 1 a 6. Zonas correspondientes al Polígono 1.





Imágenes 7 a 14. Áreas del Polígono 2.

## **Polígono 2.**

Las obras sancionadas en este Polígono pretenden rehabilitarse y además en esta zona se pretenden desarrollar obras adicionales cuya operación conjunta constituye el proyecto Campamento Ka'an.

Las imágenes siguientes muestran las áreas donde se localizan las obras sancionadas y su aspecto actual.

### **II.6.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO PROPUESTO.**

El proyecto *Campamento Ka'an* se proyecta en su totalidad bajo la sombra de la antigua plantación de palmeras de coco, remodelando las obras ya existentes descritas por la PROFEPA dentro de su Polígono 2, y adicionando otras nuevas. Todas las obras están conceptualizadas, todas ellas conformadas con materiales no permanentes como madera, tallos de bambú, zacate, lonas y estructuras de aluminio, es decir predominantemente rústicas y de muy bajo impacto. La superficie total de las obras suma 3,892.864 m<sup>2</sup>, dentro de un área general de 8,695.931 m<sup>2</sup> ubicada en la porción sur del predio.

En el siguiente cuadro se desglosan las obras que integran el proyecto Campamento Ka'an, indicando sus superficies, en tanto que en la imagen II.15 y el Plano II.7 se puede observar el arreglo espacial que se pretende.

Cuadro II.4. Elementos y superficies del proyecto *Campamento Ka'an*.

ELEMENTOS	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Altar	5.741
Cocina	97.880
Restaurante con cubierta de bambú	249.207
Caseta	20.533
Almacén	18.550
Área de generador eléctrico	23.394
Baños área de campamento	44.221
Área de estacionamiento 1	75.083
Área de estacionamiento 2	72.641
Torre mirador	82.506
Bar	10.326
Área de lavado	18.550
Baño hombres área de restaurante	30.701
Baño mujeres área de restaurante	36.832
Biodigestor 1	0.786
Biodigestor 2	0.786
Biodigestor 3	1.767
Pozo de extracción de agua	0.785
Área de maniobras para cisternas	11.022
Cisterna de agua 1	2.543
Cisterna de agua 2	2.543
Cisterna de agua 3	2.543
Huerto	70.055
Área jardinada	81.317
Humedal 1	34.387
Humedal 2	60.000
Área de campamento	2838.165
<b>TOTAL</b>	<b>3,892.864</b>

El Área de Campamento constituirá una zona delimitada, de 2,838.165 m<sup>2</sup>, que podrá albergar como máximo 40 usuarios en 20 tiendas de campaña, es decir, con capacidad para dos personas cada una.

En el plano II.6 pueden observarse también cuatro senderos que permitirán el acceso a la playa, los cuales tendrán 1.5 m de ancho en cumplimiento al criterio MAE-17 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an que establece que: *Al interior de los predios, no se permite la remoción de la vegetación natural en*

*el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 m de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zigzag si son perpendiculares a la costa. Se permiten los andadores elevados. La forma propuesta de los senderos se determinó considerando que la dirección de los vientos en esa zona soplan desde el Sureste y en algunas temporadas desde el Noreste.*

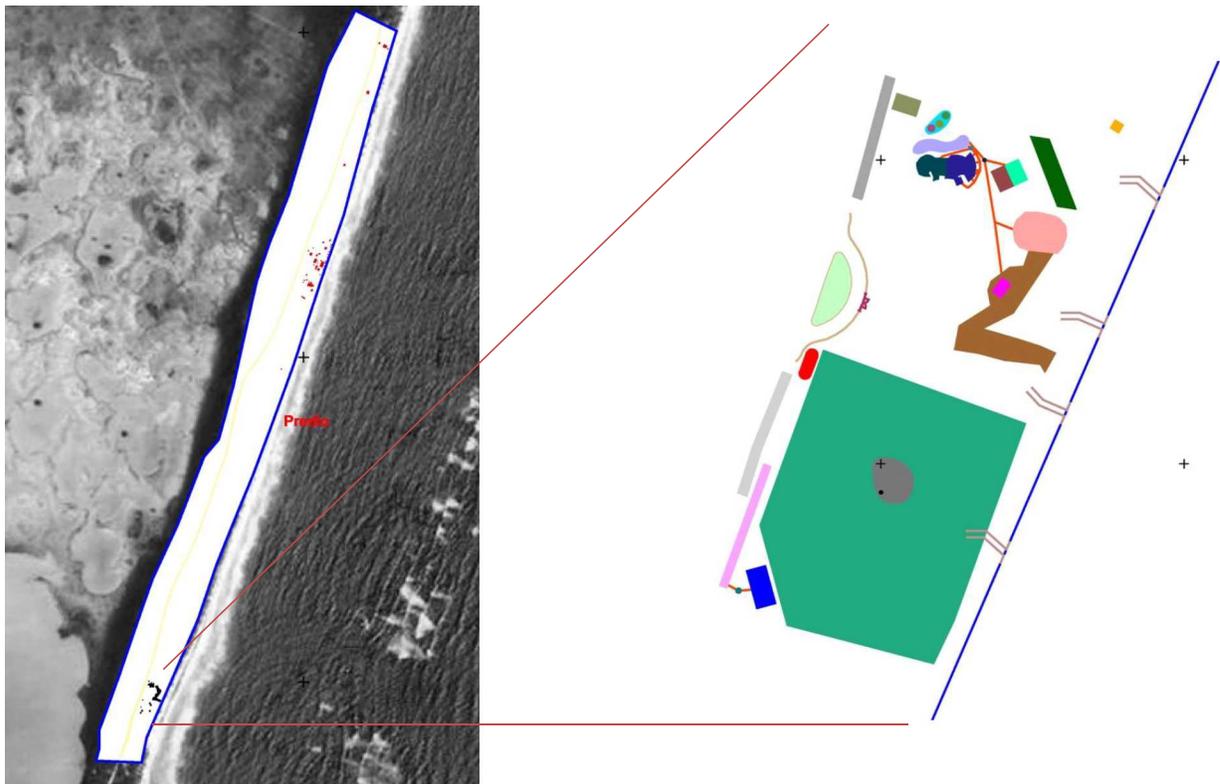


Imagen II.15. Ubicación de las obras contempladas en el proyecto Campamento Ka'an.



## **II.7. USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS**

Como ha sido descrito en el predio actualmente existen obras en desuso que corresponden a las sancionadas por la PROFEPA en el Polígono 1 (Plano II.5). Además existe una zona designada por la PROFEPA como Polígono 2 donde operan las obras que muestra el Plano II.6.

Más al Sur, existen obras en los Polígonos 3 y 4. Dichas obras cuentan con los procedimientos administrativos PFPA/29.3/2C.27.5/0063-18 y PFPA/29.3/2C.27.5/0041-13, tal como se establece en la página 33 de dicha Acta, por lo que no formaron parte de las obras sancionadas en la Resolución 0199/2018 (**ANEXO 9**). Adicionalmente esta superficie fue invadida por terceras personas años atrás y por ello la propietaria del predio Paso Caapechen promovió demandas judiciales en contra de los presuntos invasores. Un resumen de los juicios promovidos se presentó en el apartado de Antecedentes del Capítulo I de este estudio.

Dentro del predio no existen cuerpos de agua. En el sistema ambiental (SA) definido más adelante en el Capítulo IV se encuentra la Laguna Caapechen donde se desarrollan paseos en lancha para los visitantes de la Reserva.

Al Norte del SA se ha desarrollado infraestructura hotelera y comercial a ambos lados del camino de acceso hacia Punta Allen. En la porción sur del SA los cambios han sido menores, aunque también se ha desarrollado infraestructura turística, así como dos muelles rústicos en la Laguna Caapechen.

## **II.8. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS**

### **Vías de acceso:**

Al predio se accede por tierra a través del camino Tulúm - Punta Allen que corre paralelo a la línea de costa de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y que divide al predio en dos áreas: Este y Oeste. Dicho camino cuenta con aproximadamente 5 m de ancho y está conformado por sascab.

## **Suministro de servicios:**

### Requerimientos de electricidad.

Actualmente la energía eléctrica se obtiene de un generador de 25 KVA marca MULTIQUIP, que funciona con gasolina y que servirá durante la construcción.

Con el desarrollo de las obras complementarias y la modificación de las obras actuales, la energía requerida en la operación pretende ser abastecida a través de paneles solares ubicados estratégicamente en las cubiertas de las instalaciones. También se contará con un generador de energía de 25 KVA marca MULTIQUIP para dar apoyo a los requerimientos eléctricos del lugar.

De forma adicional se contempla la opción de incluir aparatos mecánicos que generen la energía eléctrica que se requiere, por ejemplo bicimáquinas, ello como parte del concepto de ofrecer al turista actividades de esparcimiento relacionadas con el uso de energías alternas de menor impacto.

### Requerimientos de agua.

El agua actualmente se abastece una vez por semana a través de pipas provenientes de la ciudad de Tulum y así continuará el abasto durante la construcción. Se cuenta con dos cisternas Rotoplas de 2500 lts c/u.

Ya en la operación del proyecto completo, el líquido provendrá de varias fuentes:

- Se implementará un sistema de captación de agua pluvial en el techo del restaurante y la cocina que canalizará el agua a un tinaco rotoplas mediante tuberías de PVC. El agua captada se usará en el mantenimiento de las instalaciones.
- Se contempla la construcción de una cisterna elevada ubicada al final de la torre mirador, que abastezca del agua potable necesaria mediante gravedad a pequeños tinacos (rotoplas 1100 litros). La cisterna en cuestión será de alrededor de los 20 -25 mil litros y será marca Rotoplas o similar. Esta cisterna será llenada con pipas en tanto se obtiene la autorización de la Comisión Nacional del Agua (CNA) para la perforación de un pozo de extracción en el predio.

- Para el mantenimiento de las instalaciones podrá utilizarse el agua resultante del sistema de tratamiento de biodigestor-humedal artificial que se describe más adelante en este mismo Capítulo.
- El agua para consumo humano será suministrada en forma embotellada y en las distintas presentaciones que hay en el mercado, usando predominantemente la presentación en garrafones de 20 litros.

### Combustibles.

Durante la construcción se requerirá de aceites y de combustibles como gasolina, los cuales serán utilizados para la operación del equipo. El suministro de estos será a través de la estación de servicio más cercana al sitio de construcción del proyecto, en el centro de población de Tulum y serán transportados al predio conforme se requieran en bidones especiales de 50 litros.

Durante la operación se almacenará en el predio una cantidad aproximada de 100 litros de combustible para el funcionamiento del generador de electricidad.

El almacenamiento del combustible y aceites para ambas etapas se realizará en el sitio donde se ubicará el generador eléctrico que constituye un espacio techado, acondicionado con piso de concreto, impermeable y se le construirá un borde de 15 cm para contención en caso de derrames. En esta área se colocarán los bidones plásticos con el combustible, perfectamente tapados y en posición vertical.

### Sanitarios.

Actualmente existen en el predio dos baños, uno para hombres y otro para mujeres. Cada uno cuenta con tres WC. Dichos baños se encuentran conectados a cuatro depósitos rotoplas que reciben las aguas residuales de los mismos, así como del restaurante y la cocina. Periódicamente dichos depósitos son desazolvados a través de una empresa autorizada.

Posteriormente, al inicio de la construcción se construirá un sistema de tratamiento biodigestor-humedal artificial, ello en cumplimiento al criterio C-9 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an que establece: *Los permisos de construcción se otorgarán en dos fases. La primera será para las instalaciones dedicadas al manejo sanitario de las aguas servidas y solo una vez supervisado el cumplimiento de la normativa establecida por los criterios específicos se*

*otorgará la autorización para iniciar la edificación de la construcción habitacional o de servicios.*

De esta manera las aguas residuales generadas durante la construcción y posteriormente durante la operación serán tratadas con este sistema, al cual llegarán las aguas provenientes de los baños, restaurante y cocina.

La ficha técnica del biodigestor propuesto se adjunta como **ANEXO 10**. Las aguas provenientes de esta microplanta se canalizarán a un humedal artificial de tipo agua superficial libre (ASL) de una sola cámara y 0.8 m de profundidad. La superficie del fondo y paredes del humedal serán cubiertas por una geomembrana impermeable para prevenir percolaciones al suelo en caso de cualquier grieta en la estructura. El fondo del humedal tendrá una pendiente de 0.7%. El medio de soporte del humedal será una capa de gravilla de 0.5 m, con un valor de conductividad hidráulica ( $K_s$ ) aproximado de  $5,000 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ . Sobre esta capa correrá un flujo de agua de 0.3 m de alto. El humedal se cubrirá en un 60 % con plantas nativas distribuidas en forma de franjas paralelas al eje más corto del humedal. La superficie restante del humedal permanecerá sin cubierta vegetal para facilitar la aereación del sustrato y del agua.

Los humedales artificiales pueden tratar con efectividad altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos (SS) y nitrógeno, así como niveles significativos de metales, compuestos orgánicos traza y patógenos. El  $\text{DBO}_5$  soluble es eliminado por los microorganismos que crecen en la superficie de la grava, raíces y rizomas de las plantas. La reducción de los sólidos suspendidos totales (SST) es muy efectiva, produciendo efluentes con concentraciones inferiores a 20 mg/l (Lara, 1999). Los humedales también garantizan el control de malos olores y se obtienen eficacias de remoción de materia orgánica y coliformes respectivamente por arriba del 95% y del 99%.

Cabe mencionar que aunque el sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto cumple con la normatividad mexicana en materia de aguas, se realizarán análisis periódicamente para verificarlo.

Los efluentes del sistema podrán ser usados en actividades de mantenimiento.

#### Área de almacenamiento temporal de residuos.

Existirá un sitio que funcionará para el acopio y separación temporal de los residuos generados durante la construcción, en tanto éstos son trasladados a los sitios de disposición final a cargo del Municipio de Tulum, o entregados a recicladoras, según sea el caso. Los residuos serán retirados al menos cada tercer día para evitar acumulaciones de basura dentro del predio.

Durante la operación se colocarán contenedores con leyendas alusivas a la separación de residuos: pet, aluminio, otros plásticos, orgánica, etc. Los residuos reciclables se canalizarán a empresas recicladoras.

Los residuos orgánicos se utilizarán para la elaboración de composta, lo cual se realizará en el área prevista para el establecimiento del huerto.

### Comedor y cocina.

El área de comedor que se utilizará será la que actualmente funciona como restaurante, y la comida elaborada con estufa de gas en la cocina existente en el predio. Se colocará un tanque de gas de 40 kilos detrás del área de cocina, mismo que será surtido en el poblado de Tulum.

Se colocarán contenedores para los residuos generados, debidamente señalizados con las leyendas: residuos orgánicos y residuos inorgánicos.

El personal acatará todas las indicaciones y recomendaciones de la Secretaría de Salud y de la Secretaría del Trabajo. Así mismo se implementarán todas las medidas de seguridad necesarias que solicite Protección Civil.

## **II.9. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO**

### **II.9.1. Rescate de Vegetación y Fauna.**

La zona donde se propone el proyecto corresponde a un área con una plantación de palma de coco (vegetación inducida) donde por usos previos ajenos a la promotora -sitio para acampar usado por los visitantes de la Reserva de la Biosfera- no existe vegetación herbácea ni arbustiva. En el estrato arbóreo predomina *C. nucifera* con individuos de 8 m de altura en promedio, aunque también existen ejemplares dispersos de *Thrinax radiata* de altura similar. Todos los ejemplares se mantendrán en el sitio, por lo que no será necesario rescatar ningún ejemplar de flora.

Con respecto a la fauna, las aves presentan la mayor dominancia en el predio. Solamente los reptiles *Ctenosaura similis* y *Sceloporus cozumelae* fueron registrados, así como los mamíferos *Nasua narica* y *Procyon lotor*. No obstante, la operación de las obras existentes han desplazado a estas especies hacia las áreas con vegetación del predio que constituyen su hábitat.

Las obras consideradas son de muy bajo impacto, con materiales amigables con el ambiente y no requieren de maquinaria o una fuerza laboral importante, tampoco requiere de abrir más espacios entre la vegetación de los ya existentes por efecto de la plantación de las palmeras de coco, por lo que no se producirán afectaciones a la flora y la fauna adicionales a las ya registradas con la operación actual.

### **II.9.2. Construcción.**

#### Área de campamento.

Se contempla un área de campamento de 2,838.165 m<sup>2</sup> que permitirá albergar como máximo 40 personas simultáneamente en 20 tiendas de campaña, con capacidad para dos personas cada una. No será removida ninguna especie de flora de esta zona, las tiendas se ubicarán estratégicamente entre el cocal para no afectar ningún ejemplar de vegetación.

#### Torre mirador.

Será un área común ubicada al centro del área de acampar y dará servicio a los usuarios ofreciéndoles un espacio de relajación y convivencia.

La estructura principal de la torre será a base de postes de madera dura de la región (4 piezas de 4 m de altura) mismas que soportarán la cisterna elevada, más una segunda estructura de 4 m que funcionará como mirador en lo alto de la torre. La altura total de la torre será de 8 m.

Para su construcción se contempla bambú, madera de la región, zacate y algunos textiles, lo que la hará mantener el concepto de estructura temporal, adecuándose a la topografía y vegetación natural, sin eliminar ninguna especie de flora.

La cisterna elevada será un tanque de almacenamiento de 25,000 litros de capacidad, 3.90 m de altura y marca Rotoplas o similar que será colocado a 4 m manualmente, mediante un sistema de poleas.

#### Áreas de servicios (almacén, lavado).

Ubicados detrás de la cocina, estas áreas se conforman por un par de carpas con material de lona resistente y estructura de aluminio.

#### Caseta de vigilancia.

La caseta de vigilancia que actualmente existe en el predio se dismantelará y en su lugar se levantará una nueva.

La construcción de dicho espacio será a base de bambú y madera de la región, con una cubierta ligera de palapa.

#### Baños.

Los baños existentes continuarán operando y únicamente serán remodelados utilizando madera y techo de zacate. Los nuevos baños serán construidos con los mismos materiales (madera y zacate).

Los baños estarán conectados a biodigestores, los que a su vez se conectarán a los humedales artificiales propuestos.

#### Restaurante y cocina.

El restaurante y cocina actuales continuarán operando y únicamente serán remodelados utilizando madera dura de la región, bambú y techo de zacate.

#### Altar.

El altar constituirá una pequeña palapa que servirá para exponer temas religiosos.

#### Estacionamiento.

El área de estacionamiento se mantendrá con el suelo natural y los autos se estacionarán entre la vegetación natural, respetando cada uno de los ejemplares de flora ahí existentes.

#### Área de huerto y composta.

El proyecto del huerto contempla la implementación de canastas piloteadas para la producción de hortalizas y su consumo dentro del predio. Serán construidas con madera de la región.

Se colocarán también en esta zona canastas de compostaje construidas con madera de la región que servirán para tratar los desechos orgánicos del restaurante o comedor.

## Humedales.

Los humedales serán del tipo agua superficial libre (ASL) de una sola cámara y 0.8 m de profundidad cuyo fondo y paredes estará cubierto por una geomembrana impermeable para prevenir percolaciones al suelo en caso de cualquier grieta en la estructura. El fondo de los humedales tendrán una pendiente de 0.7%. El medio de soporte será una capa de gravilla de 0.5 m, con un valor de conductividad hidráulica ( $K_s$ ) aproximado de  $5,000 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ . Sobre esta capa correrá un flujo de agua de 0.3 m de alto. El humedal se cubrirá en un 60 % con plantas nativas distribuidas en forma de franjas paralelas al eje más corto del mismo. El nitrógeno que contiene el agua tratada será atrapado por las plantas del humedal artificial y será utilizado por éstas, ya que es un micro nutriente esencial en su metabolismo.

La superficie restante del humedal permanecerá sin cubierta vegetal para facilitar la aereación del sustrato y del agua.

### **II.9.3.Operación.**

La etapa de operación consistirá en mantener en buen estado las instalaciones, para lo cual se contará con un programa preventivo de acciones que lo garanticen. Adicionalmente se implementarán acciones de mantenimiento correctivo en caso de que se requiera.

Se implementarán medidas, mismas que se enlistan en el Capítulo 6, que contribuirán a que las actividades se realicen dentro del marco legal y ambiental deseado.

## II.10. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

A continuación, se presenta el programa general de trabajo contemplado.

Cuadro II.5. Cronograma de actividades para el desarrollo de proyecto.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES	NO DETERMINADO	MESES																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Obtención de permisos y licencias																										
Levantamiento topográfico																										
Catálogo de conceptos y presupuesto base																										
Sistemas biodigestores-humedales artificiales																										
Adquisición e ingreso de materiales a la Reserva																										
Remodelación de instalaciones existentes																										
Obras adicionales																										
Limpieza y reforestación de la zona de duna costera																										
Instalación de celdas solares																										

## **II.11. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL, MAQUINARIA, EQUIPO Y MATERIALES.**

### Mano de obra requerida

La construcción del proyecto requerirá la contratación de alrededor de 20 trabajadores entre palaperos, plomeros, electricistas, pintores, colocadores de aluminio, especialistas en trabajos con madera, etc.

Se considera además la contratación de 1 profesionista Ingeniero o Arquitecto que supervise las actividades.

La mano de obra será contratada fundamentalmente en la zona de Tulum y en general en la península de Yucatán.

Durante la operación se espera contar con 10 a 12 personas más otros 5 rotativos entre mantenimiento y seguridad.

### Materiales e insumos

El agua actualmente se abastece una vez por semana a través de pipas provenientes de la ciudad de Tulum y así continuará el abasto durante la construcción. Se cuenta con dos cisternas Rotoplas de 2500 lts c/u.

Ya en la operación el líquido provendrá de varias fuentes:

- Se implementará un sistema de captación de agua pluvial en el techo del restaurante y la cocina que canalizará el agua a un tinaco rotoplas mediante tuberías de PVC. El agua captada se usará en el mantenimiento de las instalaciones.
- Se contempla la construcción de una cisterna elevada ubicada al final de la torre mirador, que abastezca del agua potable necesaria mediante gravedad a pequeños tinacos (rotoplas 1100 litros). La cisterna en cuestión será de alrededor de los 20 -25 mil litros y será marca Rotoplas o similar. Esta cisterna se llenará inicialmente con pipas hasta que pueda ser perforado un pozo de absorción, previa autorización de la CNA.
- Para el mantenimiento de las instalaciones podrá utilizarse el agua resultante del sistema de tratamiento de biodigestor-humedal artificial.

Cuadro II.6. Materiales de construcción a utilizar.

CONCEPTO	UNIDAD INDICADA
BAMBU O BAJAREQUE (MUROS)	656 m <sup>2</sup>
MADERA (PISOS)	650 m <sup>2</sup>
ZACATE	679 m <sup>2</sup>
MADERA (POSTES 3 M)	44 PZAS
MADERA (POSTES 6 M)	4 PZAS
TUBULAR ALUMINIO 1.4m	10 PZAS
TUBULAR ALUMINIO 1.6m	10PZAS
MALLA PARA HUMEDAL ARTIFICIAL	60 ML

### Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo a utilizar es el siguiente:

- ✓ Generador de electricidad de 25 KVA marca MULTIQUIP
- ✓ Motosierra
- ✓ Taladros

## **II.12. ETAPA DE ABANDONO DE SITIO**

En caso de decidir abandonar el proyecto, se presentará un programa de abandono del sitio y restauración para validación de la autoridad competente, bajo los lineamientos ambientales vigentes en el momento del abandono. No obstante, se prevé un tiempo de vida útil de 50 años, siempre y cuando se les ofrezca el mantenimiento adecuado a las instalaciones.

## **II.13. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS**

El proyecto no prevé el uso de explosivos en ninguna de sus etapas.

## **II.14. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

### Residuos sólidos.

Los residuos sólidos serán dispuestos en un sitio de almacenamiento temporal donde serán separados en contenedores. Aquellos residuos que no puedan entregarse a compañías recicladoras será trasladados al relleno sanitario cada tercer día al relleno sanitario que recibe los residuos de Tulum, para evitar acumulaciones en el predio.

Durante la operación continuará existiendo el sitio de acopio donde se separarán los residuos y se destinarán también a reciclaje o al relleno sanitario, según su naturaleza.

Los residuos orgánicos se utilizarán para la elaboración de composta, en el área del huerto.

#### Residuos Líquidos.

Actualmente los residuos líquidos son canalizados a cuatro depósitos rotoplas que reciben las aguas residuales de los baños, cocina y restaurante. Periódicamente son desazolvados.

Durante la primera fase de la construcción se establecerá el sistema de tratamiento biodigestor-humedal artificial ya descrito en este Capítulo. De esta manera los residuos líquidos generados durante la construcción y posteriormente durante la operación serán tratadas con este sistema.

#### Emisiones a la atmósfera.

Durante la construcción se generarán polvos y gases, provenientes de los vehículos que llegarán al predio con personal y materiales, los cuales serán transportados por el viento.

Para contribuir a la disminución de estas emisiones contaminantes, la promotora se asegurará de que los vehículos que ingresen al predio lo hagan cubiertos con lonas y que el equipo utilizado, así como los vehículos, se encuentren en buenas condiciones mecánicas.

De forma adicional durante la construcción y cuando no ocurran lluvias, se regará el tramo del camino de sascab Tulúm – Punta Allen que atraviesa el predio para evitar que el polvo se deposite en la vegetación circundante.

# **CAPÍTULO III**

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

## INDICE

Partiendo de que el proyecto es de tipo turístico, con pretendida ubicación dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y que el desplante del mismo se ocupará una zona que constituye una antigua plantación de cocos, a continuación se resumen las disposiciones legales que norman el procedimiento de evaluación de impacto ambiental aplicables al proyecto en cuestión.

Los ordenamientos jurídicos que le aplican al proyecto son los siguientes:

- ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1998.
- ✓ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del Impacto Ambiental, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo del 2000.
- ✓ El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POELMyR), publicado en el Periódico Oficial de la Federación el 24 de noviembre del 2012.
- ✓ Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (POESK), publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 14 de mayo de 2002.
- ✓ El Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de enero del 2015.

Además de los instrumentos legales antes referidos, se incluye la vinculación del proyecto con:

- el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre (D.O.F. 1 de febrero de 2007),
- la NOM-022-SEMARNAT-2003 (D.O.F. 10 de abril de 2003), que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar; así como con el Acuerdo mediante el cual se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (D.O.F. 7 de mayo de 2004),

- la NOM-162-SEMARNAT-2012 (D.O.F. 1 de febrero del 2013) que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación,
- las zonas prioritarias propuestas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO),
- los sitios RAMSAR.

A continuación se desarrolla el análisis y vinculación del proyecto con los instrumentos antes referidos.

#### I. **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE** (D.O.F. 28 de enero de 1998).

**“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 que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros...;

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

## II. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (30 de mayo del 2000).

“**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:

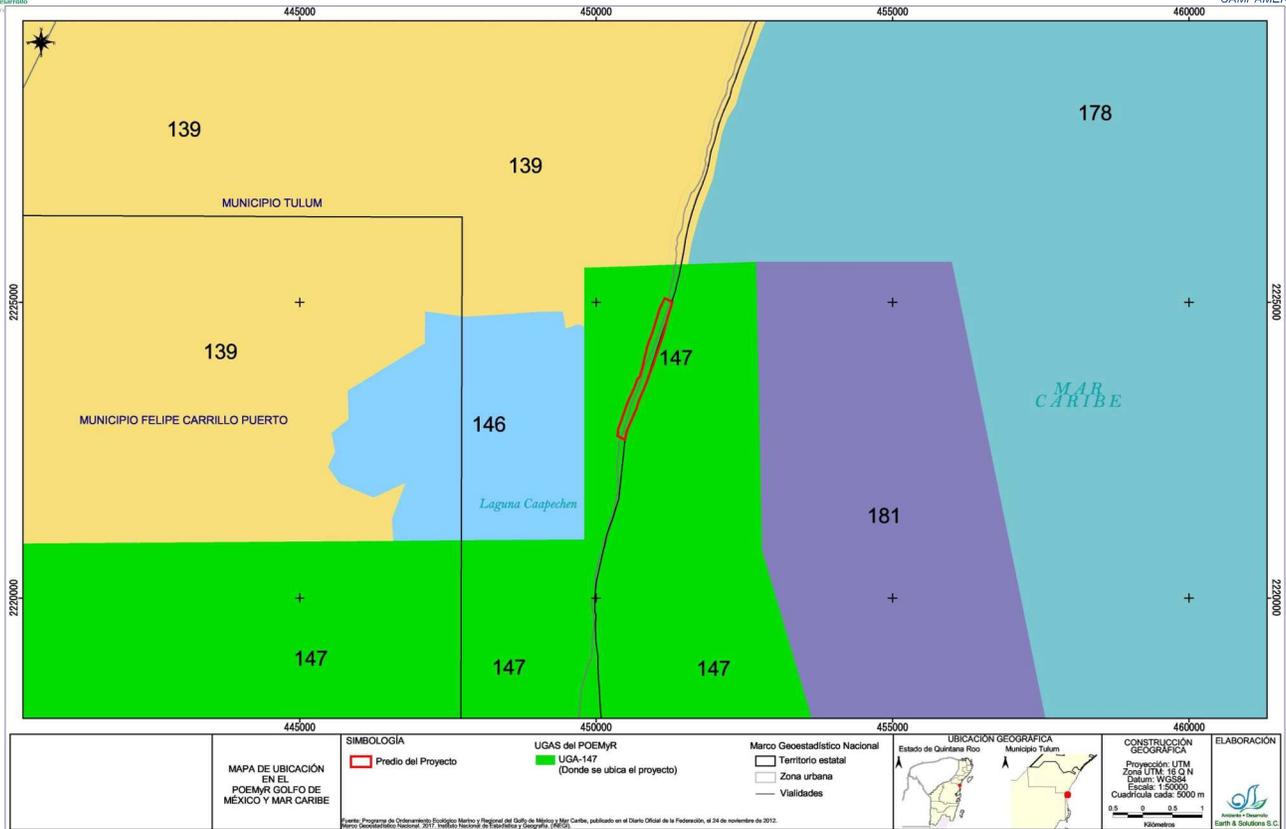
Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros;

S) Obras en áreas naturales protegidas.

## III. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (Periódico Oficial del Estado el 24 de noviembre del 2012)

En este apartado se realiza la vinculación del proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POELMyR), publicado en el Periódico Oficial de la Federación el 24 de noviembre del 2012. De acuerdo a dicho instrumento el predio se localiza en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 147, denominada Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

La ubicación del predio en el POELMyR se representa a continuación.



Plano III-1. Ubicación del predio dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyR, 2012).

## CRITERIOS GENERALES

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Tanto para las etapas de preparación del sitio y construcción como para la operación, se promoverá el ahorro del recurso agua.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Se considera que el presente criterio no aplica, debido a la naturaleza del proyecto.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMAs para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un campamento recreativo temporal. Por lo anterior, el presente criterio no aplica.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo ( NOM-059-SEMARNAT-2010).	Se considera que la aplicación de este criterio compete a las autoridades ambientales.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un campamento recreativo temporal. Por lo anterior, el presente criterio no aplica.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un campamento recreativo temporal y para su establecimiento no se requerirá maquinaria que emita gases contaminantes a la atmósfera, salvo aquellos que provengan de los vehículos que ingresen al predio transportando materiales y personal, mismos que se vigilará se encuentren en buen estado de conservación.  Esto significa que el proyecto es de bajo impacto y que su concepto minimiza el uso de equipos que emiten gases de

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		<p>efecto invernadero.</p> <p>Lo anterior es la consecuencia de que todos los materiales a utilizar serán ligeros y biodegradables como madera, bambú, lona, y adicionalmente aluminio, que es un material reciclable.</p>
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	Se considera que la aplicación de este criterio compete a las autoridades ambientales.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto no implica el uso de organismos genéticamente modificados. Este criterio no aplica.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto se encuentra dentro de una plantación de palmeras de coco no aprovechada actualmente, todas sus obras se concentran bajo la sombra de esta plantación por lo que no habrá fragmentación de hábitats. Asimismo, el proyecto no incluye ninguna obra de comunicación terrestre.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un campamento recreativo temporal justamente aprovechando una antigua plantación de coco ya en desuso, lo que evita la afectación de más áreas naturales.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	Para el desarrollo del proyecto se pretende aprovechar un área ya impactada donde fue establecida una plantación de palmas de cómo hace algunos años y donde posteriormente se estableció un campamento utilizado por los usuarios de la Reserva. Derivado de lo anterior, no existe estrato arbustivo ni herbáceo en el sitio y la vegetación de duna cosera colindante a esta fracción del predio se encuentra eliminada casi al 100%. Esta zona de la duna costera será objeto de un programa de limpieza, reforestación, protección y monitoreo

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		(ANEXO 11) que favorezca su recuperación.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Este criterio no es vinculante con el proyecto que nos ocupa.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El uso de especies de flora se restringirá a especies nativas adquiridas en viveros autorizados y Unidades de Manejo Ambiental, y a algunas exóticas que no se encuentren catalogadas como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Estos criterios no son vinculantes con el proyecto que nos ocupa.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	Se considera que la aplicación de este criterio compete a las autoridades ambientales.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El proyecto se ubica en una zona cárstica donde no existen ríos superficiales que presenten riberas o zonas inundables asociadas a ellos, por lo que este criterio no es aplicable.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El proyecto consiste en construcción y operación de un campamento recreativo temporal.
G022	Promover el uso de tecnologías	

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	Por lo anterior, los presentes criterios no aplican.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	A través del uso de especies de plantas nativas, así como la disposición correcta de los residuos en las distintas etapas del proyecto, se evitará la dispersión de especies invasoras y la proliferación de fauna nociva. Asimismo se evitará la introducción de mascotas al predio y si por vigilancia es necesaria, los ejemplares serán esterilizados.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Se llevará a cabo la reforestación de la duna costera que perdió su cobertura vegetal por efecto de los usos históricos, coayuvando a la recuperación de zonas deterioradas. El programa propuesto para ello se adjunta como <b>ANEXO 11</b> .
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El proyecto no consiste en una actividad productiva, se trata de un campamento recreativo, por lo que este criterio no aplica.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Por su naturaleza, estos criterios no son vinculantes con el proyecto que nos ocupa, y en su caso, son competencia de las autoridades ambientales.
G027	Promover el uso de combustibles de origen no fósil.	Sin embargo, la naturaleza del proyecto es ofrecer al turista experiencias de disfrute de la naturaleza utilizando medios de hospedaje de bajo impacto, con abastecimiento de energía y servicios racionados, y el manjo de tecnologías alternas como es la generación de electricidad por efecto de la energía cinética generada con bicicletas.
G028	Promover el uso de energías renovables.	
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	En la actualidad se implementan cada vez más acciones a favor de un uso responsable de la energía y el proyecto que nos ocupa no constituye la excepción. Esta afirmación se potencia si consideramos que el predio en cuestión se ubica dentro de un área natural protegida.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		Se promoverá el ahorro de la energía eléctrica y esta será suministrada a través de paneles solares ubicados estratégicamente en las cubiertas de las instalaciones (baños, restaurante, etc). De forma adicional se contará con un generador de energía de 25 kv marca Multiquip para dar apoyo a los requerimientos eléctricos del lugar. Adicional a ellos se contempla la opción de incluir aparatos mecánicos que generen la energía eléctrica que se requiere, por ejemplo bici máquinas.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	Por su naturaleza, estos criterios no son vinculantes con el proyecto que nos ocupa, y en su caso, son competencia de las autoridades ambientales.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Por su naturaleza, este criterio no es aplicable al proyecto que nos ocupa.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Por su naturaleza, estos criterios no son vinculantes con el proyecto que nos ocupa, y en su caso, son competencia

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	de las autoridades ambientales u otras, cada una en el ámbito de su competencia.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.	
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	Por su naturaleza, este criterio no es aplicable al proyecto que nos ocupa.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Por su naturaleza, este criterio no es aplicable al proyecto que nos ocupa.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Por su naturaleza, estos criterios no son vinculantes con el proyecto que nos ocupa, y en su caso, son competencia de las autoridades ambientales u otras, cada una en el ámbito de su competencia.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Por su naturaleza, estos criterios no son vinculantes con el proyecto que nos ocupa, y en su caso, son competencia de las autoridades ambientales u otras, cada una en el ámbito de su competencia.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Durante la operación, se contará con tres biodigestores acoplados a humedales artificiales.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	Este criterio no aplica al proyecto que nos ocupa.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Para la construcción de este proyecto no se requiere remoción de vegetación.  El establecimiento del campamento se pretende realizar en una zona del predio donde hace muchos años se estableció una plantación de palma de coco y que posteriormente fue usada por los visitantes de la Reserva para acampar. Es por ello que en el sitio no existe vegetación herbácea ni arbustiva y no se pretende retirar las palmeras existentes.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Por su naturaleza, estos criterios no son vinculantes con el proyecto que nos ocupa, y en su caso, son competencia de las autoridades ambientales u otras, cada una en el ámbito de su competencia.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Se pretende la ubicación de un huerto orgánico por lo que se evitará el uso de agroquímicos. En caso de que fuera estrictamente necesario se utilizarían los referidos por la CICOPLAFEST.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación	El proyecto que nos ocupa se ubica dentro del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	correspondiente.	<p>En este capítulo se vincula el proyecto con los instrumentos normativos ambientales vigentes que le aplican, entre ellos el Programa de Manejo y el Decreto de creación del ANP.</p> <p>El proyecto propuesto es compatible con esos instrumentos y la naturaleza de las obras planteadas son congruentes con las restricciones de aprovechamiento aplicables al sitio.</p>
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Las obras que se proponen no afectan ninguna zona con vegetación acuática sumergida.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Los materiales que se utilizarán en la construcción y operación del proyecto serán ligeros y biodegradables como madera, bambú, lona, y adicionalmente aluminio, que es un material reciclable, por lo que no generarán contaminación al ambiente marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	Por su naturaleza, estos criterios no son vinculantes con el proyecto que nos ocupa.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto no considera la construcción de ninguna de las obras mencionadas, por lo que este criterio no le es vinculante.
G065	La realización de obras y actividades en Areas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	<p>El proyecto que nos ocupa se ubica dentro del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.</p> <p>Como parte del procedimiento de evaluación, la SEMARNAT solicitará la opinión técnica de la Dirección del ANP</p>

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		en cuestión.

## CRITERIOS ISLAS

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
IS-01	Se deberá evitar la sobrepoblación en la Isla.	El predio motivo de estudio no se ubica en una isla sino en la zona continental.
IS-02	Se promoverá la constitución o construcción de refugios anticiclónicos suficientes para la totalidad de la población residente en la Isla.	
IS-03	Se deberá promover la inversión para el uso de sistemas de potabilización de agua <i>in situ</i> mediante técnicas de desalinización de agua de mar.	Debido a que el predio se ubica en la zona continental se tiene contemplada una cisterna elevada a la que de inicio le sea suministrada agua mediante pipas. Posteriormente se contempla la perforación de un pozo de extracción, previa autorización de la Comisión Nacional del Agua (CNA).
IS-04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	El proyecto no implica la construcción de marinas o muelles, por lo que este criterio no aplica.
IS-05	Inducir la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos, así como inducir a la supervisión y control de los depósitos de combustible incluyendo a la transportación marítima y terrestre.	Debido a que las plantas que se utilizarán en las actividades de reforestación serán nativas, no se requerirá el uso de productos químicos para su mantenimiento. El uso de otros productos químicos como los de limpieza serán sustituidos por productos biodegradables en su totalidad. El combustible que sea necesario tener en el predio para la planta generadora de electricidad será ubicado dentro del almacén, en una superficie de 0.50 m <sup>2</sup> con piso de concreto, impermeable y con un borde de 15 cm para contención en caso de derrames.
IS-06	En los arrecifes tanto naturales como	No se pretende aprovechar organismos

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	vivos, muertos o materiales naturales o culturales de los arrecifes naturales.  Se proponen una serie de medidas de prevención y mitigación (Capítulo VI) para el correcto manejo de los residuos sólidos, así como para promover entre los visitantes su disposición correcta, lo cual se verá reflejado en la conservación de los arrecifes.
IS-07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.	No se prestarán servicios acuáticos en el predio. Se cumple con lo establecido.
IS-08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.	Estas actividades serán realizadas a través de los prestadores de servicio autorizados en la zona, quienes deben observar el cumplimiento del criterio.
IS-09	El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena.	No se contempla el anclaje o manejo de embarcaciones.
IS-10	En las colonias reproductivas de aves costeras o marinas de las islas, se deberán evitar el desarrollo de actividades o infraestructura que alteren las condiciones necesarias para mantener la viabilidad ecológica y/o la restauración de dichas colonias de anidación.	El predio se ubica en la zona continental y adicionalmente constituye un proyecto de bajo impacto cuyas actividades no interrumpirían la viabilidad ecológica y/o la restauración de las colonias de anidación de aves costeras o marinas que pudieran existir en la zona. Este criterio no aplica.
IS-11	Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u	Este criterio no aplica. El proyecto no considera las actividades referidas.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.	
IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	El proyecto utilizará únicamente especies nativas en las actividades de reforestación, evitando la introducción de especies exóticas o invasoras en todo momento.
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	Se considera que el cumplimiento de este criterio compete a las autoridades y adicionalmente el predio se ubica en la zona continental. Por ello este criterio no aplica. No obstante el proyecto Campamento Ka'an únicamente ocupará una fracción de la zona con vegetación inducida en el predio.
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.	El predio se ubica en la zona continental. Este criterio no aplica.
IS-15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	
IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	Se considera que el cumplimiento de este criterio es competencia de las autoridades.

## CRITERIOS ESPECÍFICOS

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto consiste en un campamento recreativo temporal, por lo que se considera que este criterio no es vinculante.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Se pretende la ubicación de un huerto orgánico por lo que se evitará el uso de agroquímicos. En caso de que fuera estrictamente necesario se utilizarían los referidos por la CICOPLAFEST.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Se considera que el cumplimiento de este criterio es competencia de las autoridades ambientales u otras, en el ámbito de su competencia.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	<p>Durante la operación, se instalará un sistema de biodigestor y humedal artificial que recibirá las aguas generadas en el baño adicional que se propone construir. Los efluentes podrán usarse para el mantenimiento de instalaciones (se puede recolectar esta agua?, no lo recuerdo)</p> <p>Se instalará un sistema de captación de agua pluvial desde el techo de las instalaciones como baños y restaurante que consistirá en un colector que reciba las aguas de donde posteriormente a través de tuberías de PVC éstas pasarán a un tinaco. El agua se utilizará en los WC, regaderas y lavabos.</p>
A007	Promover la constitución de áreas Destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Se considera que el cumplimiento de este criterio es competencia de las autoridades ambientales u otras, en el ámbito de su competencia.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El proyecto consiste en un campamento recreativo temporal y las actividades que se pretenden realizar en la zona de playa no van más allá de las actividades comunes que realizan los bañistas en

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		<p>toda la zona de uso turístico de la Reserva.</p> <p>Durante la temporada de arribazón se mantendrá vigilancia continua y de detectarse algún nido se notificará a la Dirección de la ANP. No existirá iluminación hacia la playa, no se colocarán camastros o sombrillas ni se permitirá el paso de vehículos o animales, entre otras. La vinculación con la <i>NOM-162-SEMARNAT-2012 (D.O.F. 1 de febrero del 2013) que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación</i> se realiza en este mismo Capítulo III.</p> <p>Cabe señalar que el predio cuenta con una zona de playa que se ubica en la UGA An2 que constituye una UGA de protección y donde no se realizará</p>
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	Se considera que el cumplimiento de este criterio es competencia de las autoridades ambientales.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	Se considera que el cumplimiento de este criterio es competencia de las autoridades ambientales, u otras, cada una en el ámbito de su competencia.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	<p>Tal como lo indica este criterio y puede observarse en el plano III-3, la infraestructura se ubicará por detrás del cordón de dunas frontal.</p> <p>Adicionalmente se propone la implementación de un Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de Duna Costera (<b>ANEXO 11</b>).</p>
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades	No se contempla la introducción de especies exóticas invasoras de ninguna índole.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Este criterio es de competencia de las autoridades ambientales y no es vinculante con el proyecto.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerado en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Se considera que esto es competencia de autoridades.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	Para el caso del proyecto que nos ocupa no es necesaria la elaboración de ningún programa de remediación. Este criterio no aplica.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El proyecto consiste en un campamento recreativo temporal, por lo que se considera que este criterio no es vinculante.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	La construcción del proyecto no implica la utilización de maquinaria pero sí un incremento en el uso de vehículos para el transporte de materiales y personal, que invariablemente emitirán emisiones a

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		<p>la atmósfera.</p> <p>Asimismo, se prevé exigir a los proveedores el uso de transportes en excelentes condiciones para disminuir posibles riesgos de derrames accidentales.</p> <p>Las reparaciones y cargas de combustibles se realizarán fuera de la Reserva en sitios autorizados y debidamente establecidos.</p> <p>Para disminuir al máximo la dispersión de polvos y la suspensión de partículas durante las actividades de construcción, se prevé realizar el riego periódico del tramo del camino de acceso que corresponde al predio.</p> <p>Una vez en operación, las emisiones a la atmósfera serán imperceptibles debido a la naturaleza del proyecto.</p>
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Este criterio no aplica para el proyecto y la zona en la que se ubica.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación <i>in situ</i> , en términos de la legislación aplicable.	<p>Las actividades de construcción implicarán un incremento en el uso de vehículos para el transporte de materiales y personal, que podrían representar un riesgo de contaminación al suelo por derrames accidentales de aceites o combustibles.</p> <p>Para disminuir al máximo estos riesgos se prevé exigir a los proveedores el uso de transportes en excelentes condiciones mecánicas y las reparaciones y cargas de combustibles se realizarán fuera de la Reserva en sitios autorizados y debidamente establecidos.</p>
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea	El proyecto no es de tipo industrial por lo que estos criterios no le aplican.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	técnicamente viable.	
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	No se pretende la construcción de obras en la zona de la playa.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	No se pretende la construcción de obras en la zona de la playa y la infraestructura se ubicará por detrás del cordón de dunas frontal, tal como se aprecia en el plano III-3.  Adicionalmente se aplicarán las medidas de prevención, mitigación y compensación, descritas en el Capítulo VI de este estudio, que evitarán afectaciones a dichas zonas.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	Este criterio no es vinculante al proyecto porque no se pretenden obras o actividades que afecten el perfil costero o los patrones de circulación de aguas costeras. No se pretende la construcción de obras en la zona de la playa y la infraestructura se ubicará por detrás del cordón de dunas frontal, tal como se aprecia en el plano III-3.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto se desarrolla dentro de una antigua plantación de palmeras de coco, por lo que no generará impactos adicionales a la vegetación y a la fauna.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	Asimismo sus obras son de bajo impacto y se proyectan por detrás del cordón de dunas. De manera adicional se propone la implementación de un Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de Duna Costera ( <b>ANEXO 11</b> ) para favorecer la restauración de la vegetación de duna costera en la zona colindante al este del predio; asimismo se aplicarán las medidas de prevención, mitigación y compensación, descritas en el Capítulo VI de este estudio, que evitarán afectaciones a dichas zonas.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Si bien se estimó que el 24% de las especies de aves identificadas son de tipo migratorio, no se considera el uso de generadores eólicos, ello debido al alto costo de inversión en este tipo de generación de energía el promovente pretende el uso de generados solares, así como de bicimáquinas .
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	Debido al bajo consumo de energía el proyecto no incluye este tipo de generación de energía.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	La energía eléctrica será suministrada a través de paneles solares ubicados estratégicamente en las cubiertas de las instalaciones (baños, restaurante, etc). De forma adicional y complementaria, se contará con un generador de energía de 25 kv marca Multiquip, y se contemplan igualmente generadores motrices como las bici máquinas para dar apoyo a los requerimientos eléctricos del lugar.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	Estos criterios no aplican al proyecto, el cual consiste en un campamento recreativo y no en actividades agropecuarias o de aprovechamiento de recursos pesqueros.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de	

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	Estos criterios no aplican al proyecto, el cual consiste en la construcción de un campamento recreativo temporal.
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El cumplimiento de estos criterios compete a las autoridades ambientales u otras.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	Estos criterios no aplican al proyecto, el cual consiste en un campamento recreativo temporal.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	El cumplimiento de estos criterios compete a las autoridades.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El cumplimiento de estos criterios compete a las autoridades.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de	

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	<p>Todos los residuos estarán ubicados en contenedores con tapa.</p> <p>Los residuos sólidos como empaques de cartón, PET, vidrio, pedacería de PVC, metales (aluminio) susceptibles de reciclarse, serán canalizados hacia compañías especializadas en su transportación y disposición final. La separación de residuos se llevará a cabo durante todas las actividades de desarrollo del proyecto.</p>
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	<p>Los desechos que no puedan ser reutilizados o reciclados, serán enviados al relleno sanitario municipal. Los transportes de dichos residuos estarán cubiertos con lonas para evitar su dispersión, dando observancia al reglamento correspondiente. Durante las actividades de construcción y operación, se colocará señalización alusiva a la correcta disposición de los residuos sólidos.</p> <p>Se pretende que la mayoría de los residuos orgánicos generados se utilicen para elaborar composta cuyo destino final sea su uso en el huerto orgánico.</p> <p>Habrà vigilancia permanente a fin de que el predio se mantenga libre de residuos generados por las actividades del proyecto u otros agentes externos, como los visitantes de la Reserva que no respeten los señalamientos.</p> <p>Asimismo, no se llevarán a cabo actividades de mantenimiento del equipo o vehículos que se utilicen, de manera que no se generen residuos de hidrocarburos u otros considerados</p>

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		peligrosos de ninguna índole.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El cumplimiento de este criterio compete a las autoridades.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	

#### IV. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA'AN (Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 14 de mayo del 2002).

El instrumento de planeación ambiental vigente en la zona donde se ubica el polígono del proyecto es el *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an* (POESK), publicado el 14 de mayo del 2002 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Los lineamientos de regulación ecológica que contempla el POESK permiten el aprovechamiento sustentable, es decir, la utilización de los recursos naturales en forma tal que se respete la integridad funcional de los ecosistemas de los que formen parte determinados recursos naturales.

De acuerdo con el POESK, el predio motivo de estudio se encuentra regulado por 5 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), con la siguiente distribución de superficies :

Cuadro III.1. Unidades de Gestión Ambiental que regulan el predio, su política ambiental y la superficie que ocupan, ello conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'n.

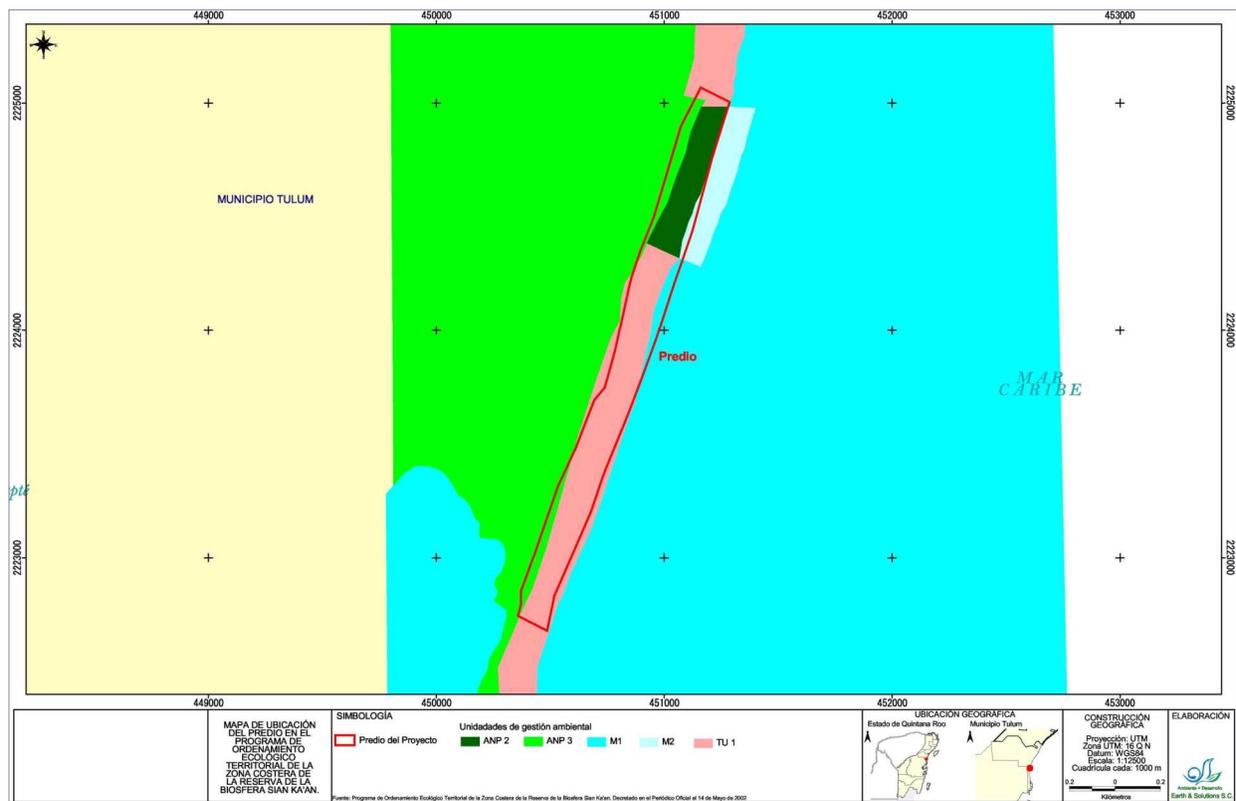
Clave UGA	Política	Superficie		
		m <sup>2</sup>	hectáreas	% (respecto al total del predio)
Tu1	Conservación	239998.727	24.00	60.23
An2	Protección	83582.214	8.36	20.97
An3	Protección	49548.171	4.95	12.43
M1	Conservación	18541.333	1.85	4.65
M2	Protección	6829.555	0.68	1.71
<b>TOTAL</b>		398500	39.85	100

La ubicación del predio dentro del POESK puede apreciarse en el plano III.2, en tanto que los usos de suelo y criterios ambientales que aplican al predio, de acuerdo a las UGA's en cuestión, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro III.2. Usos y criterios aplicables.

UGA	Uso predominante	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles	Criterios
Tu1	Turismo de bajo impacto	Flora y Fauna	Infraestructura, Asentamientos Humanos, Pecuario	Industria, Centro de Población, Minería, Agricultura	AC 2, 3 AG 2, 3 Ah 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 C 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 EI 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38 FO 1, 2, 3, 4, 5 Ff 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 I 1, 2 MAE 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26 Tu 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30 P 1, 2, 3, 4
An2	Área Natural Protegida		Turismo, Infraestructura de apoyo	Industria, Centro de Población, Servicios Turísticos, Minería, Agricultura	AC 2 AG 1 Ah 13, 14, 15, 16, 17, 18 C 4, 6, 9, 10, 11 EI 2, 5, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 31, 34, 35, 36, 38 Ff 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22 FO 3, 4, 5 I 1 MAE 1, 2, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 23, 25, 26 P 1, 4 Tu 1, 2, 16, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 29, 30
An3	Área Natural Protegida		Flora y Fauna Turismo	Industria, Centro de Población, Minería, Agricultura	AC 1 AG 1 AH 13, 14, 15, 16, 17, 18 C 4,6,9,10,11 EI 2, 5, 12, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 35, 36, 38

UGA	Uso predominante	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles	Criterios
					Ff 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 22 FO 3,4,5 I 1 MAE 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 23, 25 P 1, 4 Tu 1, 2, 16, 18, 20, 21, 22, 26, 27, 29, 30
M1	Actividades marinas		Flora y Fauna, Pesca, Turismo	Industria, Minería, Agricultura	M 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36
M2	Área Natural Protegida	Investigación	Pesca	Industria, Minería, Agricultura	M 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36



Plano III-2. Ubicación del predio dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (POESK), 2002.

A continuación se transcriben los criterios ambientales de aplicación general que corresponden a las UGA's en cuestión y se establece su vinculación con el proyecto.

Cabe señalar que no se vincula el proyecto con las UGA's marinas debido a que esta zona se encuentra actualmente regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, publicado en el 2012 y cuya vinculación con el proyecto ya fue realizada en el presente Capítulo.

Cuadro III-3. Vinculación del proyecto con los criterios ambientales del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			<b>ACUACULTURA</b>	
			<b>AC-1</b> No se permite el desarrollo de proyectos de acuacultura o instalaciones de apoyo, así como la introducción de especies de fauna exótica.	El proyecto constituye un campamento recreativo temporal y no incluye actividades relacionadas con la acuacultura.
			<b>AC-2</b> Sólo se permiten instalaciones de apoyo a proyectos de acuacultura con especies nativas. Éstos requerirán la presentación de un estudio de impacto ambiental en modalidad específica.	
			<b>AC-3</b> La superficie de aguas nacionales utilizada para acuacultura por el promovente no podrá superar la superficie de su(s) predio(s). En caso que se opte por este uso, los predios no podrán usar servidumbres voluntarias para ejercer densidades de construcción en tanto ocupen la superficie acuática en acuacultura.	
			<b>AGRICULTURA</b>	
			<b>AG-1</b> Se prohíbe todo tipo de actividad agrícola.	El proyecto constituye un campamento recreativo temporal y no se tiene contemplado realizar actividades agrícolas.
			<b>AG-2</b> Sólo se permite la producción de hortalizas para consumo dentro del mismo predio.	Como parte del concepto de sustentabilidad se tiene contemplado un huerto de hortalizas para uso del restaurante.

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			<b>AG-3</b> El uso de fertilizantes y plaguicidas deberá ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas Respectivas, además de la autorización de la CONANP. El uso de plaguicidas al interior de las viviendas, deberán de ser de baja permanencia en el ambiente.	El huerto se manejará bajo métodos de producción orgánicos por lo que no se aplicarán fertilizantes y plaguicidas.
			<b>ASENTAMIENTOS HUMANOS</b>	
			<b>AH-5</b> En los predios de menos de 50 m de frente al Mar Caribe, aquellos que no tengan frente a este o aquellos con menos de media hectárea, se podrá construir una casa habitación de hasta 75 m <sup>2</sup> de superficie construida y un máximo de 1.5 baños.	No aplican al proyecto, ya que se trata de un campamento recreativo temporal y no se pretende la construcción de casas unifamiliares.
			<b>AH-6</b> Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 50 m o mayor, y más de media hectárea sólo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 100 m <sup>2</sup> de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.	
			<b>AH-7</b> Los predios de propiedad privada con un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m <sup>2</sup> de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.	
			<b>Ah-8</b> Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con menos de 1 ha podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m <sup>2</sup> de superficie construida y un máximo de 3.5 baños y una cocina.	
			<b>Ah-9</b> Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y entre 1 a 2 has podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 m <sup>2</sup> de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.	
			<b>Ah-10</b> Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con más de 2 has podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400 m <sup>2</sup> de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.	
			<b>Ah-11</b> No se permitirán construcciones adicionales para servicio y	No aplican al proyecto, ya que éste se trata

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			resguardo de instalaciones (encargado o velador). En su caso, estas instalaciones deberán estar adosadas a la casa o construcción principal y sumarse en la superficie de construcción autorizada.	de un campamento recreativo temporal.
			<b>Ah-12</b> La superficie de los predios libre de construcción, será destinada a la conservación de las condiciones naturales del sitio, para lo cual, previo a la autorización de la SEMARNAT para el desarrollo, el propietario firmará un contrato transaccional notariado en la que autoriza a la SEMARNAT o al Municipio correspondiente a demoler a costo del propietario, las construcciones que sobrepasen la densidad de construcción establecida. O bien podrá establecerse una servidumbre voluntaria a favor de la Reserva que favorezca la obtención de dicho objetivo.	La promovente toma conocimiento de lo establecido y se pone a disposición de las autoridades para firmar el contrato respectivo.
			<b>Ah-13</b> Queda prohibida la subdivisión de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de esta división, no cuente con un mínimo de 100 m de frente al Mar Caribe.	El proyecto no considera la subdivisión del predio.
			<b>Ah-14</b> No se autorizará construcción alguna en lotes subdivididos con fecha posterior a la entrada en vigor del presente instrumento, que no cuenten con las características arriba establecidas.	
			<b>Ah-15</b> Sólo se permite la subdivisión de lotes menores de 100 metros de frente de playa, cuando la(s) superficie(s) menores de 100 m de frente de playa resultantes de la división, sea con fines de donación al patrimonio de la Reserva.	
			<b>Ah-16</b> Las donaciones de superficies a favor del patrimonio de la Reserva, no afectarán las densidades o derechos de casa habitación, servicios o infraestructura turística otorgados a los predios en sus superficies originales.	No se tienen contempladas donaciones a favor del patrimonio de la Reserva.
			<b>Ah-17</b> Se permite la fusión entre predios de propiedad privada.	El proyecto no considera la fusión de propiedades por lo que este criterio no le es vinculante.
			<b>Ah-18</b> No se permite la construcción de viviendas, ni infraestructura permanente para hospedaje o servicios en la zona comprendida entre el	El proyecto no considera infraestructura permanente, sin embargo, todas sus obras

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.	tanto las propuestas como las ya existentes se ubican por detrás del parteaguas de la duna, tal y como se muestra en el plano que a continuación se presenta.
			<b>CONSTRUCCIÓN</b>	
			<b>C-4</b> No se permite la utilización de explosivos.	No se hará uso de explosivos en ninguna de las etapas del proyecto.
			<b>C-5</b> Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento y deberá presentar un programa de restauración sitio.	No se instalará campamento de construcción, ya que los trabajadores serán transportados diariamente desde Tulum.
			<b>C-6</b> No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	Se acatará lo establecido.
			<b>C-7</b> Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	No se utilizará maquinaria pesada en la etapa de construcción, únicamente un generador de electricidad y motosierras para la realización de cortes de materiales de madera, bambú y similares. Este equipo se mantendrá en perfectas condiciones mecánicas garantizando con ello que no habrá derrame de aceites o combustible y una baja emisión de gases y polvos a la atmósfera. Esto además será posible exigiendo a los proveedores transportes en buenas condiciones.  Durante la operación no se usará maquinaria, únicamente una planta generadora de energía en casos necesarios, por lo que las emisiones a la atmósfera serán casi nulas.
			<b>C-8</b> El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la	Por la naturaleza de las obras propuestas,

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			dispersión de polvos.	armadas con materiales temporales (madera, lona, aluminio, entre otros), no se prevé el uso y/o almacenamiento de materiales que generen polvos. Sin embargo, considerando el transporte de materiales se tiene previsto el riego periódico del tramo del camino de acceso ubicado frente al predio para evitar la dispersión de polvos.
			<b>C-9</b> Los permisos de construcción se otorgarán en dos fases. La primera será para las instalaciones dedicadas al manejo sanitario de las aguas servidas y solo una vez supervisado el cumplimiento de la normativa establecida por los criterios específicos se otorgará la autorización para iniciar la edificación de la construcción habitacional o de servicios.	La construcción de las fosas sépticas y el humedal artificial se realizarán al inicio de la obra. Cuando hayan finalizado, se dará aviso a la autoridad para su valoración.
			<b>C-10</b> Toda obra pública o privada (incluyendo excavación, cimentación, demolición o construcción) en predios que cuenten con vestigios arqueológicos o adyacentes a estos, requieren adicionalmente la autorización del INAH.	Dentro del predio no se registró ningún tipo de vestigio arqueológico.
			<b>C-11</b> En el caso de las estructuras arqueológicas aisladas en predios de propiedad privada, las construcciones u obras autorizadas deberán contemplar una distancia de radio mínima de 10 m con centro construcción de cada estructura.	
			<b>EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA</b>	
			<b>EI-1</b> La SEMARNAT y los municipios promoverán y asesorarán a los particulares sobre el uso de ecotécnicas apropiadas para los desarrollos turísticos y residenciales e infraestructura de apoyo.	El proyecto contempla la construcción de un sistema de biodigestor y humedal artificial para recibir las aguas residuales generadas.  Asimismo, se tiene prevista la generación de energía eléctrica con base en un sistema de celdas solares y el uso de bicimáquinas.
			<b>EI-2</b> Toda obra pública o privada que se realice en la Reserva, requerirá	Con la presentación de este estudio se

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			autorización de la SEMARNAP en materia de impacto ambiental y de la Licencia de Construcción que otorgue la autoridad municipal correspondiente.	pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo del proyecto.
			<b>EI-4</b> Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	El proyecto contempla una serie de medidas que garantizarán el manejo correcto de los residuos sólidos generados, relacionadas en el Capítulo VI de este estudio.
			<b>EI-5</b> Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.	
			<b>EI-6</b> Las casas vacacionales, los desarrollos turísticos de hospedaje y servicios y los asentamientos humanos y en general cualquier edificación que genere aguas negras y grises, deberán contar con sistemas integrales de minimización de colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.	El proyecto contará con tres biodigestores que recibirán las aguas residuales de los baños, el restaurante y la cocina. Los biodigestores estarán conectados a humedales artificiales (Ver ficha técnica de biodigestor en <b>ANEXO 10</b> ).  Cuando el efluente proveniente del biodigestor llegue al humedal, tendrá una concentración baja en contaminantes y en el humedal continuará su tratamiento.  El agua tratada será reutilizada para el mantenimiento del campamento.
			<b>EI-7</b> Deberá incorporarse el uso de sistemas secos para el manejo y disposición final de excretas, con composteo y reaprovechamiento; o bien sistemas húmedos como los humedales artificiales, que cumplan con remociones mínimas del 90% tanto de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), como Sólidos Suspendidos Totales (SST). En el caso de humedales o procesos de biofiltración, deberá contarse con un sistema de impermeabilización a base de geomembranas de manera que garantice que no habrá percolación hacia el terreno o a los cuerpos	El proyecto contará con tres biodigestores que recibirán las aguas residuales de los baños, el restaurante y la cocina. Los biodigestores estarán conectados a humedales artificiales (Ver ficha técnica de biodigestor en <b>ANEXO 10</b> ).  Cuando el efluente proveniente del

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			de agua naturales. La superficie del terreno que requiera la instalación de humedales no se contabilizará en los metros cuadrados de construcción autorizados en el criterio Ah.	<p>biodigestor llegue al humedal, tendrá una concentración baja en contaminantes y en el humedal continuará su tratamiento.</p> <p>Los humedales artificiales pueden tratar con efectividad altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos (SS) y nitrógeno, así como niveles significativos de metales, compuestos orgánicos traza y patógenos.</p> <p>El DBO<sub>5</sub> soluble es eliminado por los microorganismos que crecen en la superficie de la grava, raíces y rizomas de las plantas. La reducción de los sólidos suspendidos totales (SST) es muy efectiva, produciendo efluentes con concentraciones inferiores a 20 mg/l (Lara, 1999). Los humedales también garantizan el control de malos olores y se obtienen eficacias de remoción de materia orgánica y coliformes respectivamente por arriba del 95% y del 99%.</p> <p>La superficie del fondo y paredes del humedal serán cubiertas por una geomembrana impermeable para prevenir percolaciones al suelo en caso de cualquier grieta en la estructura.</p>
			<b>EI-8</b> Toda emisión de aguas deberá cumplir con la NOM-ECOL-001-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.	El sistema de tratamiento de aguas residuales cumple con la normatividad mexicana en materia de aguas, se realizarán

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
				análisis periódicamente
			<b>EI-9</b> Sólo en condiciones extraordinarias por razones de limitaciones de espacio, se permitirá el uso de fosas sépticas y cuando éstas sean de tipo mejorado de concreto armado, de tres cámaras, con filtro inverso en la última cámara y pozo sellado hasta el manto salino de cuando menos 20 m de profundidad. El agua proveniente de la fosa deberá mezclarse con un volumen de agua salina de mínimo el doble del de agua dulce proveniente de la fosa, con el objeto de disminuir la flotabilidad del agua dulce dentro de la capa de agua salina en donde será descargada. Debido a la inestabilidad del terreno, no se permiten aquellas fosas construidas con tabique o block.	El proyecto no prevé fosas sépticas.
			<b>EI-10</b> Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita que el peso seco de los lodos que ahí se generen, sean menores de 180 gr/m <sup>3</sup> de agua tratada. Además deberán contar con un programa operativo que considera la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la Reserva.	El proyecto no incluye una planta de tratamiento convencional. Utilizará biodigestores acoplados a un humedal.
			<b>EI-11</b> En caso de instalar sistemas de riego, deberán estar articulados a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	No se instalarán sistemas de riego.
			<b>EI-12</b> Se prohíbe la disposición de desechos en cualquier cuerpo de agua natural.	Se acatará lo establecido. Se pretende la implementación de una serie de medidas de prevención y mitigación incluidas en el Capítulo VI de este estudio que garantizarán la correcta disposición de los residuos, evitando así su disposición en sitios inadecuados.
			<b>EI-13</b> Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la Reserva, las instalaciones para el manejo de aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la laguna Xamach y al poniente del mismo a partir de la laguna Xamach hasta Punta Allen, esto con el fin de evitar su contaminación.	El predio se encuentra ubicado a 15 km al norte de la Laguna Xamach. Como se observa en la imagen inserta a continuación el lote se ubica muy próximo al Arco Maya. Por ello la fosa séptica y el humedal se proyectan en la porción oriente del predio.

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			<b>EI-14</b> No se permite la pavimentación de los caminos costeros existentes, ni la construcción de nuevos caminos o caminos radiales al principal.	El proyecto no contempla la pavimentación de caminos existentes ni la construcción de nuevos caminos. El acceso al predio se mantendrá como hasta ahora, a través del camino existente Tulúm - Punta Allen.
			<b>EI-15</b> No se permite la pavimentación de los caminos costeros existentes. Se permite la construcción de 1 camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m. Si los caminos caen en manglares, se deberán hacer puentes.	
			<b>EI-16</b> Cualquier modificación al trazo actual de los caminos requerirá la autorización de impacto ambiental de la SEMARNAT y del Gobierno del Estado.	No se tiene contemplado realizar ningún tipo de modificación en las vialidades de la Reserva.
			<b>EI-17</b> Todos los carteles deberán contar con la autorización de la Dirección de la Reserva y de las autoridades municipales correspondientes.	No se tiene contemplada la instalación de carteles, en caso de requerirse se acatará lo establecido en estos criterios.
			<b>EI-18</b> Sólo se permitirá un cartel publicitario por predio con una dimensión máxima de 1.2 x 0.6 m, que indique la razón social o el nombre comercial y los servicios que se ofrecen dentro del propio predio.	
			<b>EI-19</b> Los carteles deberán estar pintados con un fondo color café (o el color propio de la madera natural) y el texto o logotipos con letras amarillas.	
			<b>EI-20</b> Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas (servidumbre de paso) al menos cada 1,000 m en promedio con una amplitud mínima de 2.00 m y máxima de 3.00 m. Los propietarios en coordinación con las autoridades competentes evaluarán y determinarán la ubicación de los mismos. En la realización de cualquier obra o actividad deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona.	En el predio no existen accesos a la playa, por lo tanto el promovente acatará lo dispuesto en este criterio previa coordinación con las autoridades.

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			<b>EI-21</b> No se permitirá el estacionamiento de vehículos en los accesos a las playas.	No se pretende llevar a cabo la acción mencionada, ya que el área de estacionamiento se ubicó en un área contigua a la carretera Tulum - Punta Allen.
			<b>EI-22</b> No se permite la instalación de pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.	Este criterio no aplica al proyecto, ya que no se tienen contempladas estas obras.
			<b>EI-23</b> No se permite la utilización de lagunas costeras, bahías o lagunas arrecifales para el acuaticaje de hidroaviones.	No se tiene previsto el uso de hidroaviones.
			<b>EI-24</b> No se permite la instalación de marinas.	No se tiene contemplada la construcción de marinas dentro del área del proyecto.
			<b>EI-25</b> No se permite la construcción de muelles o embarcaderos.	Este criterio no aplica al proyecto, ya que no se tienen contempladas estas obras.
			<b>EI-26</b> La instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras, deberán guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 m en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que el acceso será peatonal sobre la prolongación del muelle sobre pilotes hasta tierra firme y afectando al manglar en un ancho máximo de 2 m. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir un muelle, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar el muelle más cercano a la construcción principal del predio, siempre y cuando apoyen al dueño del predio en donde está construido el muelle en su mantenimiento.	El proyecto no implica la construcción de muelles o embarcaderos, por lo tanto, estos criterios no son aplicables al mismo.
			<b>EI-27</b> La construcción de muelles o embarcaderos rústicos deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	
			<b>EI-28</b> Se prohíbe el uso de creosota y otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera para los embarcaderos rústicos.	
			<b>EI-29</b> La construcción de rampas para maniobras de remolques de	

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			lanchas en la zona lagunar, se podrán instalar de la siguiente forma: una en la laguna Caapechan, una en la Laguna Boca Paila, una en San Miguel - Xamach y dos en el río con una distancia promedio de 8 km entre ellas, y una en Laguna Pájaros. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir una rampa, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar la rampa más cercana a la construcción principal del predio, siempre y cuando apoyen al dueño en su mantenimiento.	No se tiene prevista la construcción de rampas para maniobras, ni ninguna otra obra en la laguna, ni en el mar.
			<b>EI-31</b> La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica y telefónica será subterránea, incluyendo al interior de los predios. Se recomienda el uso de telefonía por microondas.	El proyecto se abastecerá de energía eléctrica por medio de paneles solares, no se instalarán líneas telefónicas, este servicio estará supeditado a la recepción de la señal satelital en teléfonos móviles.
			<b>EI-33</b> Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía. Los generadores de combustión interna, deberán estar protegidos del ambiente y cumplir con la Norma Oficial Mexicana de ruido.	El proyecto incluye la energía solar como fuente de producción de energía eléctrica, así como el uso de bicimáquinas. No obstante y como un elemento emergente de apoyo, incluye una planta generadora de luz de tipo comercial, la cual será colocada bajo techo. Esta planta será adquirida considerando que cuente con las características adecuadas que permitan el cumplimiento de la norma oficial en materia de ruido.
			<b>EI-34</b> La instalación de infraestructura telefónica y energía se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.	El proyecto se abastecerá de energía eléctrica por medio de paneles solares, mientras que el servicio de telefonía será de tipo satelital.
			<b>EI-35</b> No se permitirán las instalaciones de infraestructura o almacenamiento de combustibles mayores a 2,000 l (gas y diesel) y NOM.	Se contará con un tanque de gas de 40 kilogramos de capacidad para el uso en la cocina, mismo que no rebasa la capacidad especificada en este criterio.

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			<b>EI-36</b> Se prohíben los campos de golf.	Este criterio no aplica al proyecto, ya que se trata de un campamento recreativo temporal.
			<b>EI-37</b> La disposición de baterías y acumuladores, insecticidas, así como sus empaques y envases, deberá cumplir con lo dispuesto en la LEGEEPA en materia de recursos peligrosos.	El proyecto acatará lo dispuesto en el presente criterio, en lo que se refiere a la disposición de baterías o pilas, que es el único elemento que se utilizará de los referidos en este criterio.
			<b>EI-38</b> Solo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación, manejo y rescate de las zonas arqueológicas.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no hay vestigios arqueológicos dentro del predio.
			<b>PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA</b>	
			<b>Ff-1</b> El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-RECNAT-012-1996 y se requerirá permiso de la Dirección de la Reserva.	El proyecto no pretende el aprovechamiento de leña en el predio, sin embargo, en caso de que se opte para su uso eventual en la preparación de algún platillo de cocina la leña y/o carbón que se necesite será adquirido con proveedores autorizados.
			<b>Ff-2</b> Se prohíbe el aprovechamiento de leña para uso doméstico.	
			<b>Ff-3</b> No se permite el dragado ni la remoción de pastos marinos.	No se contemplan actividades de dragado, ni remoción de pastos marinos.
			<b>Ff-5</b> En la Zona Federal Marítimo Terrestre y hasta los siguientes 20 metros de la cresta de dunas en las playas tortugueras solo se permite la instalación de infraestructura para el manejo de la especie.	En observancia a este criterio, este proyecto no propone ninguna obra dentro de la UGA An2.
			<b>Ff-6</b> Durante el periodo de anidación de tortugas, se controlará el acceso a las playas tortugueras.	El proyecto acatará a lo dispuesto en el presente criterio.
			<b>Ff-7</b> En playas tortugueras se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	El promovente no instalará iluminación directa al mar ni a la playa
			<b>Ff-8</b> En las áreas adyacentes a las playas tortugueras se manejará la inclinación y los colores de la iluminación artificial (preferentemente roja	El promovente instalará la iluminación del proyecto atendiendo cabalmente las

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			o amarilla), que garantice la arribazón de las tortugas.	indicaciones de este criterio.
			<b>Ff-9</b> Se prohíbe el tránsito vehicular sobre la playa y dunas, con la excepción a los previstos en el programa de manejo de tortugas y de los programas de vigilancia de la SEDENA, SEDEMAR y la SEMARNAT.	El proyecto cumplirá en todo momento con lo dispuesto en estos criterios.
			<b>Ff-10</b> Se prohíbe la introducción de animales domésticos en las playas tortugueras durante la temporada de anidación (abril a septiembre).	
			<b>Ff-11</b> Se prohíbe encender fogatas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en las playas de anidación de tortugas.	
			<b>Ff-12</b> Se prohíbe el tránsito de ganado caballar y cualquier otra fauna doméstica o domesticada para transporte o recreación en las playas y dunas de la Reserva.	
			<b>Ff-13</b> El establecimiento de viveros, invernaderos y criaderos de especies nativas, así como de Unidades de Manejo de Vida Silvestre requieren autorización de la SEMARNAT.	Este criterio no es aplicable al proyecto ya que no se establecerán obras ni actividades de este tipo.
			<b>Ff-14</b> Se requiere permiso de la SEMARNAT para el aprovechamiento de las hojas de las palmas <i>Thrinax radiata</i> y <i>Cocotrinax readii</i> .	No se realizará aprovechamiento de estos recursos.
			<b>Ff-15</b> Se prohíbe la introducción o siembra de especies de flora y fauna exóticas.	No se pretenden introducir especies de flora o fauna exóticas.
			<b>Ff-16</b> Se prohíbe la introducción y manutención de gatos domésticos ( <i>Felis catus</i> )	No se introducirán ejemplares de esta especie ni de ninguna otra especie exótica.
			<b>Ff-17</b> Se promoverá la erradicación del pino de mar <i>Casuarina equisetifolia</i> y el reestablecimiento de la flora nativa.	No se encontraron ejemplares de esta especie en el predio, pero en caso de registrarse, serán erradicadas del predio.
			<b>Ff-18</b> En las áreas jardinadas se emplearán preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación este suprimida.	El proyecto contempla preferentemente el uso de plantas nativas pero en caso de optar por alguna especie exótica esta será del tipo no invasora de acuerdo a la clasificación de la CONABIO.

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			<b>Ff-19</b> La recolección de plantas para uso ornamental y sus subproductos (semillas, esquejes, acodos, brotes, yemas, propágulos, etc.), podrá realizarse por el propietario dentro del mismo predio en donde serán utilizadas, o en otros predios mediante permiso de la Dirección de la Reserva.	No se pretende realizar esta actividad.
			<b>Ff-20</b> Se prohíbe la construcción de arrecifes artificiales promotores de playa.	No se pretende realizar la construcción de arrecifes artificiales.
			<b>Ff-21</b> Se prohíben los dragados, apertura de canales, bocas y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina.	Dentro del proyecto no se contempla ninguna de las actividades descritas en este criterio.
			<b>Ff-22</b> No se permite la desecación de humedales, tala y relleno del manglar, con la excepción de las podas autorizadas por la SEMARNAT para la instalación de infraestructura menor que se requiera tales como accesos peatonales, senderos y muelles rústicos.	No se tiene contemplado realizar ninguna obra o actividad en la zona de humedal.
			<b>ACTIVIDADES FORESTALES</b>	
			<b>FO-1</b> Se permite la reforestación con palma de coco hasta en un 50 % del frente de mar de cada predio sin seccionarse.	Las instalaciones ya desarrolladas del proyecto así como las complementarias que se proponen, están ubicadas dentro de la superficie ocupada por una antigua plantación de palma de coco y no se requiere replantar. Respecto al programa de reforestación que se propone en la zona de duna no se considera la palma de coco debido a que el objetivo es favorecer la restauración de la cobertura vegetal natural.
			<b>FO-2</b> En las áreas con presencia de palma de coco no podrá eliminarse la vegetación herbácea y arbustiva.	En la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an existen aproximadamente 100 km de dunas costeras en una franja de 100 a 200 m de ancho, que separa el mar de las lagunas

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
				interiores. El 90% de su superficie se encontraba cubierta por plantaciones de <i>Cocos nucifera</i> (Espejel 1983, SEMARNAP s/f). Dentro de esta superficie se localiza la porción sur del predio, y es en esta zona donde se ubican las obras del proyecto se desarrolla una antigua plantación de <i>Cocos nucifera</i> . En esta zona no hay desarrollo de estrato arbustivo y herbáceo debido a su naturaleza de plantación, y al uso que se le dió al área como sitio de campamento para los visitantes de la Reserva. Esta área es la que se escogió dentro del predio como más adecuada para el desarrollo del proyecto evitando con ello afectar la vegetación que predomina en el predio y que corresponde a palmar natural de <i>Thrinax radiata</i> .
			<b>FO-3</b> Queda prohibido el uso del fuego para desmontes, para la quema de basura y para la reducción de desechos vegetales y para el manejo de las áreas de crecimiento de palma de coco.	El proyecto no incluye el uso del fuego para la disposición final de residuos de cualquier origen.
			<b>FO-4</b> No se permite el uso de maquinaria pesada para desmontes.	El proyecto no requiere del manejo de maquinaria pesada porque se desarrolla bajo la sombra de una antigua plantación de palma de coco, en los claros generados para su establecimiento, en donde no hay vegetación.
			<b>FO-5</b> Queda prohibida la reforestación o plantación de las especies: Casuarina o Pino de Playa ( <i>Casuarina sp.</i> ), Pirul Brasileño ( <i>Schinus terebinthifolius</i> ), Meleleuca ( <i>Melaleuca quinquenervia</i> ), Almendro	El proyecto no pretende usar ninguna de estas especies. Considera utilizar predominantemente especies nativas y

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			( <i>Terminalia sp</i> ) y Columbrina ( <i>Colubrina asiatica</i> ), Eucaliptos ( <i>Eucalipto sp</i> ) y flamboyan ( <i>Delonix regia</i> ).	posiblemente algunas exóticas que no sean consideradas invasoras por la CONABIO.
			<b>ACTIVIDADES INDUSTRIALES</b>	
			<b>I-1</b> No se permite la instalación de industrias.	El desarrollo es de tipo turístico y no pretende desarrollarse ninguna actividad industrial.
			<b>I-2</b> Sólo se permitirá la instalación de talleres para la actividad artesanal de bajo impacto que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía.	
			<b>MANEJO DE ECOSISTEMAS</b>	
			<b>MAE-1</b> Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran, deberán poner especial atención al recurso agua y presentar las medidas de prevención de contaminación al manto freático.	<p>Para dar cumplimiento al presente criterio se instalarán sistemas de ahorro de agua en todos los baños así como en la cocina.</p> <p>Para el mantenimiento de las instalaciones se utilizará el agua proveniente del sistema de tratamiento de aguas residuales (humedal artificial) y aquella captada proveniente de las lluvias.</p> <p>En el Capítulo VI de este estudio se presentan medidas para la prevención de la contaminación del manto freático, entre las que se encuentran el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, y el almacenamiento de combustibles cumpliendo los lineamientos establecidos en la normatividad.</p>
			<b>MAE-2</b> No se permite que el agua obtenida de acuíferos superficiales y subterráneos ubicados en esta Unidad de Gestión Ambiental sea canalizada y trasladada fuera de ella.	El proyecto incluye un pozo de extracción para suministro de agua dentro del área ocupada por el proyecto, por lo que no se pretende canalizarla para llevarla fuera de la

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
				misma.
			<b>MAE-3</b> Las obras de acceso a los cuerpos de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por la correspondiente autorización de impacto ambiental.	No se llevarán a cabo obras para la apertura de accesos a los cuerpos de agua ubicados ni dentro ni fuera del predio.
			<b>MAE-4</b> Sólo se permitirá un pozo por predio con vivienda unifamiliar.	No se pretende la instalación de una vivienda unifamiliar, sin embargo se proyecta la instalación de un pozo de extracción.
			<b>MAE-5</b> La autorización para la construcción de pozos y su funcionamiento, requiere de autorización de la CNA y el visto bueno de la Dirección de la Reserva, así como de la factibilidad derivada de estudios específicos y monitoreo constante de la conductividad del agua para evitar la sobreexplotación (intrusión salina).	Durante la construcción de las obras complementarias del proyecto, el agua pretende abastecerse de pipas del poblado de Tulum, sin embargo durante la operación se pretende la apertura de un pozo de extracción que forma parte de las obras del proyecto .
			<b>MAE-6</b> El aprovechamiento de aguas subterráneas no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizar la no intrusión salina.	Una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto, incluyendo el pozo de extracción propuesto, y en forma previa a su instalación, se obtendrá la autorización de la CNA y el visto bueno de la Dirección de la Reserva, con base en estudios específicos que indiquen la capacidad de extracción y profundidad del pozo y de esta forma se garantice el cumplimiento de estos criterios.
			<b>MAE-7</b> Se promoverá la instalación de sistemas domésticos de captación de agua de lluvia <i>in situ</i> .	Se instalará un sistema de captación de agua pluvial que mediante tuberías de PVC conducirá el agua desde el techo de las instalaciones como baños y restaurante hacia un colector. El agua se utilizará en los WC, regaderas y lavabos.

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			<b>MAE-8</b> Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	El proyecto no implica la modificación ni obstrucción de escurrimientos pluviales, las instalaciones serán no permanentes.
			<b>MAE-9</b> Se prohíbe la extracción de agua de cenotes.	Dentro del predio del proyecto y en su área de influencia no hay cenotes.
			<b>MAE-10</b> No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	Dentro del área del proyecto no se cuenta con cenotes, cavernas o dolinas que puedan ser modificadas por el desarrollo del mismo.
			<b>MAE-11</b> No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones de los cenotes ni la remoción de la vegetación acuática.	
			<b>MAE-12</b> Se prohíbe el desmonte, despalle y modificaciones a la topografía en un radio no menor de 50 m, alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	
			<b>MAE-13</b> Los desechos orgánicos podrán procesarse dentro de los propios predios en la Reserva, siempre y cuando se garantice que los lixiviados no tengan contacto con los cuerpos de agua naturales	Se pretende que la mayoría de los residuos orgánicos generados se utilicen para elaborar composta dentro de contenedores de madera elevados, ubicados en el área del huerto.
			<b>MAE-14</b> Quedan prohibidas las quemas de vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.	No se tiene contemplada la realización de ninguna de estas actividades.
			<b>MAE-15</b> No se permite la quema de corral o de traspatio de desechos sólidos.	El proyecto contempla la disposición final de los desechos sólidos fuera del predio, en sitios autorizados.
			<b>MAE-16</b> Los senderos o accesos peatonales que se autoricen sobre manglares deberán de realizarse de forma elevada sobre pilotes o tocones.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya no se pretende construir senderos o accesos sobre manglar.
			<b>MAE-17</b> Al interior de los predios, no se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 m de ancho, paralelos a la	Por efecto de los usos previos registrados en el área donde se ubica la infraestructura del proyecto, la cobertura vegetal de la zona de

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			costa, o en forma de zigzag si son perpendiculares a la costa. Se permiten los andadores elevados.	duna que colinda con el predio fue afectada y por ello se propone implementar el Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de Duna Costera que se integra al presente como ANEXO 11. El principal objetivo de este programa es favorecer la restauración de la cubierta vegetal en la zona afectada. Al respecto de los senderos, se tienen proyectados 4 en forma de zigzag y con anchura de 1.5 m, estas características son para evitar incrementar la erosión natural de la duna y la afectación a la zona de reforestación. La ubicación y trazo de estos senderos serán respetados desde el momento en que se delimiten las áreas de reforestación con el fin de que los paseantes no afecten dichas áreas y tampoco sea necesario remover posteriormente ninguno de los ejemplares utilizados en la reforestación.
			<b>MAE-18</b> Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la Restauración y mantenimiento de los sitios arqueológicos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no es un sitio arqueológico.
			<b>MAE-19</b> El desarrollo de la infraestructura turística o habitacional solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio en sentido norte – sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir. Asimismo, se conservarán los elementos más importantes de la vegetación.	Tomando en cuenta los usos de suelo previos en el sitio donde se encuentran las instalaciones ya desarrolladas del proyecto y con la intención de no generar nuevas afectaciones en el predio, el proyecto Campamento Ka'an propone aprovechar las obras ya sancionadas ubicadas en el Polígono 2 y adicionar otros elementos en la misma zona, ya que ésta corresponde a una

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
				<p>antigua plantación de palma de coco en la que por uso previos recientes ajenos a la promovente no existe estrato herbáceo ni arbustivo.</p> <p>De esta manera no se generan más afectaciones que las ya registradas en la porción sur del predio y deja sin afectaciones al resto de su superficie donde se desarrolla vegetación propia de la región, y en la que predomina el palmar natural de <i>Thrinax radiata</i>.</p>
			<b>MAE-20</b> Solo la superficie de construcción y hasta 10 metros perimetrales, podrá ser despalmada totalmente.	Debido a que el proyecto se propone dentro de una antigua plantación de palma de coco, que no presenta restablecimiento natural para ninguno de los estratos de la vegetación natural circundante, no se realizará ninguna actividad de desmonte, despalme o remoción de vegetación.
			<b>MAE-21</b> Durante las actividades de construcción sólo podrá removerse suelo en el sitio del desplante del predio.	
			<b>MAE-22</b> Con la excepción de la palma de coco ( <i>Cocos nucifera</i> ), no se permite la utilización de los troncos de otras especies de palma como material de construcción.	La madera que se requiera para la realización de las obras será adquirida en casas comerciales autorizadas.
			<b>MAE-23</b> Queda prohibida la extracción de recursos minerales y la remoción de arena de las playas y dunas, así como el uso o aprovechamiento de lajas de la zona rocosa intermareal.	No se tiene contemplada la extracción de ningún tipo de recurso natural del área del proyecto. Todo recurso de este tipo que sea requerido, será obtenido de expendios autorizados.
			<b>MAE-24</b> La edificación de cercas y los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre. Con el objeto de	Se pondrá a consideración de la CONANP la adecuación de las cercas existentes asegurando la conectividad de los

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			evitar diferencias en la interpretación, los interesados deberán contar con el visto bueno del tipo de cercado de la CONANP.	ecosistemas.
			<b>MAE-25</b> No se permite la instalación de cercas perimetrales en los predios de propiedad privada. Solo se permite la colocación de mojoneras.	No existen cercos perimetrales en la propiedad. Sin embargo por motivos de seguridad y para evitar invasiones, sí se levantó una cerca en el flanco este de la carretera Tulum – Punta Allen.
			<b>MAE-26</b> En las playas arenosas solo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera de un poste y hojas de palma o pasto, siempre y cuando no sea un área de anidación de tortugas.	Debido a que el área de duna y playa que colinda con el predio es una zona de anidación de tortugas, el proyecto no incluye la instalación de ninguna de estas estructuras en dicha zona.
			<b>ACTIVIDADES PECUARIAS</b>	
			<b>P-1</b> No se permite la ganadería de traspatio.	No se tiene prevista ninguna actividad pecuaria en el área.
			<b>P-2</b> Se permite la avicultura de traspatio siempre y cuando esta se encuentre en encierro permanente.	
			<b>P-3</b> Solo se permite la ganadería vacuna y caballar de tipo estabulado con una superficie máxima de ocupación del predio del 10 %, en la cual se dé un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, a través de su depositación en sitios autorizados o el uso de biodigestores.	
			<b>P-4</b> No se permite la ganadería ovina, caprina ni porcícola.	
			<b>ACTIVIDADES TURÍSTICAS</b>	
			<b>Tu-1</b> La prestación de servicios recreativos basados en el uso de recursos naturales al interior de los predios de propiedad privada,	El proyecto no pretende llevar a cabo la prestación de servicios recreativos basados

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			requieren permiso de la SEMARNAT y en el caso de zonas arqueológicas, adicionalmente del INAH.	en el uso de recursos naturales, ni existen vestigios arqueológicos en el predio, ni pretenden usarse vehículos o artefactos terrestres o acuáticos en aguas nacionales o terrenos federales; sin embargo, con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento requiere la autorización de la SEMARNAT, para lo cual se somete a evaluación la presente MIA-P.
			<b>Tu-2</b> La prestación de servicios recreativos al interior de la Reserva que requieran del uso de vehículos o artefactos terrestres o acuáticos en aguas nacionales, terrenos federales estará en función de la capacidad de carga de los ecosistemas y requiere permiso expreso de la SEMARNAT.	
			<b>Tu-3</b> Los predios de propiedad privada que cuenten con más de 100 m de frente de playa y menos de 600 podrán ejercer una densidad de 0.5 cuartos tipo hotelero/ha, en otros predios de la misma región, mediante el uso de servidumbres voluntarias.	Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que no se trata de un proyecto hotelero, sino de un campamento recreativo temporal.
			<b>Tu-5</b> El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de playa o de campamento es de 350 m de frente de playa.	El predio cuenta con 2,462.92 m de frente de playa por lo que el proyecto Campamento Ka'an cumple con este criterio.
			<b>Tu-6</b> Los predios que desarrollen servicios comerciales o de playa, no podrán ejercer densidades de cuartos tipo hotelero mediante el uso de servidumbres voluntarias, ni instalar en el predio infraestructura habitacional, con la excepción de una casa habitación para la permanencia de personal asignado a la vigilancia.	Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que se trata de un campamento recreativo temporal, que no pretende ofertar servicios de cuartos hoteleros.
			<b>Tu-7</b> Sólo los predios con un frente de playa mayor de 150 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de servicios de playa o de campamento cuando, al establecer servidumbres voluntarias, estos resulten los predios dominantes donde se ubicarán las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 250 m de frente de playa, estén ubicados en la misma región	El predio del proyecto cuenta con 2,462.92 m de frente de playa, por lo que da cumplimiento al criterio TU-5 y no le aplica este criterio Tu-7.

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			y en una UGA de Protección o Restauración.	
			<b>Tu-8</b> El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero es de 600 m de frente de playa.	Estos criterios no son aplicables al proyecto toda vez que se trata de un campamento recreativo temporal, que no pretende ofertar servicios de cuartos hoteleros.
			<b>Tu-9</b> Los predios que desarrollen servicios comerciales de cuartos tipo hotelero, no podrán instalar de forma adicional o separada servicios de playa o de campamento, o instalar infraestructura habitacional, con la excepción de las instalaciones necesarias para el servicio del personal.	
			<b>Tu-10</b> Sólo los predios con un frente de playa mayor de 200 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de cuartos tipo hotelero cuando, al establecer servidumbres voluntarias estos resulten los predios dominantes en los que se ubicaran las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 500 m de frente de playa, estén ubicados en su totalidad en la misma región y en una UGA de Protección o Restauración.	
			<b>Tu-11</b> Los predios con 600 m de frente de playa pueden instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en función de 0.5 ctos. /ha.	
			<b>Tu-13</b> Los predios con 600 m de playa podrán incrementar su densidad de cuartos tipo hotelero, mediante el uso de servidumbres voluntarias con predios de la misma región o mediante la fusión con predios vecinos.	Estos criterios no son aplicables al proyecto toda vez que se trata de un campamento recreativo temporal, que no pretende ofertar servicios de cuartos hoteleros.
			<b>Tu-14</b> Los predios de propiedad privada que cuenten con 600 m de frente de playa o más y cuenten con 10 has o más se les asignará de forma adicional 0.2 cuartos tipo hotelero por hectárea a partir de la undécima.	

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			<b>TU-15</b> En el uso de servidumbres voluntarias, los predios dominantes podrán instalar hasta 3 veces más su densidad original permitida. Se exceptuaran aquellos predios dominantes que reciban la densidad total de los predios sirvientes cuando estos últimos se ubiquen en una UGA de Protección o Restauración.	
			<b>TU-16</b> No se permite ningún tipo de construcción para hospedaje, servicios particulares o vivienda.	En la superficie del predio regulada por estas UGA's no se pretende establecer ningún tipo de construcción, al contrario, las instalaciones que se ubican en la UGA An2 y que fueron sancionadas por la PROFEPA serán paulatitamente desmanteladas, mencionando que dichas obras corresponden en su mayoría a estructuras hechas de materiales temporales como madera, zacate y hoja de palma.
			<b>TU-18</b> Los predios de propiedad privada o porción de los mismos, solo podrán ejercer servidumbres voluntarias como predios sirvientes de densidades de construcción en función de 0.35 cuartos tipo hotelero por ha para infraestructura turística a predios dominantes en la misma región.	Estos criterios no aplican al proyecto porque no es de tipo hotelero y el promovente no pretende ejercer servidumbres voluntarias.
			<b>TU-19</b> Los predios de propiedad privada o porción de los mismos, solo podrán ejercer servidumbres voluntarias como predios sirvientes de densidades de construcción en función de 1 cuarto tipo hotelero por ha para infraestructura turística a predios dominantes en la misma región.	
			<b>TU-20</b> El Municipio correspondiente y la CONANP a través de la Dirección de la Reserva, en el ámbito de sus respectivas competencias instalarán el registro y control de las servidumbres que con motivo del POET se lleven a cabo entre los particulares que voluntariamente así lo determinen. Dichas servidumbres deberán constar por escrito y se establecerán <i>ad perpetum</i> y de manera irrevocable. En el registro de	Estos criterios no aplican al proyecto porque el promovente no pretende establecer servidumbres voluntarias.

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			servidumbres se especificarán los datos correspondientes a la inscripción del gravamen en los Registros Públicos de la Propiedad, así como las demás características, medidas y colindancias de los predios destinados para tal fin.	
			<b>Tu-21</b> Una vez establecida la servidumbre voluntaria, la autoridad Municipal otorgará la Licencia de Uso del Suelo resultante y definitiva, tanto al predio dominante como al predio sirviente, misma que será inscrita en el registro de servidumbres. Este trámite deberá ser realizado previo a la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental y el trámite de la Licencia de Construcción.	
			<b>Tu-22</b> Se permite la instalación de infraestructura de apoyo para actividades de turismo contemplativo, tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores, torres para observación de aves, etc.	El proyecto incluye la instalación de una torre que funcionará tanto como soporte para la cisterna para agua y como para mirador elevado. La altura de esta torre será de 8 metros.
			<b>Tu-23</b> Se permite la instalación de servicios públicos, que requiera la administración de la Reserva.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
			<b>Tu-24</b> Las casas habitación e infraestructura para hospedaje turístico, no excederán los 2 niveles u 8 m de altura.	La infraestructura del proyecto se propone en un solo nivel.
			<b>Tu-26</b> No se permite el uso de plataformas flotantes, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva.	El proyecto se propone en su totalidad en el área que ocupa una antigua plantación de palmera de coco; no incluye para sus servicios la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva.
			<b>Tu-27</b> El uso de áreas de campamento temporal de tipo recreativo o educativo fuera de las propiedades privadas, o en las UGA's a las que se asignó una política ecológica de protección, requerirán el permiso	El criterio no es aplicable. El campamento recreativo temporal propuesto se desarrolla

TU1	An2	An3	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
			expedido por la Dirección de la Reserva, previo análisis de su viabilidad y condicionantes a las que habrán de sujetarse.	al interior de una propiedad privada.
			<b>Tu-28</b> Todo proyecto de desarrollo turístico deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.	En el predio no existen accesos a la playa, en dado caso que sea necesaria la apertura de uno de ellos el promovente está dispuesto a coordinarse con las autoridades para establecer el lugar del mismo.
			<b>Tu-29</b> La utilización de cavernas y cenotes para uso recreativo, estará sujeto a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la diversidad biológica.	En la zona del proyecto no existen cavernas ni cenotes.
			<b>Tu-30</b> El uso y aplicación de otros instrumentos jurídicos o administrativos que promuevan la equidad social en la distribución de los costos y beneficios asociados a la conservación de los recursos naturales y al aprovechamiento del valor inmobiliario deberá ser aprobado previamente por el Comité Técnico del POET de la Zona Costera de Sian Ka'an.	Este criterio no aplica al proyecto.

## V. ARTÍCULO 60 TER DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (D.O.F., 1 de febrero del 2007).

Todas las actividades que pretendan realizarse en/o próximos a ecosistemas de manglar se encuentran reguladas por:

- El Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.
- La NOM-022-SEMARNAT-2003.
- El Acuerdo mediante el cual se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003.

El promovente conservará la totalidad de la zona de manglar que se encuentra dentro del predio. No obstante, es necesario vincular el proyecto con la normatividad que regula el aprovechamiento del manglar debido a que estos ecosistemas se sustentan principalmente en los flujos hidrológicos, los cuales trascienden sus límites y las actividades que se realizan en sus proximidades pueden tener influencia sobre dichos flujos.

### Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.

Este artículo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero del 2007, establece a la letra lo siguiente:

*Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*

*Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.*

El proyecto no contempla la remoción, relleno, transplante, poda ni ninguna otra obra o actividad que afecte al ecosistema de manglar según los siguientes parámetros:

a. Flujo hidrológico.- El proyecto no contempla obras ni actividades en el área de manglar, por lo que no afectará los flujos hídricos superficiales de los que depende la existencia de este ecosistema. Asimismo, se contempla la extracción de agua subterránea por medio de un pozo, cuya capacidad de extracción y profundidad se determinarán con base en los resultados del estudio geohidrológico correspondiente.

b. Capacidad de carga natural del ecosistema.- La capacidad de carga es una herramienta de planificación usada principalmente en áreas naturales protegidas, que sustenta y requiere decisiones de manejo. La capacidad de carga es relativa y dinámica, porque depende de variables que constituyen apreciaciones y que según las circunstancias pueden cambiar. En el caso de las áreas protegidas, cualquier denominación de capacidad de carga debe basarse en los objetivos de la misma, los cuales definen la categoría de manejo y limitan los usos que pueden darse dentro de ella. Puesto que la capacidad de carga de un sitio depende de las características particulares del mismo, debe ser determinada para cada lugar por separado. La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como un fin en sí misma ni como la solución a los problemas del exceso de visitantes de un área protegida, ya que las decisiones en las que se basa, siendo humanas, estarán sujetas a consideraciones (o presiones) de orden social, económico y político que podrían desvirtuar la utilidad de la capacidad de carga como una herramienta de manejo (Cifuentes 1992).

Ahora bien, el proyecto Campamento Ka'an es congruente con lo establecido en el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an, así como en el POET de Sian Ka'an. Ambos instrumentos establecen los límites y adaptaciones necesarios para evitar que los recursos naturales que sustentan las actividades o las obras se vean afectados por las mismas, con base en estudios de capacidad de carga realizados específicamente para el ANP RBSK (CONANP 2014).

c. Las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.- El proyecto no contempla el desarrollo de obras ni actividades dentro del manglar, por lo que no afectará los procesos ecológicos de la fauna nativa. Asimismo, la ubicación y densidad del proyecto respeta lo establecido en el POET de Sian Ka'an; la infraestructura del proyecto será de bajo impacto; y las actividades que se realizarán también serán de bajo impacto, por lo que no se afectarán los procesos ecológicos de la fauna del manglar.

d. Interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales.- El proyecto se apega a la zonificación, densidad y capacidad de carga establecida por los instrumentos aplicables, los cuales han determinado estos parámetros con base en estudios de capacidad de carga realizados específicamente para el área en cuestión. En el mismo sentido, el proyecto contempla infraestructura y actividades de bajo impacto, sin modificar la topografía, los flujos hídricos, la vegetación, ni el suelo, de tal

manera que no modificará las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales.

e. Características y servicios ecológicos.- El proyecto no contempla el desarrollo de obras ni actividades en el manglar, por lo que no afectará de manera directa las características y servicios ecológicos que este ecosistema brinda. Tampoco afectará estos parámetros de manera indirecta, ya que el proyecto se desplantará al Este del camino de acceso de Punta Allen, con la finalidad de evitar la contaminación de las lagunas costeras y de no interrumpir los flujos hidrológicos superficiales ni subterráneos asociados a ellas. Asimismo, respetará la zonificación y densidad establecidas en los instrumentos aplicables y su infraestructura y actividades serán de bajo impacto.

**VI. NOM-022-SEMARNAT-2003 (D.O.F. 10 de abril de 2003), QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA LA PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN, APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y RESTAURACIÓN DE LOS HUMEDALES COSTEROS EN ZONAS DE MANGLAR; ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43 A LA NOM-022-SEMARNAT-2003 (D.O.F. 7 de mayo de 2004).**

Como se ha mencionado antes, el proyecto no contempla obras ni actividades de ningún tipo en el ecosistema de manglar; sin embargo, ya que se encuentra a menos de 100 m de distancia de éste ecosistema, es necesario vincularlo con lo establecido en la NOM-022-SEMARNAT-2003. Dicha vinculación se presenta a continuación.

NOM-022-SEMARNAT-2003	
<b>4.0</b>	<p>El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. Debe garantizarse en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;</li> <li>• La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;</li> <li>• Su productividad natural;</li> <li>• La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;</li> <li>• Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;</li> <li>• La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;</li> <li>• Cambio de las características ecológicas;</li> <li>• Servicios ecológicos; ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de</li> </ul>

**NOM-022-SEMARNAT-2003**

las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

El proyecto cumplirá lo establecido como se explica a continuación.

- **Integridad del flujo hidrológico del humedal costero.** El proyecto no contempla obras ni actividades en el área de manglar, por lo que no afectará los flujos hídricos superficiales de los que depende la existencia de este ecosistema. En cuanto a los flujos subterráneos, se espera obtener autorización para la perforación de un pozo de extracción, siempre con base en un estudio técnico que permita determinar su capacidad de extracción y profundidad, de manera tal que no afecte los flujos subterráneos existentes.
- **Integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental.** El proyecto consiste en un desarrollo turístico de muy baja densidad, con infraestructura de bajo impacto y enfocado en el desarrollo de actividades basadas en la contemplación y el disfrute de la naturaleza. El ecosistema de manglar que se desarrolla en el SA del proyecto depende de los flujos hídricos provenientes de la laguna Caapechen así como de los flujos hídricos subterráneos. Estos no serán afectados por el desarrollo del proyecto debido a su naturaleza.
- **Productividad natural.** Ya que el proyecto no considera la modificación de la composición ni de la estructura de la vegetación de manglar, así como tampoco pretende alterar la topografía o el tipo de suelo donde se desarrolla, su productividad natural no se verá afectada.
- **Capacidad de carga natural del ecosistema para turistas.** La capacidad de carga es una herramienta de planificación usada principalmente en áreas naturales protegidas, que sustenta y requiere decisiones de manejo. La capacidad de carga es relativa y dinámica, porque depende de variables que constituyen apreciaciones y que según las circunstancias pueden cambiar. En el caso de las áreas protegidas, cualquier denominación de capacidad de carga debe basarse en los objetivos de la misma, los cuales definen la categoría de manejo y limitan los usos que pueden darse dentro de ella. Puesto que la capacidad de carga de un sitio depende de las características particulares del mismo, debe ser determinada para cada lugar por separado. La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como un fin en sí misma ni como la solución a los problemas del exceso de visitantes de un área protegida, ya que las decisiones en las que se basa, siendo humanas, estarán sujetas a consideraciones (o presiones) de orden social, económico y político que podrían desvirtuar la utilidad de la capacidad de carga como una herramienta de manejo (Cifuentes 1992).

El proyecto es congruente con lo establecido en el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an, así como en el POET de Sian Ka'an. Ambos instrumentos establecen los límites y adaptaciones necesarios para evitar que los recursos naturales que sustentan las actividades o las obras se vean afectados por las mismas, con base en estudios de capacidad de carga realizados específicamente para el ANP RBSK (CONANP 2014).

### NOM-022-SEMARNAT-2003

- **Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.** El proyecto no contempla el desarrollo de obras ni actividades dentro del manglar, por lo que no afectará los procesos ecológicos de la fauna nativa. Asimismo, la ubicación y densidad del proyecto respeta lo establecido en el POET de Sian Ka'an; la infraestructura del proyecto será de bajo impacto; y las actividades que se realizarán también serán de bajo impacto, por lo que no se afectarán los procesos ecológicos de la fauna del manglar.
- **La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales.** Las interacciones funcionales entre los humedales costeros que se desarrollan dentro del predio y los ríos subterráneos se mantendrá debido a que no se alterará la topografía donde se desarrollan estos ecosistemas, permitiendo que los flujos hídricos superficiales y subterráneos se mantengan como hasta ahora. Asimismo, ya que los humedales costeros en el área donde se ubica el proyecto se conectan con la zona marina adyacente y los corales por medio de los flujos hídricos subterráneos esta conexión no se verá afectada. Por otra parte, el manglar de *A. germinans* y el ecotono donde existe presencia de manglar que se encuentran en el predio, mantendrán conexión directa con el matorral costero ya que estos tipos de vegetación son adyacentes y no se proyecta ningún tipo de afectación a los mismos por parte del proyecto. Es importante señalar que el matorral costero se encuentra interrumpido por el camino rural que va hacia el poblado de Punta Allen.
- **Cambio de las características ecológicas.** Aun cuando el proyecto se desarrollará en un área adyacente a la vegetación de manglar, no modificará la topografía ni eliminará la vegetación en este ecosistema, por lo que se conservarán las características originales del suelo y los flujos hídricos superficiales, los cuales son esenciales para mantener las características ecológicas del sitio. Por otro lado, si bien el proyecto no contempla en su diseño áreas ajardinadas delimitadas, es probable que desee aumentar la presencia de plantas ornamentales distintas a la palmera de coco. Si este fuera el caso, solo se podrán colocar especies nativas propias del ecosistema de matorral costero de la región, tales como *Thrinax radiata*, *Coccoloba uvifera*, *Suriana maritima*, *Hymenocallis littoralis*, entre otras; o especies ornamentales exóticas que no sean consideradas invasoras por la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ni se encuentren enlistadas en el acuerdo DOF:07/12/2016 por el que se determina la lista de especies exóticas invasoras para México. De esta manera se evitará el riesgo de que se establezcan en el manglar especies ajenas a este ecosistema.
- **Servicios ecológicos y eco fisiológicos.** Los humedales costeros que se desarrollan dentro del predio del proyecto corresponden al tipo denominado "palustre" (Moreno-Casasola 2006), que se caracterizan por no recibir la influencia directa de las mareas y encontrarse dominados por árboles, arbustos y/o herbáceas emergentes perennes. Según la misma autora, las principales funciones de los humedales en general consisten en la productividad primaria, la descomposición de la materia orgánica y los flujos de energía. Los servicios ambientales derivados de dichas funciones son la captura de carbono, la

<b>NOM-022-SEMARNAT-2003</b>	
<p>filtración del agua y la retención y fijación de contaminantes. Otros servicios ambientales importantes que proveen son el control de inundaciones y la protección de la costa.</p> <p>El proyecto Campamento Ka'an no se desarrollará sobre vegetación de manglar y propone un concepto de bajo impacto, con baja densidad y uso de materiales de construcción biodegradables y reciclables que conformarán infraestructura con carácter temporal. Los residuos serán manejados adecuadamente con base en las medidas propuestas en el Capítulo VI de este estudio, y todas las actividades estarán guiadas a fomentar la observación de la naturaleza y su conocimiento. Por ello se considera que no se afectarán los servicios ecológicos y eco fisiológicos que ofrece el manglar del predio.</p>	
<b>4.1</b>	<p>Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</p>
<p>El proyecto no contempla ninguna obra de canalización ni interrupción de flujo o desvío de agua hacia o desde el manglar.</p>	
<b>4.2</b>	<p>Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.</p>
<p>El proyecto no contempla la construcción de canales de ningún tipo.</p>	
<b>4.3</b>	<p>Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.</p>
<p>El proyecto no contempla la construcción de canales de ningún tipo.</p>	
<b>4.4</b>	<p>El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta</p>
<p>El proyecto no contempla el establecimiento de infraestructura marina fija de ningún tipo.</p>	
<b>4.5</b>	<p>Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.</p>
<p>El proyecto no contempla la construcción de ningún tipo de bordo colindante con el manglar.</p>	
<b>4.6</b>	<p>Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.</p>
<p>El proyecto implementará diversas medidas para el buen manejo y disposición de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos, de tal forma que se evitará al máximo el riesgo de contaminar el aire, el suelo o el agua del predio. Dichas medidas se encuentran descritas en el Capítulo VI de este estudio. Durante la construcción se delimitará la zona de trabajo para evitar el paso de trabajadores a las zonas con vegetación adyacentes y así disminuir el riesgo de contaminación por residuos. Además el proyecto contará con un sistema de biodigestores y humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales generadas. Asimismo, todas las obras del proyecto se desplantarán al Este del camino hacia Punta Allen, por lo que se evitará la contaminación de las lagunas costeras, del agua pluvial y del manto freático, considerando que los flujos hídricos</p>	

<b>NOM-022-SEMARNAT-2003</b>	
predominantes en la zona corren en dirección Oeste-Este.	
<b>4.7</b>	La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, ph, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.
El proyecto no contempla en ninguna de sus etapas la utilización ni el vertimiento de agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros. El agua durante la construcción se obtendrá de pipas provenientes del poblado de Tulum, y posteriormente, durante la operación se contempla un sistema de captación de agua pluvial, la colocación de una cisterna que pudiera ser llenada con el agua extraída de un pozo, previa autorización del proyecto, de CNA y de la Dirección de la Reserva de Sian Ka'an, así como un sistema de biodigestores-humedales cuyos efluentes podrán ser utilizados en actividades de mantenimiento.	
<b>4.8</b>	Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.
El proyecto canalizará sus aguas residuales a un sistema tratamiento de biodigestores-humedales artificiales que recibirá las aguas residuales generadas. Este sistema tendrá todas sus instalaciones al Este de la carretera hacia Punta Allen, por lo que evitará la contaminación de la Laguna Xamach y los humedales asociados a ella, tal y como lo establece el criterio EI-13 del POESK.	
<b>4.9</b>	El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.
El proyecto no contempla el vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica durante ninguna de sus etapas. Las canalizará a un sistema tratamiento de biodigestores-humedales artificiales que recibirá las aguas residuales generadas.	
<b>4.10</b>	La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.
Si bien el área de desplante del proyecto no colinda con el humedal, de forma previa a la perforación del pozo de extracción propuesto en la misma zona de plantación de palma de coco, se efectuará un estudio técnico que permita determinar su diseño y capacidad de extracción, con base en lo cual se procederá a obtener el visto bueno de la Dirección de la Reserva y la autorización de la CNA. Con ello se evitará la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	
<b>4.11</b>	Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes

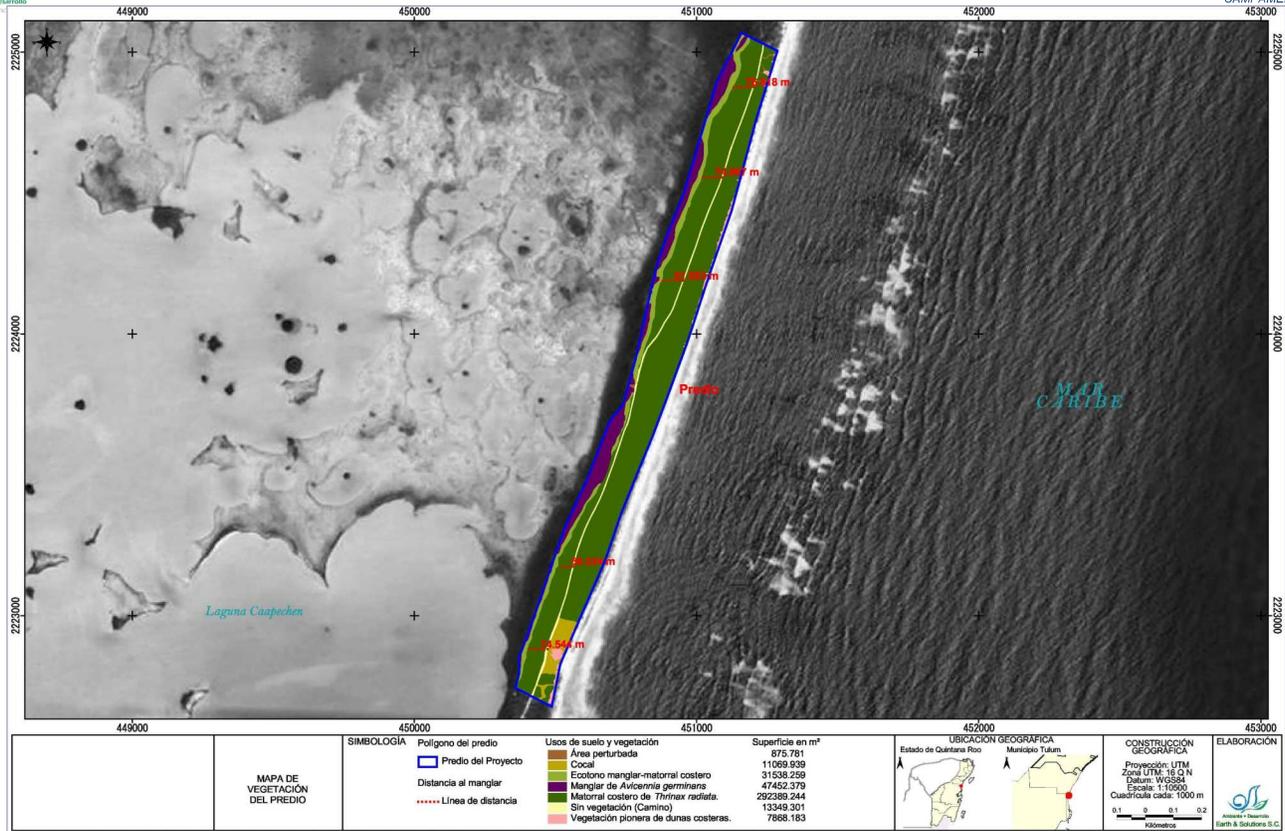
<b>NOM-022-SEMARNAT-2003</b>	
El proyecto no contempla la introducción de ninguna especie exótica invasora, tanto de flora como de fauna.	
<b>4.12</b>	Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.
El balance entre los aportes hídricos del mar y de la cuenca no será afectado por el desarrollo del proyecto, ello en razón de que las obras son ligeras, de materiales temporales, que no requieren cimentaciones ni excavaciones. Todas las estructuras están desplantadas a un solo nivel con excepción de la torre que requerirá el hincado de los postes de madera que le darán soporte. Al respecto del pozo de extracción de agua, éste se diseñará conforme a los resultados de los estudios técnicos específicos al caso.	
<b>4.13</b>	En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.
El proyecto no considera el trazo de vías de comunicación a través ni sobre el humedal.	
<b>4.14</b>	La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.
El proyecto no contempla la construcción de vías de comunicación de ningún tipo aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero.	
<b>4.15</b>	Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.
El proyecto se apegará a lo establecido en este criterio.	
<b>4.16</b>	Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.
El proyecto considera el desarrollo de infraestructura a una distancia menor a 100 m respecto del límite con la vegetación de manglar, por lo que se apega al numeral 4.43 de esta NOM (Plano III.4)	
<b>4.17</b>	La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la

NOM-022-SEMARNAT-2003	
	dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.
El proyecto se apegará a lo establecido en este criterio.	
<b>4.18</b>	Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.
El proyecto se desarrolla en su totalidad dentro de una antigua plantación de palmera de coco y no requiere afectar superficie adicional de ningún tipo de vegetación o ecosistema durante ninguna de sus etapas.	
<b>4.19</b>	Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.
El proyecto no considera la disposición o tiro de material de dragado dentro del manglar ni en zonas donde se obstruyan los flujos hidrológicos de escurrimiento o mareas, en ninguna de sus etapas de desarrollo.	
<b>4.20</b>	Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.
El proyecto no dispondrá sus residuos en ninguno de los ecosistemas de la Reserva. Para el manejo de los residuos sólidos y líquidos se proponen las acciones referidas en el Capítulo VI de este estudio.	
<b>4.21</b>	Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.
El proyecto es de tipo turístico, por lo que este criterio no le aplica.	
<b>4.22</b>	No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.
El proyecto es de tipo turístico, por lo que este criterio no le aplica.	
<b>4.23</b>	En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.
El proyecto no contempla la construcción, desviación ni rectificación de canales en ninguna de sus etapas de desarrollo.	
<b>4.24</b>	Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen

NOM-022-SEMARNAT-2003	
	tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.
El proyecto es de tipo turístico, por lo que este criterio no le aplica.	
<b>4.25</b>	La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.
El proyecto es de tipo turístico, por lo que este criterio no le aplica.	
<b>4.26</b>	Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.
El proyecto es de tipo turístico, por lo que este criterio no le aplica.	
<b>4.27</b>	Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.
El proyecto es de tipo turístico, por lo que este criterio no le aplica.	
<b>4.28</b>	La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.
El proyecto está conceptualizado dentro de la superficie que ocupa una antigua plantación de palmas de coco (cocal), fuera del ecosistema de humedal. Consiste en un campamento recreativo cuya infraestructura asociada es de carácter temporal y de bajo impacto; los materiales a utilizar para su construcción son madera, zacate, aluminio, lona, que constituyen materiales biodegradables y/o reciclables. Las actividades propuestas están encaminadas a disfrutar la naturaleza de la Reserva y al conocimiento de la misma, minimizando los impactos por ruido al máximo. Adicionalmente se pondrá especial énfasis al manejo de los residuos, a través de la implementación de medidas de prevención y mitigación que se incluyen en el Capítulo VI de este estudio.	
<b>4.29</b>	Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.
El proyecto no considera el desarrollo de actividades de turismo náutico en humedales costeros en zonas de manglar en ninguna de sus etapas de desarrollo.	
<b>4.30</b>	En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.
El proyecto no considera el uso de embarcaciones de ningún tipo en ninguna de sus etapas de desarrollo.	
<b>4.31</b>	El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero

<b>NOM-022-SEMARNAT-2003</b>	
	deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.
El proyecto no considera actividades de turismo educativo, ecoturismo ni observación de aves en el humedal costero. Estas actividades se promoverán fuera del humedal.	
<b>4.32</b>	Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.
El proyecto no contempla la construcción de caminos o senderos en el humedal.	
<b>4.33</b>	La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.
El proyecto no considera la construcción de canales en ninguna de sus etapas de desarrollo.	
<b>4.34</b>	Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.
El proyecto no contempla el paso de ganado, personas, vehículos ni otros factores antropogénicos a través del humedal, por lo que no generará compactación del sedimento en este ecosistema.	
<b>4.35</b>	Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.
El proyecto no considera realizar obras ni actividades en la zona del humedal costero ubicada al otro lado del camino a Punta Allen. Esta zona de humedal permanecerá sin afectaciones.	
<b>4.36</b>	Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.
Las zonas donde se desarrolla manglar dentro del predio se encuentran en buen estado de conservación, por lo que no es necesaria su restauración. Para proteger y conservar estas áreas se promoverá entre los colaboradores y huéspedes del proyecto, el cuidado del manglar y se difundirá su importancia .	
<b>4.37</b>	Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidades vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.

<b>NOM-022-SEMARNAT-2003</b>	
El proyecto no contempla el desarrollo de ningún tipo de obra o actividad en el manglar, por lo que no afectará su regeneración natural ni a las comunidades vegetales ni animales. La comunidad de manglar que se desarrolla dentro del predio y en el SA del proyecto se encuentra en buen estado de conservación y la única afectación en el área del predio es el camino rural entre Tulum y Punta Allen., por lo que no es necesaria ninguna actividad de restablecimiento hídrico. Asimismo el proyecto incluye medidas para evitar vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento al manglar durante todas sus etapas de desarrollo.	
<b>4.38</b>	Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.
El proyecto no contempla ningún programa o proyecto de restauración de manglares.	
<b>4.39</b>	La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.
El proyecto no contempla ningún programa o proyecto de restauración de manglares.	
<b>4.40</b>	Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.
El proyecto no contempla ningún programa o proyecto de restauración de manglares.	
<b>4.41</b>	La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.
El proyecto no contempla ningún programa o proyecto de restauración de manglares.	
<b>4.42</b>	Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.
El proyecto no pretende la afectación de humedales costeros y la presente manifestación de impacto ambiental analiza los aspectos abióticos y bióticos del Sistema Ambiental en el que se encuentra el predio para identificar los posibles impactos del proyecto sobre los ecosistemas con los que podría interactuar.	
<b>4.43</b>	La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.
Las obras y actividades del proyecto pretenden realizarse a una distancia menor a los 100 m del límite del humedal, por lo que se propone como medida de compensación la firma de un convenio entre el Promovente y la CONANP para contribuir en acciones en pro de la conservación de estos ecosistemas dentro del Complejo Sian Ka'an.	



Plano III-4. Distancia entre el límite del predio y el manglar.

**VII. NOM-162-SEMARNAT-2012 (D.O.F. 1 de febrero del 2013) QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA LA PROTECCIÓN, RECUPERACIÓN Y MANEJO DE LAS POBLACIONES DE LAS TORTUGAS MARINAS EN SU HÁBITAT DE ANIDACIÓN.**

El proyecto no contempla el aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas; sin embargo, debido a que el predio del proyecto colinda con una playa reportada como de anidación para las diversas especies de tortugas marinas que se encuentran en el Mar Caribe, el proyecto contempla apegarse a lo establecido en la presente NOM.

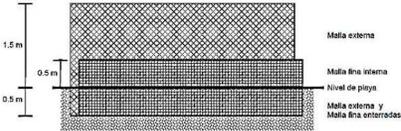
NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.	
5. Especificaciones generales	
5.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	
5.2 El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	El proyecto se ha sometido al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, para cuyo trámite se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental.
5.3 Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.	Con base en el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an y lo establecido por la Dirección de la RBSK, en el predio no existen accesos públicos a la playa. Sin embargo en cumplimiento al Programa de Ordenamiento Ecológico aplicable y si así lo determina la Dirección de la Reserva, se aperturará un acceso en el sitio acordado con la autoridad.  En lo que respecta a los usuarios y trabajadores del proyecto, con base en el objeto del mismo, se tendrá especial cuidado durante la temporada de arribazón de tortugas marinas a las playa, manteniendo una estrecha vigilancia y coordinación con las autoridades para la protección de los nidos.
5.4 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:	
5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	El proyecto no contempla remover la vegetación nativa ni introducir especies exóticas en el hábitat de anidación. El proyecto incluye para la zona de duna colindante la implementación de un

NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.	
	Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de Duna Costera ( <b>ANEXO 11</b> ), el cual incluye actividades de reforestación con especies nativas propias de la duna costera en la zona.
5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.	La infraestructura del proyecto será desplantada a por detrás del parteaguas de la duna y los accesos peatonales a la playa están dispuestos de tal forma que se favorezca la regeneración natural de la vegetación y se mantenga la dinámica de acumulación de arena en el hábitat de anidación. Adicionalmente el proyecto incluye para la zona de duna colindante la implementación de un Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de Duna Costera ( <b>ANEXO 11</b> ), cuyo objetivo es inducir la restauración de la cobertura vegetal que se perdió por los usos previos del frente de playa colindante al cocal en el que se pretende el proyecto.
5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	El proyecto se apegará a este criterio durante todas sus etapas de desarrollo.
5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.	
5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.	

<p>NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</p>	
<p>5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.</p>	<p>Los constructores y operadores del proyecto brindarán a las autoridades competentes todas las facilidades de que dispongan para permitirles la aplicación de este criterio en la zona de playa colindante con el predio.</p>
<p>6. Especificaciones de manejo</p>	
<p>6.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.</p>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>
<p>6.2 Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.</p>	
<p>6.3 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.</p>	
<p>6.4 La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas: a) Natural o <i>in situ</i> b) Vivero o Corral (por excepción)</p>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>
<p>6.5 En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (<i>in situ</i>), y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la</p>	

<p>NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>reubicación de nidadas en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.</p>	
<p>6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:</p>	
<p>6.6.1 Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad de perder nidadas, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin.</p>	<p>Se brindará a las autoridades competentes, responsables de la Autorización de Aprovechamiento no Extractivo de Vida Silvestre en la zona, todas las facilidades de que disponga para permitirles la aplicación de este criterio en la zona de playa colindante con el predio.</p>
<p>6.6.2 En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos.</p>	
<p>6.7 Incubación natural o <i>in situ</i></p>	
<p>6.7.1 Para la protección de nidos <i>in situ</i> debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para impedir la pérdida de nidadas.</p>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>
<p>6.7.2 En el caso de incubación <i>in situ</i>, se debe valorar la pertinencia de realizar el marcaje de los nidos con estacas o algún otro sistema, asegurando que no se dañarán los huevos y que permitirá el nacimiento de las crías. En el caso de utilizar estacas, éstas deben ubicarse</p>	

<p>NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>cerca del borde del nido, una vez que la tortuga marina termine el desove y antes de que empiece a tapar el nido.</p>	
<p>6.7.3 En playas que presenten problemas por depredadores deben tomarse medidas dirigidas a evitar la pérdida de los huevos y las crías; de conformidad con el Plan de Manejo.</p>	<p>Se brindará a las autoridades competentes, responsables de la Autorización de Aprovechamiento no Extractivo de Vida Silvestre en la zona, todas las facilidades de que disponga para permitirles la aplicación de este criterio en la zona de playa colindante con el predio.</p>
<p>6.7.4 Para disminuir la depredación de huevos y de crías durante la emergencia hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante.</p>	
<p>6.7.5 Debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar. Podrá haber intervención humana para ahuyentar a los depredadores.</p>	
<p>6.7.6 En la medida de lo posible, una vez transcurrido el tiempo estimado para que hayan emergido todas las crías, debe sacarse todo el contenido de los nidos y de darse el caso, rescatar las crías rezagadas.</p>	
<p>6.8 Incubación en vivero o corral (por excepción)</p>	
<p>6.8.1 Para la protección de nidos en vivero o corral debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para disminuir la pérdida de nidadas.</p>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>
<p>6.8.2 Construcción del vivero o corral</p>	
<p>6.8.2.1 En caso de ser necesario un vivero o corral como técnica de conservación, la selección del lugar para su construcción y su manejo deben contemplar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Ubicarse alejado de zonas inundables, barras, bocas de ríos y esteros, garantizando que no se modifiquen las propiedades físico-químicas del agua y suelo que puedan ocasionar la pérdida de nidadas.</li> <li>b) Estar libre de vegetación, troncos, rocas u</li> </ul>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>

<p>NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>otras barreras naturales así como de desechos sólidos y efluentes líquidos.</p> <p>c) Situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada.</p>	
<p>6.8.2.2 El tamaño del vivero debe estar en relación directa a la cantidad de nidadas que se estima serán depositadas en el vivero o corral durante la temporada de anidación, tomando en cuenta las anidaciones que se han presentado durante temporadas previas al establecimiento del vivero. Debe calcularse el área suficiente para respetar la densidad máxima de 1 nido/m<sup>2</sup>.</p>	
<p>6.8.2.3 El vivero o corral debe cercarse perimetralmente con malla de 2 m de altura, la cual debe ir enterrada 50 cm para evitar la depredación y el saqueo.</p> <p>Figura 1.</p>  <p>Figura 1. Disposición de mallas en el vivero</p>	
<p>6.8.2.4 Para evitar que las crías escapen del vivero y disminuir la entrada de depredadores, debe enterrarse una tira de 1 m de alto de malla o el equivalente, a una profundidad mínima de 50 cm a lo largo de la parte interna de la cerca perimetral. La luz de malla no debe ser mayor a 1 cm. Figura 1.</p>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>
<p>6.8.2.5 El vivero o corral debe cambiarse de ubicación cada año.</p>	
<p>6.8.3 Colecta de Nidadas</p>	
<p>6.8.3.1 Durante el manejo de los huevos, la persona que realice la colecta de las nidadas debe tener las manos con uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o cualquier otra sustancia química.</p>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>
<p>6.8.3.2 La colecta de nidadas debe realizarse de alguna de las siguientes maneras:</p> <p>a) Esperar hasta que la hembra inicie el desove, recolectando los huevos ya sea</p>	

<p>NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>con las manos o directamente de la cloaca a un recipiente por nidada.</p> <p>b) Cuando la hembra haya desovado, pero aún no haya regresado al mar, debe buscarse el sitio donde fueron depositados los huevos, siguiendo el rastro hasta encontrar el nido. Si se tiene la certeza de que la nidada tiene menos de 2 horas de haber sido puesta, proceder a destapar el nido y recolectar los huevos con la menor cantidad de arena posible, y sin eliminar el moco que los recubre, depositándolos en un recipiente por nidada. En caso de que no cumplirse lo anterior, debe mantenerse el nido <i>in situ</i>.</p>	
<p>6.8.3.3 La colecta, el transporte y la siembra de las nidadas debe realizarse en un plazo no mayor a 4 horas a partir del momento en que los huevos fueron depositados por la hembra.</p>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>
<p>6.8.3.4 La reubicación de nidos debe ser en la misma playa donde fue hecha la colecta, salvo que no existan las condiciones para el establecimiento del vivero, hecho que debe preverse al solicitar la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente a la Secretaría.</p>	
<p>6.8.4 De la Siembra de Nidadas Para el sembrado de nidadas, debe seguirse el siguiente procedimiento:</p> <p>a) Retirar la arena seca del lugar donde se construirá el nido.</p> <p>b) Cavar un hoyo dándole con la mano forma de cántaro, tratando de reproducir la profundidad y el ancho tal como lo harían las tortugas marinas. El ancho de la boca y cuello, el largo del cuello, la profundidad de la cámara y la profundidad total se harán de acuerdo a la figura 2 y al cuadro 1.</p>	

**NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.**

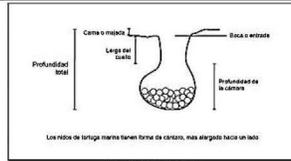


Figura 2. Nido de tortuga marina

	Leald Dermochelys coriacea	Goffina Lepidochelys olivacea	Pirata / Blanca- Vardo Chelonia agassiz Chelonia mydas	Carey Eretmochelys imbricata	Caguama/ Anadia Caretta coronata	Lora Lepidochelys serrata
Ancho de la boca y cuello (cm)	30 - 35	20-25	20-25	20 - 25	20 - 25	20 - 25
Largo del cuello (cm)	35 - 40	15-20	20-25	10 - 15	20 - 25	15 - 20
Profundidad de la cámara (cm)	40 - 45	25-30	25-30/35	25 - 30	30	25 - 30
Profundidad total incluyendo cama (cm)	75 - 85	40-50	45-50/60	35 - 45	50 - 55	40 - 50

Cuadro 1. Dimensiones del nido por especie

- c) Posteriormente los huevos se depositarán suavemente en el fondo, sin dejarlos caer desde la superficie. Una vez depositados todos los huevos, deben cubrirse con la misma arena húmeda que fue sacada durante la excavación, cubriendo hasta la superficie, presionando suavemente conforme se va echando la arena, y ya en la boca del nido, ejerciendo presión de manera que se genere un tapón para sellar la cámara de incubación.
- d) Los nidos deben distribuirse en el vivero de forma que la separación entre ellos sea de al menos 1 m, tomando como referencia el centro de la boca del nido; las filas deben estar alternadas de conformidad a la figura 3.

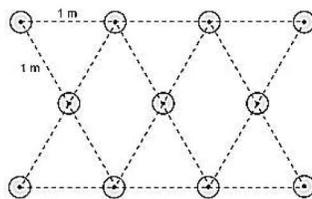


Figura 3. Distribución de nidadas

- e) Marcar los nidos con una estaca larga y visible, que se colocará antes de que se empiece a tapar el nido. Cada nido debe ser identificado.
- f) Colocar la estaca cerca del borde del nido, asegurando no dañar los huevos.

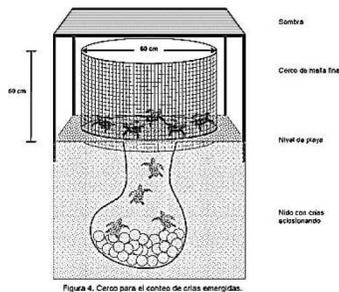
**6.8.5 Del conteo y Liberación de Crías en Vivero o Corral**

**6.8.5.1 Para el conteo de las crías emergidas,**

El proyecto no pretende realizar actividades de

NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

5 o 6 días antes de la emergencia, en cada uno de los nidos del vivero debe colocarse un cerco de tela de alambre de 60 cm de diámetro por 50 cm de altura y con una luz de malla no mayor a 1 cm, mismo que debe de ser enterrado hasta la arena húmeda. Sombrear el cerco y mantener vigilancia constante para que las crías sean liberadas oportunamente. Figura 4



manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.

6.8.5.2 Las crías deben liberarse con un mínimo manejo, inmediatamente después de que han salido a la superficie y estén activas, lo que les lleva en promedio 1 hora, depositándolas en un recipiente seco y trasladándolas a la zona húmeda de la playa, es decir, la zona que cubre y descubre en ese momento el oleaje.

Las manos de las personas que liberen las crías deben tener las uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o alguna otra sustancia química.

6.8.5.3 No deben sacarse las crías del nido antes de que emerjan, acción que solamente puede hacerse para rescatar a las que no hayan salido del nido con el grupo principal de crías emergidas.

6.8.5.4 En la liberación, se debe permitir a las crías desplazarse por la arena húmeda y entrar al mar sin ayuda.

6.8.5.5 Cada vez que se lleve a cabo una liberación, ésta debe realizarse en puntos diferentes de la playa y preferentemente separados por varios cientos de metros de los anteriores.

6.8.5.6 No se permite retener crías, excepto

El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.

<p>NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cuando no hayan completado su desarrollo embrionario, es decir, cuando todavía presenten apertura en el plastrón o que no hayan salido completamente del cascarón y aún no hayan absorbido el vitelo.</li> <li>b) A causa de eventos meteorológicos extraordinarios que las pongan en riesgo, como tormentas, huracanes, ciclones, entre otros.</li> <li>c) Por eventos de contaminación de carácter temporal.</li> </ul> <p>En los casos anteriores, las crías deben colocarse en una caja o recipiente con arena húmeda, nunca en recipientes con agua y mantenerse en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Una vez que se haya completado el desarrollo embrionario o hayan sido superados los eventos meteorológicos extraordinarios, las crías deben ser liberadas inmediatamente a su medio natural.</p>	
<p>6.8.6 De la Revisión de Nidos</p>	
<p>6.8.6.1 Sólo debe iniciarse la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión, una vez que se cumplan con las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al 50% de los huevos sembrados por nido.</li> <li>b) Cuando no se hayan registrado emergencias de crías después de 3 días de haber finalizado el periodo promedio de incubación, según la especie.</li> <li>c) Cuando se hayan cumplido 3 días, a partir de que se encontró la primera cría emergida del nido.</li> </ul>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>
<p>6.8.6.2 Al momento de la revisión, si se encuentran vivos tanto crías como huevos no eclosionados, se deben sacar y colocarlos en</p>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no</p>

<p>NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>recuperación de acuerdo al numeral 6.8.6.3.</p>	<p>le es aplicable.</p>
<p>6.8.6.3 Si la cría no ha salido completamente del cascarón y aún tiene el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas:</p> <p>a) Enterrarlos en un contenedor con arena húmeda y limpia, manteniéndolos en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Las crías preferentemente no deben sacarse del cascarón.</p> <p>b) Enterrarlos en un nido nuevo del mismo corral, y esperar a que emerjan por sí mismos. El nido debe cumplir con las especificaciones del numeral 6.8.4.</p>	
<p>6.8.6.4 Si la cría sólo tiene la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, debe colocarse en una caja con arena húmeda y limpia, manteniéndola en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica, y liberarse hasta que el plastrón o peto cierre totalmente y la tortuga esté activa.</p>	
<p>6.8.7 De la limpieza de nidos.</p>	
<p>6.8.7.1 Una vez revisado el nido deben sacarse los restos y enterrarlos fuera del vivero.</p>	<p>El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que este criterio no le es aplicable.</p>
<p>6.8.7.2 Después de la limpieza, los nidos deben quedar abiertos para que se desinfecten por acción del sol y no se utilizarán para la misma temporada. Asimismo no deben usarse sustancias químicas para desinfectar la arena.</p>	
<p>6.9 Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>6.9.1 Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:</p>	<p>En caso de que el promovente pretenda realizar observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, solicitará el visto bueno del responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, respetando los criterios establecidos en la</p>

NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.	
	presente NOM y en el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an.
6.9.2 Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que:	El proyecto no pretende realizar actividades de manejo con tortugas marinas ni sus derivados en el hábitat de anidación, por lo que no solicitará autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.
6.9.2.1 Se tenga un manejo responsable de los residuos que se generen por la actividad.	El proyecto implementará una serie de medidas encaminadas al buen manejo de los residuos sólidos y líquidos que garantizarán que la playa colindante con el predio esté libre de residuos.
6.9.2.2 El personal encargado de conducir a los visitantes durante la observación de tortuga marina en playas de anidación, sean personas por cuya actuación responda el responsable técnico de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.	En caso de que el promovente pretenda realizar observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, solicitará el visto bueno del responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, respetando los criterios establecidos en la presente NOM y en el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an.
6.9.2.3 Previo al recorrido de observación de tortugas marinas en playas de anidación, el personal encargado de conducir a los visitantes difunda temas de educación ambiental para el cuidado de la especie y su hábitat, así como lineamientos de comportamiento durante la visita, mediante carteles informativos, pláticas y cualquier otro método de difusión.	
6.9.3 Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente:	
6.9.3.1 No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.	
6.9.3.2 Hacer los recorridos a pie, en grupos no mayores a 10 visitantes, formando una fila compacta y a intervalos de 30 minutos entre un grupo y otro.	
6.9.3.3 No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido.	
6.9.3.4 No podrán hacer uso de fuentes de iluminación durante el recorrido, a excepción del personal encargado de conducir a los visitantes, quien podrá emplear una lámpara,	

<p>NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>la cual debe estar equipada con un filtro rojo o una fuente de luz de coloración roja.</p>	
<p>6.9.3.5 Que los visitantes permanezcan a un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, hasta que ésta inicie el desove. Sólo el personal encargado de conducirlos puede localizar a las hembras anidadoras, verificando cuidadosamente la orientación de la tortuga y la fase del proceso de desove en la que se encuentra.</p>	
<p>6.9.3.6 Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio.</p>	
<p>6.9.3.7 Indicarle a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga.</p>	
<p>6.9.3.8 Cuando la tortuga termine de tapar el nido, conducir a los visitantes indicándoles mantenerse a un mínimo de 10 m de distancia, desde donde podrá observar el resto de la actividad.</p>	
<p>6.9.3.9 Durante la emergencia y salida al mar de las crías in situ, debe asegurarse que los visitantes se mantengan a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de crías. Tratándose de emergencia de crías en vivero o corral, la observación se realizará desde afuera del mismo; su liberación se realizará asegurándose que los visitantes se coloquen a una distancia de 2 m por detrás del grupo de crías. En ambos casos, se debe garantizar que los visitantes no pisquen a las crías ni obstruyan su camino al mar.</p>	
<p>6.9.3.10 Las crías nacidas tanto in situ como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación.</p>	
<p>6.9.3.11 Que durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los visitantes sean guiados por fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo.</p>	
<p>6.9.4 Los visitantes deberán seguir en todo momento las indicaciones del personal</p>	<p>En caso de que el promovente pretenda realizar observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, solicitará el visto bueno del responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, respetando los criterios establecidos en la presente NOM y en el Programa de Manejo del Complejo Sian Ka'an.</p>

<p>NOM-162SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>encargado de conducirlos durante las actividades de observación en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.</p>	
<p>6.9.5 Se recomienda al responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, proporcionar las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y a los adultos mayores.</p>	
<p>7. Actividades de investigación Para la realización de actividades de investigación sobre tortugas marinas y su hábitat, debe observarse el procedimiento establecido para tal efecto en la Ley General de Vida Silvestre, su Reglamento y la "Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional".</p>	<p>En caso de que las autoridades competentes brinden permisos para actividades de investigación sobre tortugas marinas y su hábitat a terceros en la playa colindante con el predio del proyecto, el promovente brindará las facilidades que se encuentren a su alcance para que se lleven a cabo dichas actividades.</p>
<p>8. Concordancia con normas internacionales Esta Norma no coincide con ninguna Norma Internacional ya que no existe Norma Internacional sobre el tema tratado.</p>	<p>No aplica para la vinculación del proyecto</p>

## VIII. REGIONES PRIORITARIAS DE LA CONABIO

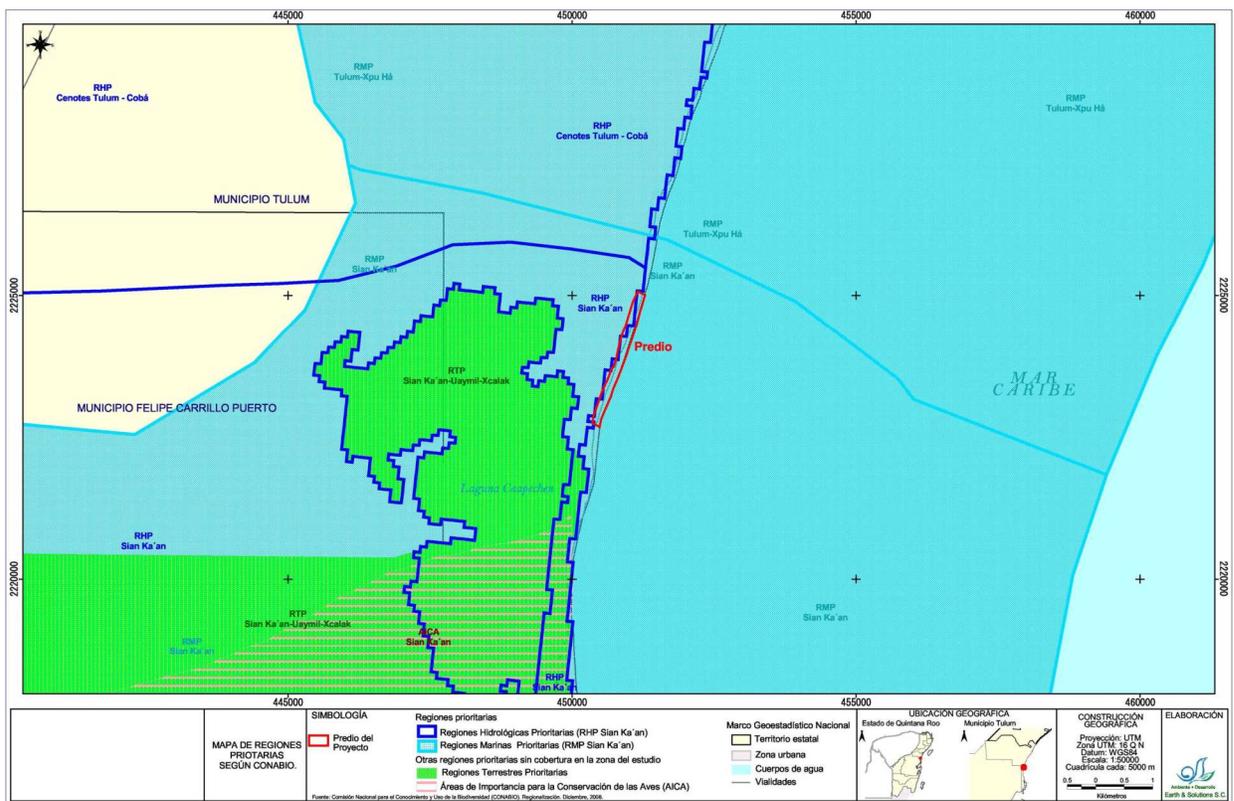
La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), ha clasificado el territorio del país de acuerdo a la relevancia de la biodiversidad que presenta. Así, cuenta con una clasificación de Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

La CONABIO a través del trabajo multidisciplinario con los sectores académicos, gubernamental, privado, social y de organizaciones no gubernamentales de conservación, identificó, delimitó y caracterizó 70 áreas costeras y oceánicas de la República Mexicana, consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad. De la misma forma, identificó las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares. Esta información se organizó en fichas técnicas para cada área prioritaria identificada, las cuales contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, así como la información biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso.

Lo anterior ha permitido 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. Cabe señalar que esta consideración no es de carácter vinculatorio para la autorización de proyectos o el otorgamiento de permisos ambientales.

Como se aprecia en el plano III.5, el predio se ubica dentro de las siguientes regiones prioritarias:

- La Región Hidrológica Prioritaria 108: Sian Ka'an,
- La Región Marina Prioritaria 65: Sian Ka'an,



Plano III-5. Ubicación del predio dentro de las áreas prioritarias existentes en la zona.

### **Región Hidrológica Prioritaria 108: Sian Ka'an (www.conabio.gob.mx).**

La siguiente es la ficha técnica de la Región Hidrológica Prioritaria 108 Sian Ka'an:

**Estado(s):** Quintana Roo      **Extensión:** 5,517.15 km<sup>2</sup>

**Polígono:** Latitud 20°07'48" - 18°54'00" N Longitud 88°16'12" - 87°24'36" W

#### **Recursos hídricos principales:**

**Lénticos:** laguna Chunyaxche, cenotes, lagunas costeras, lagos, humedales, marismas

**Lóticos:** canales, ríos subterráneos

**Limnología básica:** ND

**Geología/Edafología:** Geológicamente la zona está constituida por calizas granulosas, llamadas sascab, que no se han mineralizado. Placa Maya este con rocas sedimentarias. Plataforma estrecha. Suelos tipo Gleysol, Zolonchak, Litosol y Rendzinas.

**Características varias:** clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 oC. Precipitación total anual 1300-2000 mm. Elevación máxima de 10 msnm.

Principales poblados: Punta Herrero, Punta Allen, Felipe Carrillo Puerto, Chunyaxchem, Muyil, Uaymil, Chumpón, Vigía Chico, Tres Reyes.

Actividad económica principal: turismo, agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca deportiva y pesquerías de langosta, sábalo, robalo, pargos y langostino.

Indicadores de calidad de agua: ND

**Biodiversidad:** tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia, selva baja subperennifolia o selva baja inundable, manglar, tintal, vegetación de dunas costeras, palmar inundable y sabana. Esta región se caracteriza por una alta incidencia de endemismos, además de ser un corredor migratorio hacia Centro y Sudamérica. Flora característica: las palmas nakax *Coccothrinax readii*, kuka *Pseudophoenix sargentii* y chit *Thrinax radiata*, *Acacia dolichostachya*, *A. gaumeri*, el tasiste *Acoelorrhaphe wrightii*, *Annona glabra*, *Asemmantha pubescens*, *Avicennia germinans*, *Bactris balanoidea* *Brosimum alicastrum*, pucté *Bucida buceras*, *B. spinosa*, la chaca *Bursera simaruba*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Caesalpinia gaumeri*, *Calliandra belizensis*, *Cameraria latifolia*, *Cladium jamaicense*, *C. mariscus*, *Coccoloba floribunda*, *C. reflexiflora*, *Conocarpus erectus*, *Cosmocalyx spectabilis*, *Crescentia cujete*, *Croton niveus*, *Curatella americana*, mucal *Dalbergia glabra*, *Diphysa macrophylla*, *Drypetes sp.*, *Echinodorus andrieuxii*,

*Eleocharis cellulosa*, *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Erythroxylum confusum*, *Eugenia foetida*, *E. lundellii*, *Exothea diphylla*, *Ficus obtusifolia*, *Guettarda gaumeri*, *Gymnopodium floribundum*, palo de tinte *Haematoxylum campechianum*, *Hampea trilobata*, *Harpalyce rupicola*, *Hibiscus tiliaceus*, *Hyperbaena winzerlingii*, *Jacquinia macrocarpa macrocarpa*, *Jatropha gaumeri*, *Laguncularia racemosa*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Machaonia lindeniana*, *Malpighia lundellii*, *Manilkara zapota*, *Maytenus guatemalensis*, chechén *Metopium brownei*, *Nectandra coriacea*, *Nopalea gaumeri*, *Phragmites australis*, *Pithecellobium recordii*, *Randia aculeata*, *R. longiloba*, *Rhizophora mangle*, *Samyda yucatanensis*, *Sebastiania adenophora*, *Talisia olivaeformis*, *Thevetia gaumeri*, *Thouinia canescens* var. *paucidentata*, tule *Typha domingensis*, *Vitex gaumeri*, *Ziziphus yucatanensis*, *Zygia stevensonii*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella turgida*, *Diploneis puella*, *Eunotia maior*, *E. monodon*, *Gomphonema angustatum*, *G. lanceolatum*, *Nitzschia scalaris*, *Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*, los anfípodos *Hyaella azteca* y *Quadrivisio lutzii*; el palemónido *Creaseria morleyi*, los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Homocyclops ater*, *Macrocyclus albidus*, *Mesocyclops longisetus curvatus*, *M. reidae*, *Thermocyclops inversus*, *Tropocyclops prasinus mexicanus*; los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; los ostrácodos *Candonocypris serratomarginata*, *Chlamydotheca mexicana* *Cypridopsis niagrensis*, *C. rhomboidea*, *Cyprinotus putei*, *C. symmetricus*, *Darwinula stevensoni*, *Eucypris cisternina*, *E. serratomarginata*, *Herpetocypris meridiana*, *Metacypris americana*, *Stenocypris fontinalis*, *Strandesia intrepida*, *S. obtusata*; los peces cíclidos *Archocentrus octofasciatus*, *Cichlasoma friedrichsthalii*, *C. octofasciatum*, *C. robertsoni*, *C. salvini*, *C. synspilum*, *C. urophthalmus*, *Petenia splendida* y *Thorichthys meeki*; los poecilidos *Belonesox belizanus*, *Gambusia yucatanensis*, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia latipinna*, *P. mexicana*, *P. orri* y *P. petenensis*; los carácidos *Astyanax aeneus* y *A. altior*, la anguila americana *Anguilla rostrata*, *Astyanax fasciatus*, *Cyprinodon artifrons*, *Floridichthys polyommus*, *Garmanella pulchra*, el juil descolorido *Rhamdia guatemalensis*, *Xiphophorus maculatus*. Este sitio alberga una enorme riqueza de especies de aves, contándose entre ellas a la espátula rosada *Ajaia ajaja*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, el ralón cuello gris *Aramides cajanea* (raro), el garzón albo *Ardea herodias*, las garzas verde *Butorides striatus* y blanca *Casmerodius albus*, la garza cucharón *Cochlearius cochlearius*, la paloma cabeciblanca *Columba leucocephala*, el hocofaisán *Crax rubra*, las garzas dedos dorados *Egretta thula* y vientre blanco *E. tricolor*, el ibis blanco *Eudocimus albus*, la fragata *Fregata magnificens*, el pelícano café *Pelecanus occidentalis*, los cormoranes bicrestado *Phalacrocorax auritus* y oliváceo *P. brasilianus*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, la golondrina marina *Sterna antillarum*, la garza tigre mexicana *Tigrisoma mexicanum*; de reptiles sustenta una de las poblaciones mejor conservadas de *Crocodylus moreleti* que coexiste con *C. acutus*, además de las especies de tortugas caguama *Caretta caretta* y blanca *Chelonia mydas*; entre los mamíferos los tlacuaches *Didelphis marsupialis* y *D. virginiana*

y el puma *Puma concolor*. Entre las especies endémicas de plantas se pueden citar *Enriquebeltrania crenatifolia* y la palma chit *Thrinax radiata*; el remípedo *Speleonectes tulumensis*, el ostrácodo *Danielopolina mexicana*, el termosbenáceo *Tulumella unidens*, los anfípodos *Bahadzia bozanici*, *Mayaweckelia cenotocola*, *Tuluweckelia cernua* y los isópodos *Bahalana mayana* y *Creaseriella anops* que habitan los cenotes y cuevas; de peces *Astyanax altior*, *Atherinella nov. sp.*, la brótula ciega *Ogilbia pearsei*, la anguila *Ophisternon infernale* y *Poecilia velifera*, las cuales se encuentran amenazadas por lo reducido y aislado de sus hábitats; de aves como el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, colibrí vientre-canelo *Amazilia yucatanensis*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, el carpintero yucateco *Centurus pygmaeus*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus*, el mímido negro *Dumetella glabrirostris*, el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis*, la pachacua yucateca *Nyctiphrynus yucatanicus*, *Piranga roseogularis* y la troglodita yucateca *Thryothorus albinucha*. Especies amenazadas: de plantas *Astronium graveolens*, las palmas *Chamaedorea seifrizii*, *Coccothrinax readii*, *Pseudophoenix sargentii* y *Thrinax radiata*, las orquídeas como *Brassavola sp.*, *Encyclia alata* y *E. cochleata*; de reptiles las tortugas *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata* que utilizan estas playas como áreas de anidación; de aves el loro de frente blanca *Amazona albifrons*, el loro yucateco *A. xantholora*, la aninga americana *Anhinga anhinga*, el chinito *Bombycilla cedrorum americana*, las aguilillas coliblanca *Buteo albicaudatus* y gris *B. nitidus*, el zopilote cabeza amarilla *Cathartes burrovianus*, el hocofaisán *Crax rubra*, la garza rojiza *Egretta rufescens*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, el gavilán zancudo *Geranospiza caerulescens*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, la cigüeña jabirú *Jabiru mycteria* que anida en esta área, la cigüeña americana *Mycteria americana*, el águila pescadora *Pandion haliaetus*, el pavo cojolito *Penelope purpurascens*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*, el búho café *Strix virgata*, los bobos patas cafés *Sula leucogaster* y patas rojas *S. sula*, la primavera *Turdus migratorius*; de mamíferos el mono aullador *Alouatta pigra*, el mono araña *Ateles geoffroyi*, el puercoespín *Coendou mexicanus*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el jaguar *Panthera onca*, el oso hormiguero *Tamandua mexicana*, el tapir *Tapirus bairdii*, el manatí *Trichechus manatus*. Esta región presenta comunidades importantes de aves costeras a nivel regional y nacional por ser sitios de anidación y alimentación.

**Aspectos económicos:** pesquerías de sábalo, huachinango, mero, tiburón, robalo, pargos, langosta espinosa *Panulirus argus*, el crustáceo *Macrobrachium acanthurus* y el cangrejo moro *Menippe mercenaria*. Turismo en Punta Allen y Vigía Grande; pesca deportiva.

**Problemática:**

- Modificación del entorno: desarrollos turísticos desordenados.
- Contaminación: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.

- Uso de recursos: introducción de tilapia *Oreochromis mossambicus*. Manejo inadecuado de pesquerías de langosta. Uso de trampas no selectivas.

**Conservación:** preocupan la introducción de especies exóticas, problemas de ordenamiento, de desarrollo turístico y los incendios provocados. La zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional. Está considerada un humedal prioritario por la North American Wetlands Conservation Council. Comprende la Reserva de la Biosfera Sian Ka' an y el Área de Protección de Flora y Fauna de Uaymil.

### Región Prioritaria Marina 65: Sian Ka'an ([www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx))

La siguiente es la ficha correspondiente a la Región Prioritaria Marina 65:

**Extensión:** 5,147 km<sup>2</sup>

**Polígono:** Latitud. 20°08'24" a 18°50'24"  
Longitud. 88°00'36" a 87°21'

**Clima:** cálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes..

**Descripción:** lagunas, pastos marinos, bahías, playas, arrecifes, dunas

**Oceanografía:** predomina la corriente del Caribe. Oleaje medio. Aporte de agua dulce por ríos subterráneos.

**Biodiversidad:** moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, corales, peces, tortugas aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Zona de reproducción y refugio de manatí, tortugas (*Chelonia mydas*, caguama) y aves migratorias. Abundancia y rareza de moluscos (*Strombus gigas*), crustáceos (*Panulirus argus*).

**Aspectos económicos:** zona pesquera (tiburón y langosta) de tres cooperativas. Turismo en Punta Allen y Vigía Grande. Desarrollos turísticos costeros.

**Problemática:**

- Modificación del entorno: daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.
- Contaminación: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.
- Uso de recursos: presión del sector pesquero sobre el coral negro y tiburón. Cocodrilos, tortugas y manatí en peligro. Uso de trampas no selectivas.

**Conservación:** la zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional.

## IX. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

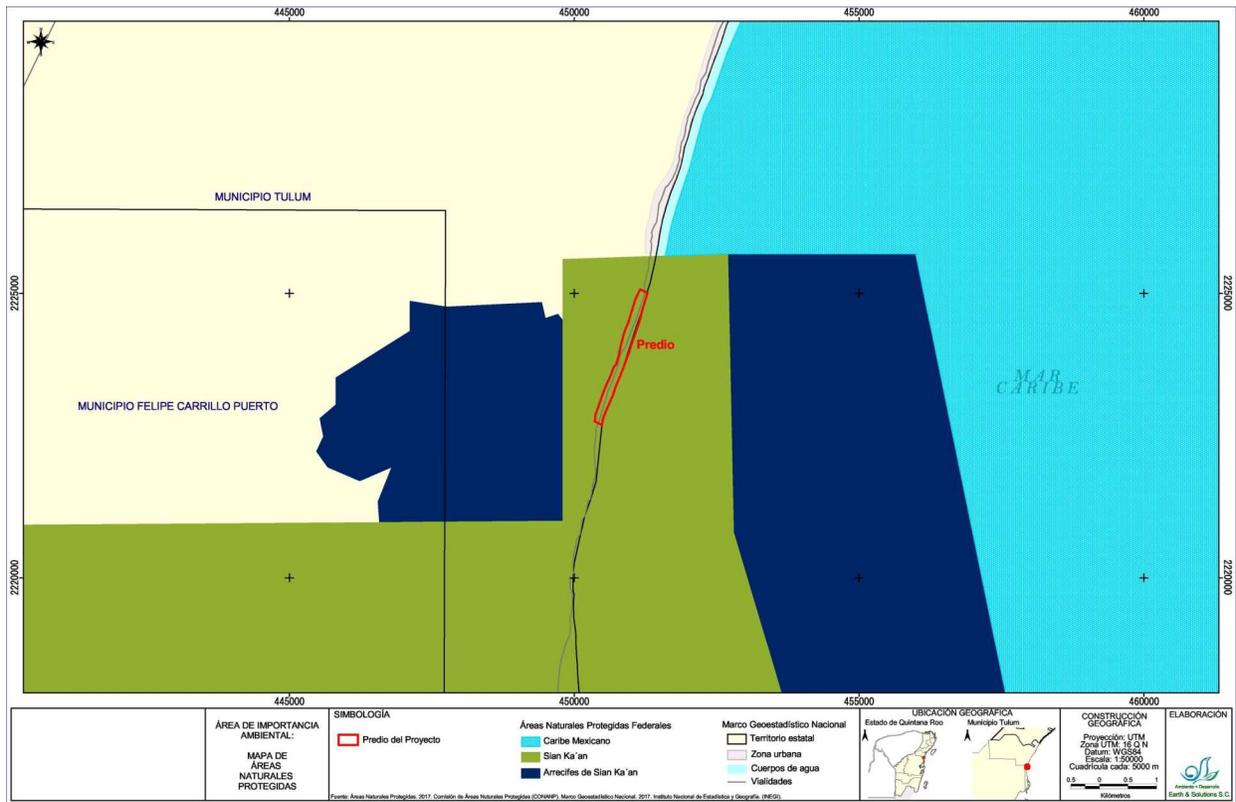
En el plano III-6 se ubica el predio dentro del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (ANP).

Esta Área Natural Protegida fue decretada el 20 de Enero de 1986, incluyendo 528,147.6 ha. Cuenta con un Programa de Manejo publicado el 23 de enero del 2015 en el Diario Oficial de la Federación, que tiene como objetivo constituir el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración de la ANP.

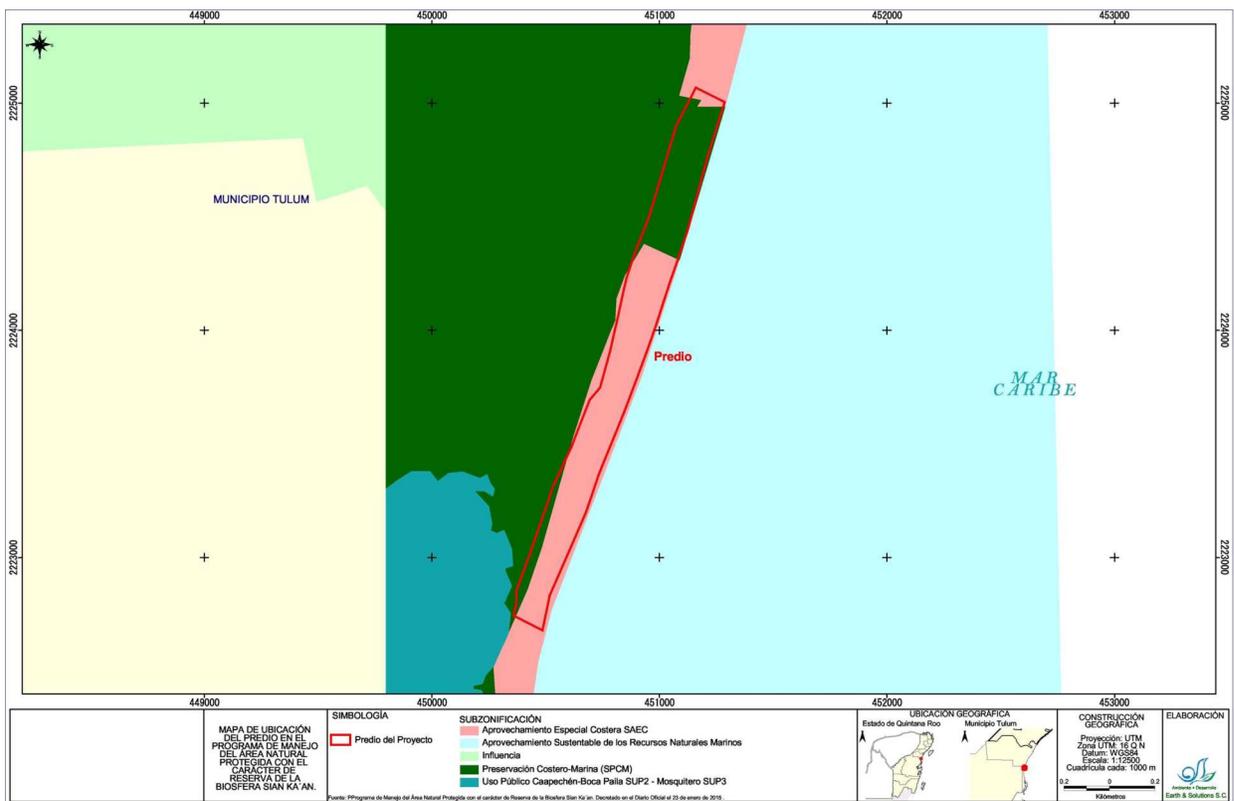
El Plan de Manejo considera tres zonas núcleo previstas por Decreto. Las Zonas Núcleo se encuentran en buen estado de conservación, en ellas las actividades humanas no han causado modificación a los ecosistemas presentes.

Adicionalmente existe una zona de amortiguamiento que pretende que las actividades de aprovechamiento que ahí se lleven a cabo se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de esta zona a largo plazo.

En el plano III-7 puede observarse que al predio le corresponden la Subzona de Preservación Costero-Marina (SPCM) y la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC), ambas dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva.



Plano III-6. Ubicación del predio con respecto a las áreas naturales protegidas.



Plano III-7. Ubicación del predio en la zonificación de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

A continuación se indican las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas en las que se ubica el predio.

### Subzona de Preservación Costero-Marina (SPCM)

No se pretende realizar ninguna de las actividades no permitidas. El proyecto tampoco contempla las actividades 1, 2, 3, 4, 7, 10 y 12 consideradas permitidas.

Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Actividades productivas de bajo impacto ambiental<sup>1</sup></li> <li>2. Colecta científica<sup>2</sup></li> <li>3. Colecta científica<sup>3</sup></li> <li>4. Desembarco</li> <li>5. Educación ambiental</li> <li>6. Filmaciones, fotografías, la captura de imágenes y sonidos</li> <li>7. Investigación científica</li> <li>8. Monitoreo ambiental</li> <li>9. Construcción de palapas de madera de un poste y hoja de palma o pasto, exclusivamente en las playas arenosas y fuera de los sitios de anidación de tortugas</li> <li>10. Instalar infraestructura para el manejo de las especies de tortugas, exclusivamente en la Zona Federal Marítimo Terrestre y hasta los siguientes 20 metros de la cresta de dunas en las playas</li> <li>11. Apertura de senderos interpretativos, peatonales, miradores y torres para observación de aves</li> <li>12. La construcción de rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona laguna</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agricultura</li> <li>2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres</li> <li>3. Apertura de bancos de material</li> <li>4. Apertura de brechas o caminos, salvo senderos interpretativos y peatonales</li> <li>5. Aprovechamiento forestal, salvo científica</li> <li>6. Establecimiento de UMA</li> <li>7. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje, salvo colecta científica</li> <li>8. Ganadería</li> <li>9. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los fujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos</li> <li>10. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras<sup>5</sup></li> <li>11. Limpiar, procesar o tirar productos provenientes de actividades pesqueras</li> <li>12. Pesca en cenotes</li> <li>13. Turismo</li> <li>14. Utilizar vehículos todo terreno o tipo Jeep® en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de los 40 kilómetros por hora</li> <li>15. La construcción de infraestructura permanente para vivienda, hospedaje o servicios</li> <li>16. Remover la vegetación natural en el cordón de la duna, con excepción de los andadores elevados o la apertura de senderos peatonales paralelos a la costa</li> </ol>

Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
	17. Cualquier actividad que requiera la instalación y anclaje en el lecho de los cuerpos de agua, de infraestructura flotante o de infraestructura piloteada en el lecho de los cuerpos de agua <sup>6</sup>  18. Realizar obras y actividades que obstruyan los accesos a las playas

<sup>1</sup> Observación de flora y fauna silvestres.

<sup>2</sup> Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VI, del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

<sup>3</sup> Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VII, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

<sup>5</sup> Conforme a lo establecido en las fracciones XIV y XVIII del Artículo 3°, de la Ley General de Vida Silvestre.

<sup>6</sup> Lagunares o marinos.

### Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)

No se pretende realizar ninguna de las actividades no permitidas. El proyecto tampoco contempla las actividades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 12 consideradas permitidas.

Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
1. Acuicultura <sup>1</sup> 2. Apertura de senderos, brechas o caminos 3. Colecta científica <sup>2</sup> 4. Colecta científica <sup>3</sup> 5. Construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica, monitoreo del ambiente y administración de la Reserva <sup>4</sup> 6. Construir infraestructura temporal en las playas arenosas <sup>5</sup> 7. Construir rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar <sup>6</sup> 8. Construcción, instalación y operación de establecimientos de servicios recreativos y de hospedaje 9. Construcción, instalación y operación de vivienda rural 10. Desembarco 11. Educación ambiental 12. Establecimiento de UMA 13. Filmaciones, fotografías, la captura de imágenes y sonidos	1. Actividades que impliquen la fragmentación del hábitat 2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres 3. Apertura de bancos de material 4. Aprovechamiento forestal, salvo colecta científica 5. Agricultura 6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje <sup>8</sup> 7. Hacer marcas permanentes en árboles plantas 8. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los ojos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos, así como remover, rellenar, transplantar, podar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del ojo hidrológico del manglar; del ecosistema y su Zona de Influencia; de su productividad natural; de

Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
<p>14. Instalar infraestructura de apoyo para actividades de turismo de bajo impacto ambiental, tales como senderos interpretativos, peatonales, andadores elevados miradores, torres para observación de aves</p> <p>15. Investigación científica y monitoreo ambiental</p> <p>16. Turismo de bajo impacto ambiental<sup>7</sup></p>	<p>la capacidad de carga natural del ecosistema para las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos, salvo las actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar</p> <p>9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras<sup>9</sup></p> <p>10. Limpiar, procesar o tirar productos o residuos provenientes de actividades pesqueras</p> <p>11. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta científica</p> <p>12. Pesca en cenotes</p> <p>13. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua</p> <p>14. Utilizar artes de pesca no selectivas<sup>10</sup></p> <p>15. Utilizar vehículos todo terreno o tipo Jeep® en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de los 40 kilómetros por hora</p> <p>16. La construcción de infraestructura para hospedaje, vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares, excepto andadores elevados</p> <p>17. No se permite la pavimentación de los caminos costeros o senderos existentes</p> <p>18. Remover la vegetación natural en el cordón de la duna, con excepción de la apertura de senderos peatonales no pavimentados</p> <p>19. Cualquier actividad que requiera la instalación y anclaje en el lecho de los</p>

Actividades Permitidas	Actividades No Permitidas
	cuerpos de agua, de infraestructura otante o de infraestructura ja piloteada en el lecho de los cuerpos de agua

- 1 Únicamente con especies nativas y que no requieran instalaciones, que no alteren ujos hídricos y que no impliquen la remoción o afectación del manglar.
- 2 Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VI, del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.
- 3 Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VII, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- 4 Siempre que no implique remoción de manglar.
- 5 De un poste y hoja de palma o pasto, y exclusivamente en las playas arenosas y fuera de los sitios de anidación de tortugas.
- 6 Exclusivamente una en la Laguna Caapechén, una en la Laguna Boca Paila, una en San Miguel-Xamach, una en Laguna Pájaros y dos en el Río Temporal, con una distancia promedio de ocho kilómetros entre ellas, y que no afecte la integralidad del ujo hidrológico del manglar o su remoción.
- 7 Tales como acampar, ciclismo, observación de ora y fauna y senderismo interpretativo.
- 8 Incluida la recolección de aquello que se deposita en la arena por efecto del oleaje.
- 9 Conforme a lo establecido en las fracciones XIV y XVIII del Artículo 3°, de la Ley General de Vida Silvestre
- 10 De conformidad con la Reglas Administrativas 82 y 84.

## **X. SITIOS RAMSAR**

La Convención Ramsar fue firmada en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, entrando en vigor hasta 1975. En suma, es un tratado multilateral que sirve de marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos para la protección de aves acuáticas, mediante acciones locales, regionales y nacionales, con el apoyo o cooperación internacional.

México ratificó la Convención el 20 de diciembre de 1984, siendo vinculante para el país desde el 4 de julio de 1986. El 4 de noviembre de 1986, México incluyó en la lista, como su primer humedal de importancia internacional, a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Hoy México cuenta con 112 Sitios Ramsar.

La Convención contiene disposiciones tendientes a la conservación y aprovechamiento sustentable tanto de humedales que hayan sido incluidos en la Lista de sitios o humedales de importancia internacional, como aquellos que no lo han sido.

De manera muy particular, resalta el artículo 3.1 de la Convención Ramsar que obliga a las partes a “elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio.”

En relación a la ubicación del predio con respecto a los sitios RAMSAR, el plano III-6 muestra que el predio se ubica dentro del sitio RAMSAR 1329.

El complejo Sian Ka'an, está integrado por la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an, y Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil. El Sitio 1329, con una superficie de 652 193 hectáreas, fue designado en 2003.

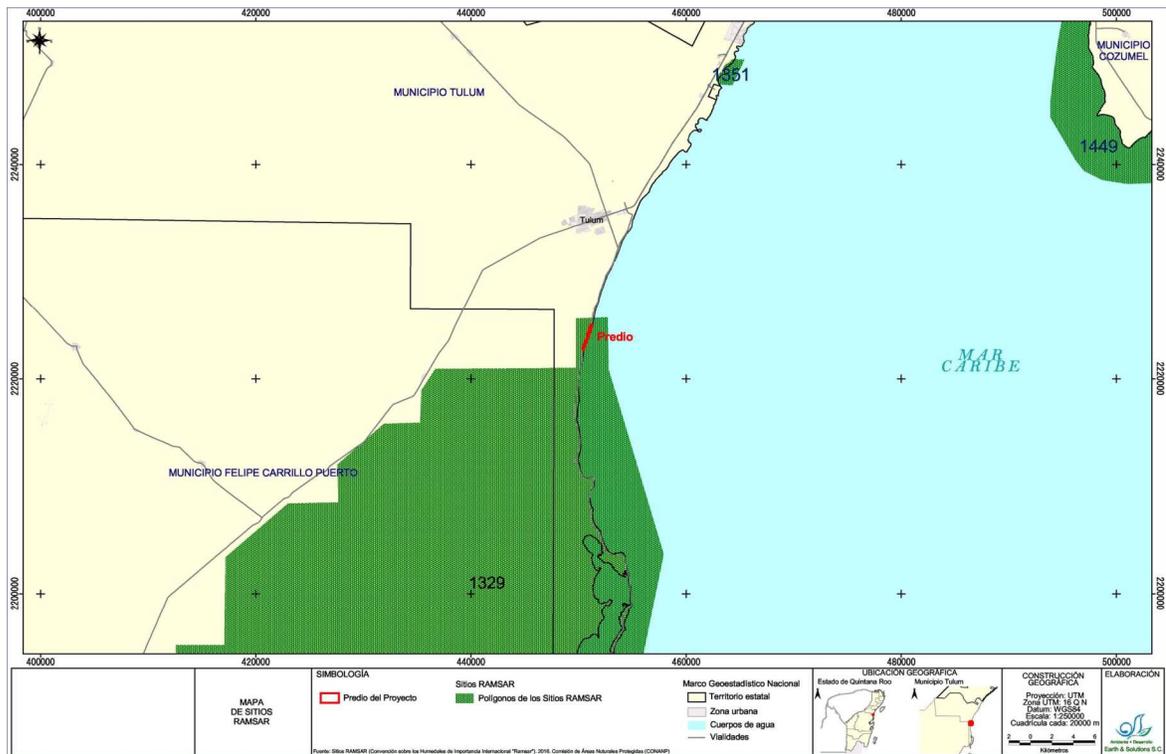
Este sitio posee uno de los ecosistemas de humedal más importantes de la región y forma parte de la Red Internacional del Programa del Hombre y la Biosfera (Programa MaB, por sus siglas en inglés), así como sitio de Patrimonio Mundial de la Humanidad como Bien Natural por parte de la Convención del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Debido a su ubicación privilegiada en el Caribe mexicano, es uno de los destinos turísticos más importantes en la región, donde se ha promovido la realización de actividades turísticas de bajo impacto y con un alto contenido de educación ambiental, como la observación de flora y fauna, las cuales dejan importantes beneficios económicos a las comunidades aledañas.

Con el fin de combatir la gran amenaza que representa la introducción de especies exóticas invasoras, en el sitio se ha establecido un Programa de Prevención, Monitoreo y Control de Especies Invasoras, en el cual se involucra a turistas y visitantes ya que son pieza clave para el control y erradicación de este tipo de especies.

Uno de los ejemplos de estas acciones es el fomento al consumo de pez león (*Pterois volitans*) como medida de control de su población, así como la solicitud de que los turistas reporten su presencia durante sus visitas a los arrecifes. De esta forma, se promueve el turismo responsable y se fortalece el cuidado y protección de este sitio Ramsar.

El proyecto con el objetivo de mantener la riqueza biológica de la zona prioriza el uso de plantas nativas y en caso de decidirse el uso de alguna especie exótica se seleccionará entre las no invasoras con base en el catálogo de la CONABIO.



Plano III-8. Ubicación del proyecto con respecto de los sitios RAMSAR (Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves).

## **CAPÍTULO IV**

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

---

## Tabla de contenido

IV.1 Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática .....	1
IV.1.1. Delimitación del área de influencia y del sistema ambiental .....	1
IV.1.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental .....	3
IV.1.2.1 Medio abiótico.....	5
a) Geología y fisiografía.....	5
b) Suelos .....	5
c) Clima .....	7
d) Hidrología .....	7
IV.1.2.2. Medio biótico.....	15
a) Vegetación en el SA .....	19
b) Fauna en el SA.....	24
c) Vegetación en el predio del proyecto.....	26
d) Fauna en el predio del proyecto.....	41
IV.1.2.3. Medio socioeconómico.....	49
a) Población.....	49
b) Rezago social .....	50
c) Servicios y medio ambiente .....	50
d) Economía .....	51
e) Transportes y comunicaciones .....	51
IV.2. Diagnóstico del Sistema Ambiental .....	52
IV.3 Conclusiones .....	53

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen IV. 1 Fotografías de satélite comparativas de la porción norte del SA del proyecto. ....	3
Imagen IV. 2 Fotografías de satélite comparativas de la porción centro del SA y AI del proyecto.....	4
Imagen IV. 3 Fotografías de satélite comparativas de la porción sur del SA del proyecto..	4
Imagen IV. 4 Fisiografía del SA, AI y predio y sitio del proyecto. ....	6
Imagen IV. 5 Camino rural que divide en dos secciones al predio del proyecto. ....	15
Imagen IV. 6 Imágenes que muestran aspectos de modificación del entorno y sitio del proyecto. En la imagen superior izquierda se tiene una panorámica del camino de terracería que cruza los predios de la zona costera norte de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an; en la imagen superior de la derecha se muestra un detalle del tipo de cerca que impide el libre tránsito de algunos vertebrados terrestres; en la imágenes inferiores se muestran aspectos de instalaciones del predio para brindar servicio a turistas que llegan a disfrutar del sitio, las cuales se han construido con elementos de la región.....	16
Imagen IV. 7 Estructuras temporales ubicadas en la porción este del predio. Izquierda: cabaña para uso turístico. Derecha: Palapa para personal de vigilancia.....	17
Imagen IV. 8 Sendero rústico que recorre la porción oriental del predio desde su extremo norte hasta su extremo sur. ....	17
Imagen IV. 9 Afectaciones encontradas en el área de estudio. Izquierda: estructura temporal usada para el acopio de residuos sólidos en la porción oeste del predio. Derecha: área de defecación al aire libre en la porción oeste del predio.....	18
Imagen IV. 10 Obras sancionadas por PROFEPA ubicadas en la porción sureste del predio, en un área donde antiguamente se estableció una plantación de cocoteros.....	18
Imagen IV. 11 Zona Federal Marítimo Terrestre colindante con el predio en donde se ha eliminado la vegetación de duna costera. ....	19
Imagen IV. 12 Vistas de la vegetación pionera de dunas costeras que colinda con el límite este del predio. ....	32
Imagen IV. 13 Cocal en el predio del proyecto.....	33
Imagen IV. 14 Vistas del área ocupada antiguamente por una plantación de C. nucifera dentro del predio. Izquierda: estrato arbustivo conformado por L. involucrata y S. maritima; derecha: área desprovista de estratos herbáceo y arbustivo. ....	33
Imagen IV. 15 Matorral costero en el predio del proyecto. ....	35
Imagen IV. 16 VIR expresado en valor neto y porcentaje, para las especies registradas en el estrato arbóreo del matorral costero dentro del predio del proyecto.....	35
Imagen IV. 17 VIR expresado en valor neto y porcentaje, para las especies registradas en el estrato herbáceo del matorral costero dentro del predio del proyecto. ....	36
Imagen IV. 18 Valor de importancia con base en la cobertura relativa de las especies registradas en el ecotono dentro del predio del proyecto, expresado en valor neto y porcentaje.....	38
Imagen IV. 19 Vistas del ecotono manglar-matorral costero que se desarrolla dentro del predio del proyecto. ....	38

Imagen IV. 20 Ejemplares de la familia Orchidaceae registrados en el ecotono dentro del área de estudio. Izquierda: <i>M. tibicinis</i> ; derecha: <i>C. integerrimum</i> . .....	39
Imagen IV. 21 Manglar de <i>Avicennia germinans</i> en el límite oeste del predio. ....	40
Imagen IV. 22 Valor de Importancia calculado para la comunidad de manglar dominada por <i>Avicennia germinans</i> que se desarrolla en el predio del proyecto. ....	40
Imagen IV. 23. Estructura de hábitos alimentarios del ensamble de vertebrados terrestres registrados en el predio del proyecto. ....	44
Imagen IV. 24. Comparativo de hábitos alimentarios entre ensambles de vertebrados terrestres registrados en el manglar y matorral costero del predio. ....	44
Imagen IV. 25. Composición de la estacionalidad para el ensamble de aves registradas en el predio (*.- Se reproduce, residente permanente; *I.- Residente permanente, también existe una población migratoria residente en invierno; I.- Residente de invierno, se encuentra en mayor número durante su migraciónT.- Transeúnte). ....	48
Imagen IV. 26 Número de habitantes por población en el municipio de Tulum. ....	49
Imagen IV. 27 Distribución de los grandes sectores de la economía de Quintana Roo y del total nacional en 2014. Fuente: INEGI 2016 .....	51
Imagen IV. 28 Participación de los principales sectores económicos en el PIB estatal y nacional en 2014. ....	52

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano IV. 1 Área de influencia delimitada y Sistema Ambiental delimitados para el proyecto. ....	2
Plano IV. 2. Mapa de la geología del SA del proyecto. ....	9
Plano IV. 3. Tipo de suelo en el SA del proyecto .....	10
Plano IV. 4 Clima en la región donde se ubica el predio del proyecto. ....	11
Plano IV. 5. Fenómenos meteorológicos cuya trayectoria ha cruzado cerca del SA del proyecto, durante el periodo de 1940 a 2010. ....	12
Plano IV. 6. Hidrología superficial en el SA del proyecto. ....	13
Plano IV. 7 Hidrología subterránea en el SA del proyecto. ....	14
Plano IV. 8 Vegetación en la región donde se ubica el predio del proyecto según INEGI Serie VI (2017). ....	22
Plano IV. 9 Vegetación en el SA delimitado para el proyecto. ....	23
Plano IV. 10 Vegetación en el predio del proyecto. ....	29

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro IV. 1. Tipos de vegetación en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.....	19
Cuadro IV. 2. Superficie ocupada por tipo de vegetación en el SA definido para el proyecto. Basada en Espejel (1986) y Olmsted y Durán (1990). .....	20
Cuadro IV. 3. Listado de especies de fauna reportadas para el SA y AI del proyecto según el portal Naturalista de la CONABIO. ....	25
Cuadro IV. 4. Clasificación de los tipos de vegetación encontrados en el área de estudio según Espejel (1985), Olmsted y Durán (1990) e INEGI Serie VI (2017). ....	26
Cuadro IV. 5. Superficie por tipo de vegetación o asociación vegetal en el predio del proyecto con base en la clasificación de Espejel (1985) y Olmsted y Durán (1990). ....	28
Cuadro IV. 6 Especies registradas en el predio del proyecto y los tipos de vegetación en que fueron encontradas. MC: Matorral costero; Mg: Manglar; Ec: ecotono; HP: Halófitas pioneras. ....	30
Cuadro IV. 7 Densidad de plántulas registradas en el estrato herbáceo del matorral costero dentro del predio del proyecto. ....	36
Cuadro IV. 8 Listado de especies registradas en las comunidades de Manglar y Matorral Costero presentes en el predio del proyecto. ....	42
Cuadro IV. 9 Abundancia relativa de las especies registradas en la comunidad de Manglar presente en el predio del proyecto. ....	42
Cuadro IV. 10 Abundancia relativa de las especies registradas en la comunidad de Matorral Costero presente en el predio del proyecto. ....	43
Cuadro IV. 11 Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) y equitabilidad (E) para la comunidad de Manglar presente en el predio del proyecto. ....	45
Cuadro IV. 12 Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) y equitabilidad (E) para la comunidad de Matorral Costero presente en el predio del proyecto. ....	46
Cuadro IV. 13 Cálculo del Índice Cualitativo de Sorensen para obtener la similitud entre las comunidades de Manglar y Matorral Costero presentes en el predio del proyecto. ....	46
Cuadro IV. 14 Cálculo del Índice de Sorensen modificado por Bray Curtis, que considera valores de registro de individuos para obtener la similitud entre las comunidades de Manglar y Matorral Costero presentes en el predio .....	47
Cuadro IV. 15 Especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el predio. ....	48
Cuadro IV. 16 Indicadores de bienestar en el municipio de Tulum. ....	50

## IV.1 Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática

En este capítulo se describen y analizan las condiciones naturales y socioeconómicas existentes en el área de influencia del proyecto y en el Sistema Ambiental (SA) delimitado para el mismo. De igual forma, se realiza un diagnóstico sobre la calidad ambiental del SA considerando todos los elementos analizados, el cual servirá de base para la evaluación de los impactos ambientales que se identifiquen en el capítulo V.

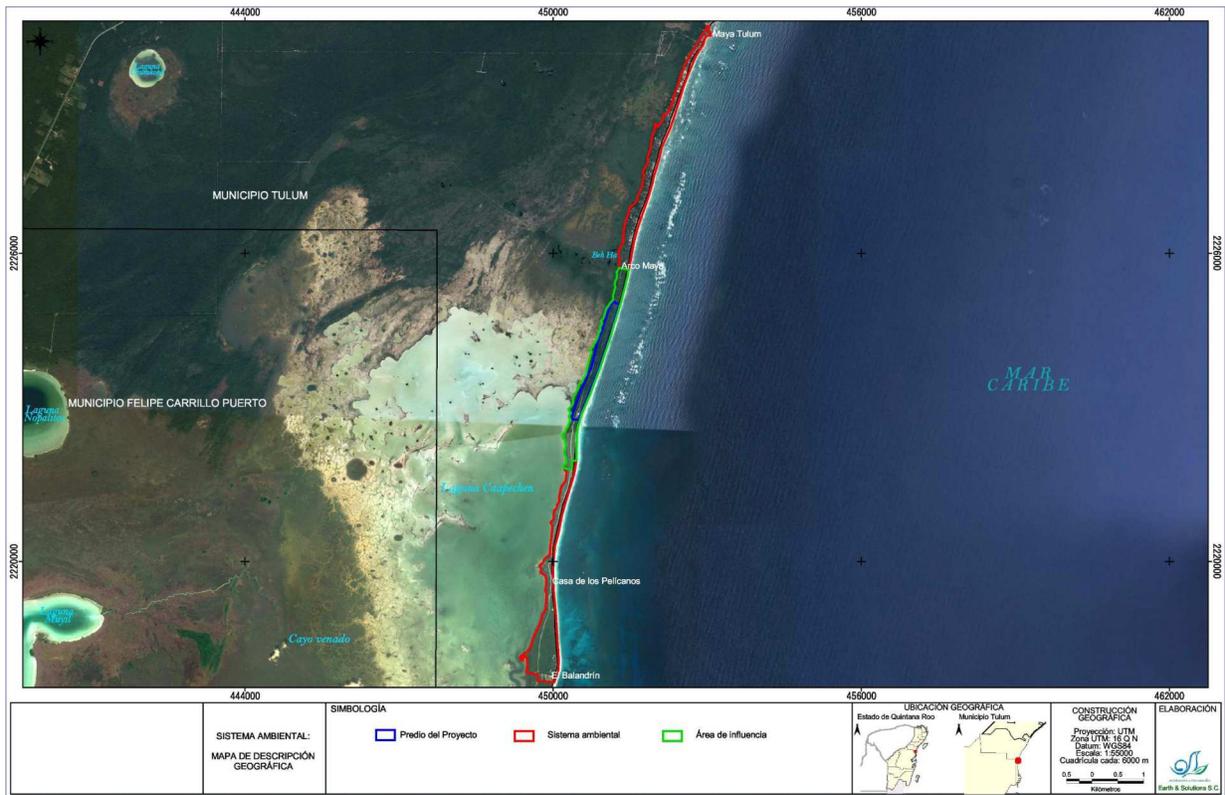
### IV.1.1. Delimitación del área de influencia y del sistema ambiental

La Guía para Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Turístico Modalidad Particular de la SEMARNAT señala que el *Área de Influencia* se debe definir por los procesos que se llevan a cabo en la zona donde se pretende insertar el proyecto, y por el área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto.

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica dentro de la zona costera norte de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (RBSK), en el estado de Quintana Roo. Consiste en un polígono rectangular de 2,500 m de largo y 150 m de ancho aproximadamente, que en total cubre una superficie de 39.85 ha.

Los procesos que se llevan a cabo en esta zona están relacionados con el flujo superficial y subterráneo del agua, con la mezcla entre agua dulce y agua marina, así como con la topografía. Estos factores determinan el tipo suelo que se encuentra y por ende el tipo de vegetación que se desarrolla en cada área. Los humedales costeros son ecosistemas de gran importancia en la región donde se ubica el predio, tanto por la diversidad biológica que albergan como por los servicios ambientales que brindan. Otro ecosistema de gran importancia es la vegetación de duna costera, la cual en esta área se encuentra en muy buen estado de conservación y se asocia íntimamente con los humedales costeros.

El tipo de impactos y su amplitud en esta zona depende en gran medida de las características de los proyectos que pretendan desarrollarse en ella. En el caso particular del Proyecto que ocupa este documento, el cual será de bajo impacto, con infraestructura temporal y materiales de la región, los impactos generados no se extenderán más allá del límite de la RBSK al norte, de la línea de costa al este, del ecotono al oeste y de la zona donde se ubica un muelle utilizado para embarcar turistas hacia Punta Allen al sur, por lo que el Área de Influencia (AI) se definió con base en estos límites (Plano IV.1).



Plano IV. 1 Área de influencia delimitada y Sistema Ambiental delimitados para el proyecto.

Por otra parte, el Sistema Ambiental del proyecto (SA) fue definido a partir de los límites naturales y artificiales de los elementos bióticos y abióticos existentes, así como de los procesos ecosistémicos con los cuales interactuarán las obras y actividades del proyecto. De esta forma, el SA del proyecto comprende, en sentido este-oeste a la playa arenosa, la vegetación pionera de dunas costeras, el matorral costero, el ecotono matorral-humedal y el manglar de *Avicennia germinans*. Al norte, el SA se delimitó con base en las características del desarrollo urbano y de la línea de costa, llegando donde se interrumpe la franja vegetación del litoral por efecto del desplante de la carretera. El límite sur fue definido con base en los usos de suelo actuales, los cuales han generado discontinuidad en la vegetación debido a la apertura de brechas y senderos, así como perturbaciones a la flora y fauna local por la presencia y tránsito continuo de vehículos y personas. El área ocupada por el SA definido es de 292.69 ha y en ella se incluyen el Área de Influencia, el predio y el sitio del proyecto.

#### IV.1.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

El SA del proyecto ha presentado cambios en los últimos 15 años de acuerdo a lo que se muestra en las imágenes de satélite del programa Google Earth (2019). Estos cambios se han presentado principalmente en la porción norte del SA y han consistido en el desarrollo de infraestructura hotelera y comercial a ambos lados del camino de acceso hacia Punta Allen. En la porción sur del SA los cambios han sido menores, aunque también se ha desarrollado infraestructura turística, así como dos muelles rústicos en la laguna Caapechen (Imágenes IV.1 a IV.3).



Imagen IV. 1 Fotografías de satélite comparativas de la porción norte del SA del proyecto.



Imagen IV. 2 Fotografías de satélite comparativas de la porción centro del SA y AI del proyecto.



Imagen IV. 3 Fotografías de satélite comparativas de la porción sur del SA del proyecto.

Con base en lo anterior a continuación se describen los elementos bióticos y abióticos que conforman el medio natural dentro del SA del proyecto, así como el medio socioeconómico.

#### **IV.1.2.1 Medio abiótico**

##### **a) Geología y fisiografía**

El SA del proyecto se sitúa en una de las franjas geológicamente más recientes de la Península de Yucatán, ya que sus terrenos emergieron en el Cuaternario, hace menos de dos millones de años; las zonas de marismas son más jóvenes que las zonas más altas y secas ocupadas por las selvas (CONANP 2014, Plano IV.2).

La RBSK se caracteriza por la presencia de amplias lagunas costeras, cuya formación se debió a la estabilización de la línea de costa durante el periodo interglacial Sangamon, en el Pleistoceno, hace aproximadamente 80 mil años. Este evento permitió la formación de las ondulaciones de playa a lo largo de la línea de costa que se asocian con las lagunas costeras actuales. Posteriormente, durante la glaciación de Wisconsin hace 18 mil años aproximadamente, el mar descendió 130 m, por lo que la actual plataforma continental fue expuesta a procesos terrestres y atmosféricos, así como a la erosión de valles y cuenca y a la sedimentación en las planicies y deltas. Esto dio como resultado el desarrollo de las lagunas costeras modernas. Por último, durante la trasgresión del Holoceno, las depresiones topográficas fueron expuestas a la energía marina, dándole a estas lagunas sus características actuales (CONANP 2014). De acuerdo a INEGI en el SA del proyecto se presentan capas geológicas recientes del Cuaternario de tipo eólico (Qeo) en la porción norte y de tipo litoral (Qli) en las porciones centro y sur.

El SA se ubica en la Provincia Fisiográfica Karst Yucateco que es una plataforma de calizas en la porción norte de la Península de Yucatán y muestra en su porción costera barras arenosas que se desarrollan debido al depósito litoral de material biogénico que aportan los organismos marinos. Es precisamente en la barra arenosa que se extiende desde el sur de la zona arqueológica de Tulum hasta el canal de Boca Paila donde se encuentra inmersas tanto el SA como el AI y el sitio del proyecto (Imagen IV.4).

##### **a) Suelos**

En el área donde se ubica el SA, el AI y el predio del proyecto los suelos que se desarrollan son de tipo solonchak, en las áreas inundables, y arenosol en la franja de dunas costeras que separa la laguna del mar (INEGI 2017) (Plano IV.3).

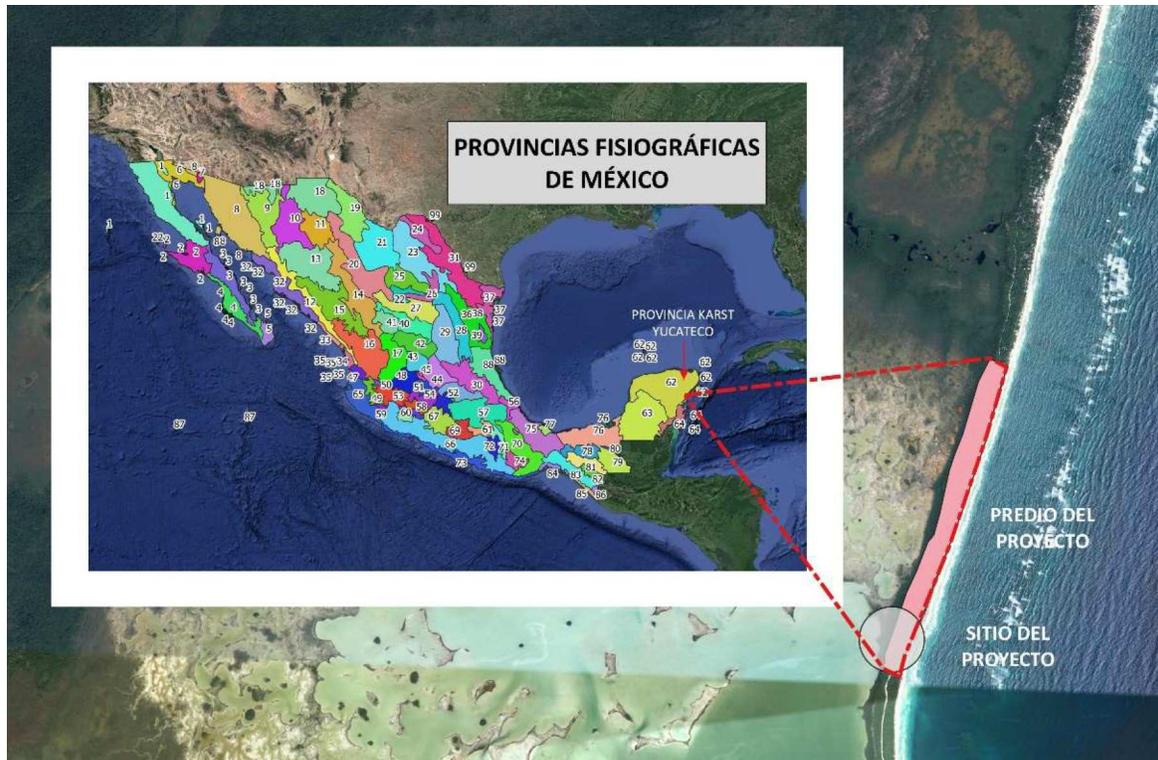


Imagen IV. 4 Fisiografía del SA, AI y predio y sitio del proyecto.

Fuente: CONABIO Portal Digital (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>). Provincias Fisiográficas de México.

Según la clasificación de la FAO/UNESCO Los suelos tipos solonchak presentan alto contenido de sales en alguna parte o en todo el perfil (Bautista et al. 2005). Se encuentran en regiones áridas y semiáridas, principalmente en zonas permanentemente o estacionalmente inundadas. La vegetación es herbácea con frecuente predominio de plantas halófilas; en áreas costeras pueden aparecer bajo cualquier clima. El perfil es de tipo AC o ABC y, a menudo con propiedades gleicas en alguna zona. En áreas deprimidas con un manto freático somero, como es el caso del área de estudio, la acumulación de sales es más fuerte en la superficie del suelo y se denominan solochaks externos (FAO 2019 [www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/Solonchak.htm](http://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/Solonchak.htm)).

Los suelos tipo arenosol se desarrollan sobre materiales no consolidados de textura arenosa, que localmente pueden ser calcáreos. En pequeñas áreas pueden aparecer sobre arenisca o rocas silíceas muy alteradas y arenizadas. Se encuentran sobre dunas recientes, lomas de playas y llanuras arenosas bajo una vegetación herbácea muy clara y en ocasiones en mesetas muy viejas, bajo un bosque muy claro. El clima puede ser cualquiera, desde árido a muy húmedo y desde muy frío a muy cálido. El perfil es de tipo AC, con un horizonte E ocasional. En zonas húmedas tienden a desarrollar un horizonte álbico ([www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/Arenosol.htm](http://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/Arenosol.htm))

## **b) Clima**

La región está comprendida dentro de la zona ciclónica tropical del Caribe y los vientos dominantes tienen una dirección este-sureste. Según la clasificación de Köppen modificada por García (1973), corresponde a un clima Aw, cálido subhúmedo con lluvias en verano (Plano IV.X). La temperatura media mensual es siempre superior a los 22°C y la media anual es de 26.5°C. Las temperaturas máximas y mínimas puntuales han sido 44°C y 4.5°C, respectivamente. No se presentan heladas (SEMARNAT/CONANP 2014) (Plano IV.4).

El 75% de las precipitaciones se presentan en los meses de mayo a octubre. El mes más lluvioso es septiembre, con un promedio de 208.1 mm de precipitación y el más seco es marzo con 29.4 mm. La precipitación media anual, según datos de cinco estaciones en 15 años, fue de mil 128 mm. Las lluvias de invierno constituyen el 25% del total y son originadas por los eventos denominados “nortes”, que se acompañan con ocasiones por vientos del oeste. La nubosidad en la zona es alta, con 200 días nublados por año y la humedad relativa promedio es superior al 80% (SEMARNAT/CONANP 1974).

La región costera de Quintana Roo está sometida al embate periódico de huracanes y tormentas que se originan principalmente en el Caribe y el Atlántico tropical. La zona ha sido afectada por 16 huracanes que han entrado a tierra por sus costas, entre los que destacan por su intensidad y daños generados Gilberto en 1988, Roxanne en 1995, Isidoro en 2003, Wilma en 2005 y Dean en 2007 (SEMARNAT/CONANP 2014) (Plano IV.5).

## **c) Hidrología**

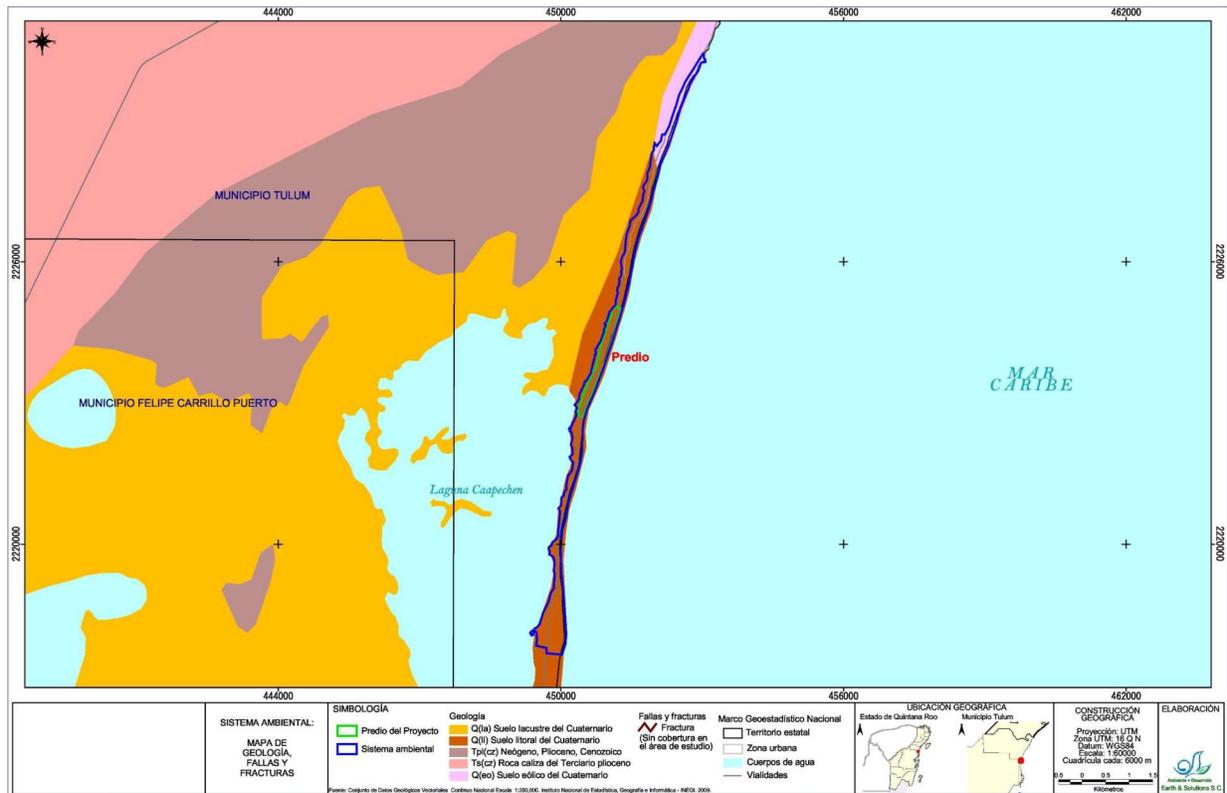
El SA, el AI y el predio del proyecto forman parte de la Región Hidrológica 33, Subregión Hidrológica RH33 Yucatán Este, Cuencas Cerradas B.

La recarga del acuífero tiene lugar durante los meses de mayo a octubre y es originada principalmente por las lluvias de mayor intensidad, siendo importante las características del subsuelo para la formación de acuíferos con posibilidades de aprovechamiento. De acuerdo a INEGI, las características geohidrológicas indican que la hidrología superficial en el SA, AI y predio del proyecto se tiene que un coeficiente de escurrimiento de 0% a 5% (Planos IV.6 y IV.7).

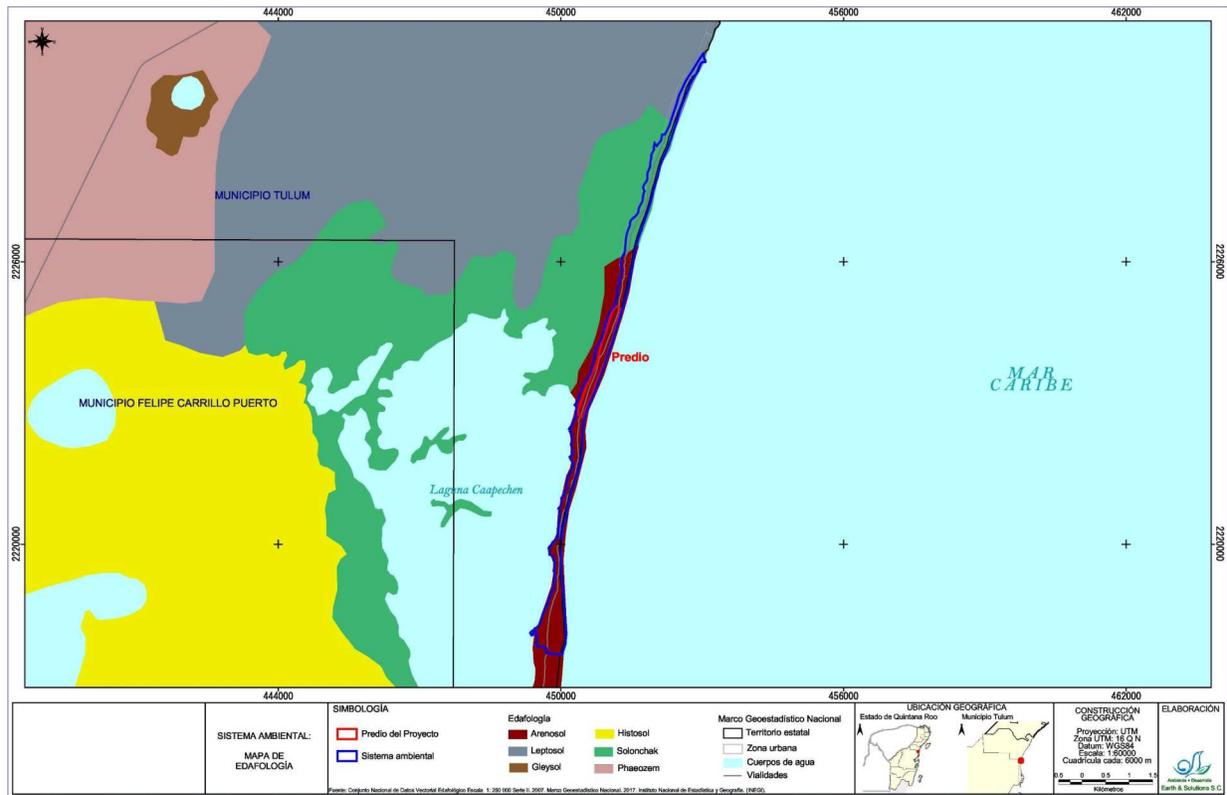
En lo referente a su hidrología subterránea se tiene que por las características de su geología existe un material no consolidado con posibilidades bajas. Las condiciones anteriores indican que el acuífero es vulnerable y enfrenta severas restricciones de aprovechamiento debido al riesgo de provocar su contaminación y salinización por la intrusión salina debido a su cercanía del sitio con el mar (Planos IV.6 y IV.7). Lo anterior también determina que exista un elevado riesgo de contaminación por la descarga al subsuelo de aguas sin el debido tratamiento y cuyo afloramiento se tendría en el mar muy cerca de la playa.

Debido al poco aprovechamiento que se tiene de las aguas superficiales, el subsuelo se convierte en la única fuente permanente de agua dulce que se posee en la región, por lo que se usa tanto para la agricultura como para el desarrollo de los demás sectores económicos. Gracias a la abundante precipitación pluvial de la región y a las peculiares características topográficas y geológicas de la península de Yucatán, el volumen renovable del acuífero es muy superior a las demandas de agua esperadas a largo plazo; sin embargo, el acuífero es vulnerable y su captación enfrenta severas restricciones debido al riesgo de provocar su contaminación y salinización por ascenso del agua de mala calidad y por la intrusión salina desde el mar (UQroo s/f).

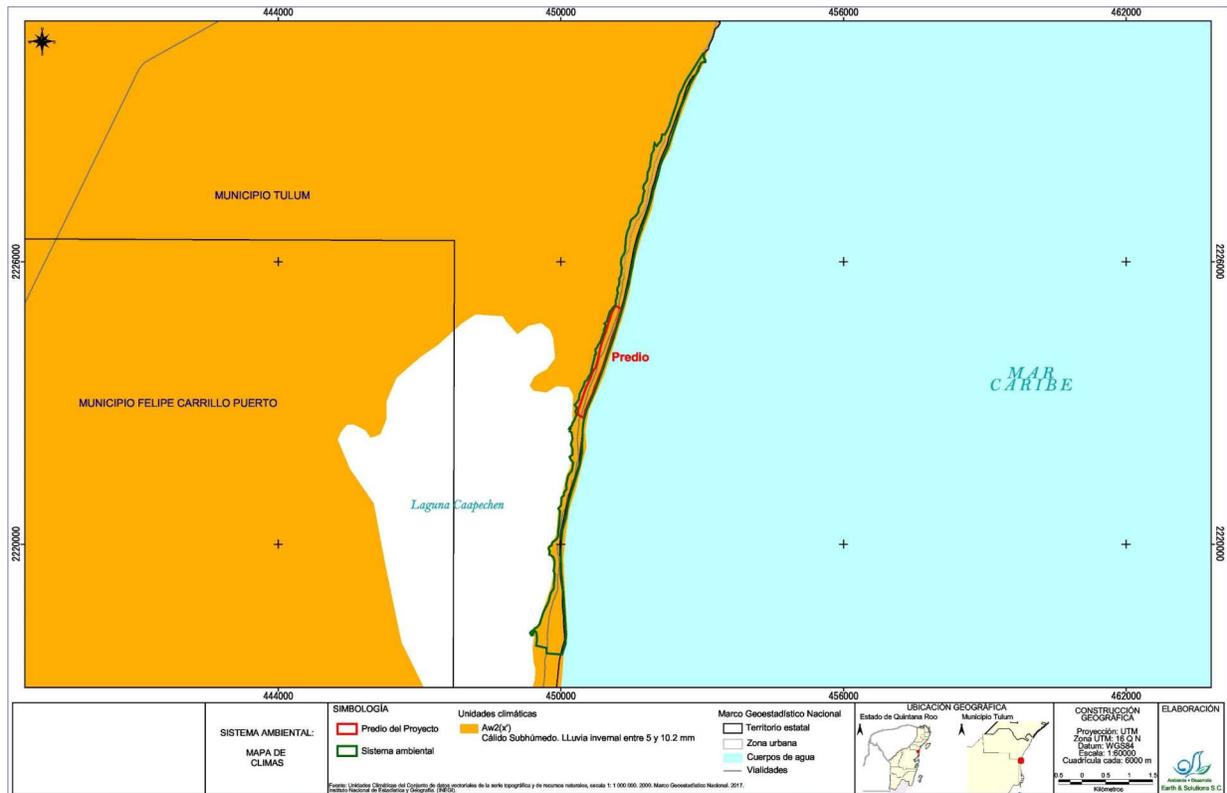
El acuífero se explota por medio de múltiples alumbramientos de tipo norias, pozos someros y pozos profundos que se utilizan para uso público urbano, agrícola, ganadero, industrial, de generación de energía eléctrica, de acuicultura y de recreación y turismo. El aprovechamiento de las aguas subterráneas es mucho mayor que el de las aguas superficiales, llegando a representar el 97.62% del volumen total utilizado en los diferentes usos (UQroo s/f).



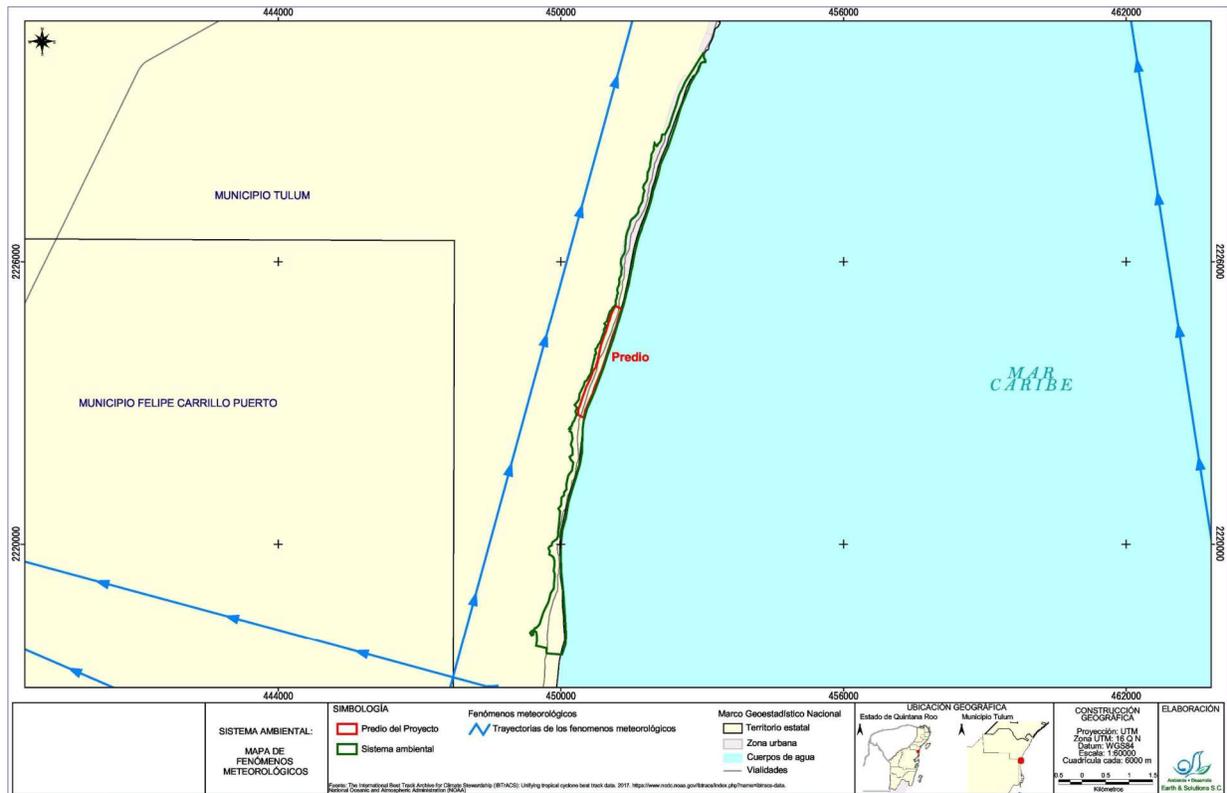
Plano IV. 2. Mapa de la geología del SA del proyecto.



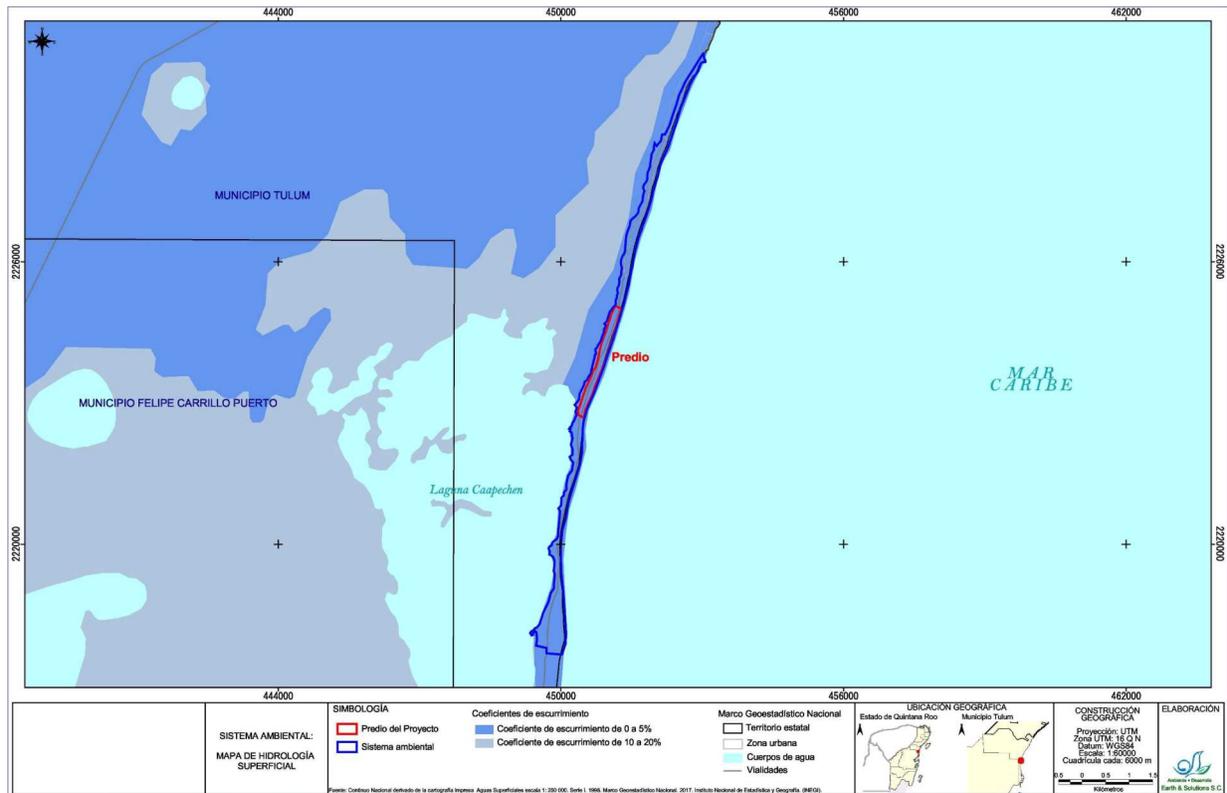
Plano IV. 3. Tipo de suelo en el SA del proyecto



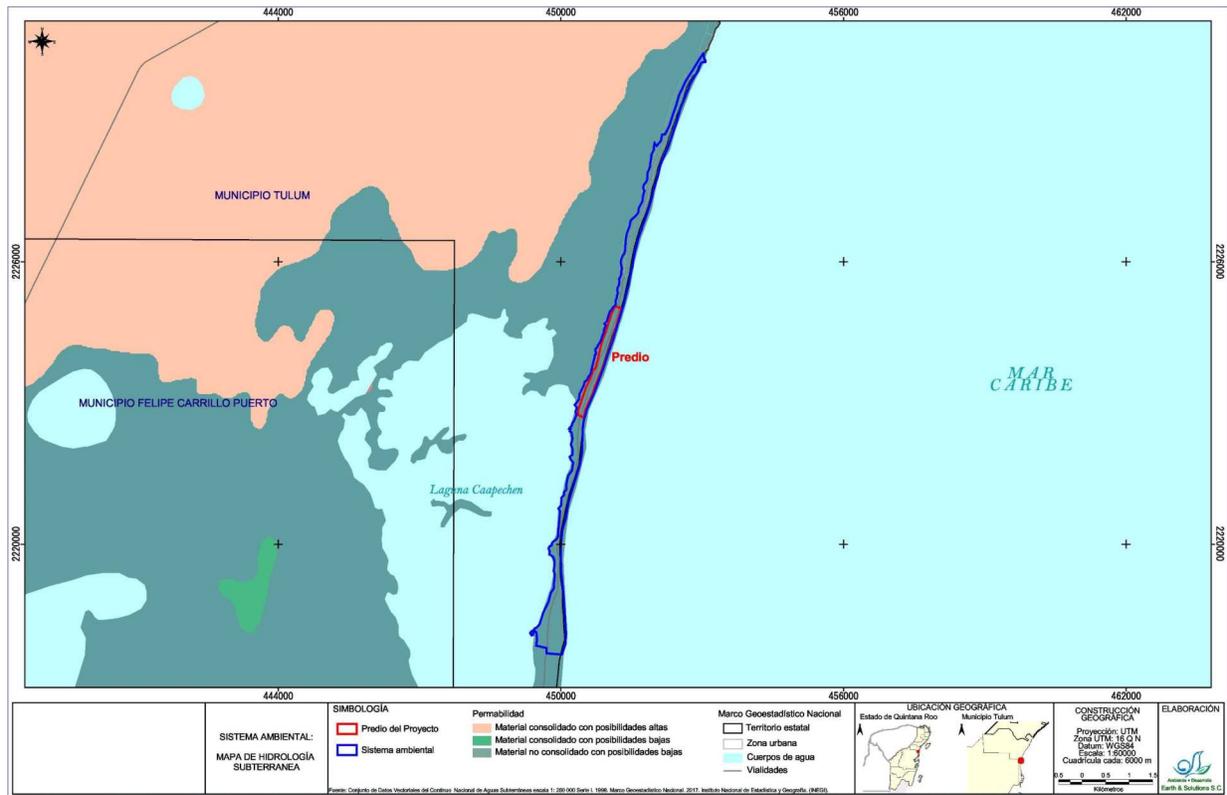
Plano IV. 4 Clima en la región donde se ubica el predio del proyecto.



Plano IV. 5. Fenómenos meteorológicos cuya trayectoria ha cruzado cerca del SA del proyecto, durante el periodo de 1940 a 2010.



Plano IV. 6. Hidrología superficial en el SA del proyecto.



Plano IV. 7 Hidrología subterránea en el SA del proyecto.

#### IV.1.2.2. Medio biótico

Las características del SA y AI del proyecto reseñadas en el apartado anterior indican que los espacios geográficos antes señalados se ubican en una barra arenosa de edad geológica muy reciente que colinda con el Mar Caribe en su porción este y con cuerpos de agua salobre y zonas inundables en su porción oeste. Estas condiciones son restrictivas y determinan la presencia de una biota particular asociada a ambientes costeros y escasa presencia de ambientes selváticos. Asimismo, el creciente poblamiento y ocupación del litoral están generando una dinámica de cambio en los ecosistemas que se presentan en la zona, debido principalmente a la reducción de la cobertura vegetal y mayor tránsito de vehículos y personas. La principal afectación que se observa y que incide directamente en el cambio ambiental en la zona porque brinda facilidades de acceso, es la presencia de un antiguo camino de terracería que comunica Tulum con Punta Allen. Los principales cambios se presentan en la parte norte del SA y el impacto se reduce al ingresar a la RBSK debido a las restricciones que impone su Programa de Manejo.

##### a) Descripción general del predio

El predio del proyecto corresponde a un polígono de 39.85 ha de superficie. Consiste en un rectángulo de aproximadamente 2.4 km de largo y 150 m de ancho en promedio. Se encuentra dividido en dos secciones: este y oeste, separadas por un camino rural de terracería de 4.5 m de ancho en promedio, que conecta los poblados de Tulum y Punta Allen (Imagen IV.5).



Imagen IV. 5 Camino rural que divide en dos secciones al predio del proyecto.

Esta vía presenta un aforo regular de diversos medios de transporte; observándose que en su parte oriente existe una cerca continua que delimita porciones de terreno y que en algunos tramos constituye un obstáculo para el libre tránsito de algunos vertebrados terrestres.

En la porción sur del predio existe un club de playa que cuenta con algunas instalaciones construidas con elementos de la región y que permiten ofrecer servicios a turistas (Imagen IV.6).



Imagen IV. 6 Imágenes que muestran aspectos de modificación del entorno y sitio del proyecto. En la imagen superior izquierda se tiene una panorámica del camino de terracería que cruza los predios de la zona costera norte de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an; en la imagen superior de la derecha se muestra un detalle del tipo de cerca que impide el libre tránsito de algunos vertebrados terrestres; en la imágenes inferiores se muestran aspectos de instalaciones del predio para brindar servicio a turistas que llegan a disfrutar del sitio, las cuales se han construido con elementos de la región.

En la porción este del predio existen diversas estructuras temporales hechas con materiales de la región con uso predominante turístico, pero que actualmente se encuentran fuera de operación. También existen palapas rústicas para el personal de vigilancia del predio. Alrededor de las cabañas mencionadas se observa eliminación parcial de la vegetación herbácea y arbustiva (Imagen IV.7).



Imagen IV. 7 Estructuras temporales ubicadas en la porción este del predio. Izquierda: cabaña para uso turístico. Derecha: Palapa para personal de vigilancia.

A lo largo de la porción oriental del predio existe un sendero rústico de 1.3 m de ancho en promedio que lo recorre desde su extremo norte hasta su extremo sur. Dicho sendero se ubica a una distancia de entre 20 y 40 m del camino a Punta Allen (Imagen IV.8).



Imagen IV. 8 Sendero rústico que recorre la porción oriental del predio desde su extremo norte hasta su extremo sur.

En la porción oeste existen varias zonas de acumulación de residuos sólidos y áreas usadas para defecar al aire libre, dispersas entre la vegetación. Una de ellas cuenta con una estructura tipo palapa destinada al acopio de residuos (Imagen IV.9).



Imagen IV. 9 Afectaciones encontradas en el área de estudio. Izquierda: estructura temporal usada para el acopio de residuos sólidos en la porción oeste del predio. Derecha: área de defecación al aire libre en la porción oeste del predio.

En la porción sureste del predio existe una zona donde antiguamente se estableció una plantación de *Cocos nucifera* y posteriormente se le dio uso turístico. En esta zona se encuentran algunas de las instalaciones sancionadas por la Procuraduría de Protección al Ambiente (PROFEPA) en la resolución 0199/2018 del 3 de octubre de 2018 (Imagen IV.10).



Imagen IV. 10 Obras sancionadas por PROFEPA ubicadas en la porción sureste del predio, en un área donde antiguamente se estableció una plantación de cocoteros.

El frente del predio que colinda con la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) presenta vegetación de duna costera en buen estado de conservación, con excepción del área colindante con una antigua plantación de coco, en donde la vegetación de duna costera ha sido eliminada casi en un 100% a lo largo de una franja de 150 m aproximadamente (Imagen IV.11).



Imagen IV. 11 Zona Federal Marítimo Terrestre colindante con el predio en donde se ha eliminado la vegetación de duna costera.

#### a) **Vegetación en el SA**

Los criterios empleados para caracterizar a la vegetación, tanto en el SA como en el predio, se basaron en la clasificación de Espejel (1986), que trata de forma particular a la vegetación de las dunas costeras de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, así como las descripciones de la vegetación de Olmsted y Durán (1990) sobre la vegetación de Sian Ka'an. Esto permitió analizar de forma más detallada las características florísticas del área de estudio. Sin embargo, también se consideró de forma comparativa la clasificación de INEGI Serie VI (2017), la cual es mucho más general ya que describe los tipos de vegetación a nivel nacional (Plano IV.8), además de que es la que fue usada por la PROFEPA para describir la vegetación del predio.

Olmsted y Durán (1990) clasificaron a la vegetación de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (RBSK) en cuatro grupos básicos: selvas, pantanos, vegetación de dunas y petenes (Cuadro IV.1).

Cuadro IV. 1. Tipos de vegetación en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

Selvas	Pantanos	Vegetación de dunas	Petenes
Selva subperennifolia	De zacates	Vegetación de especies pioneras	De selva
Selva subcaducifolia	De mangle chaparro	Matorral costero	De manglar
Selva baja inundable	Mangle de franja		
	Tasistal		

/Modificado de Olsmted y Durán (1990) y Espejel (1983).

En el SA del proyecto se encuentran pantanos y vegetación de dunas costeras. Los pantanos de zacates y de mangle chaparro se desarrollan alrededor de la laguna de Caapechen o Coapechen, mientras que la vegetación de especies pioneras de duna costera y el matorral costero se encuentran en la barra arenosa que separa la laguna mencionada del Mar Caribe (Plano IV.9, Cuadro IV.2).

Cuadro IV. 2. Superficie ocupada por tipo de vegetación en el SA definido para el proyecto. Basada en Espejel (1986) y Olmsted y Durán (1990).

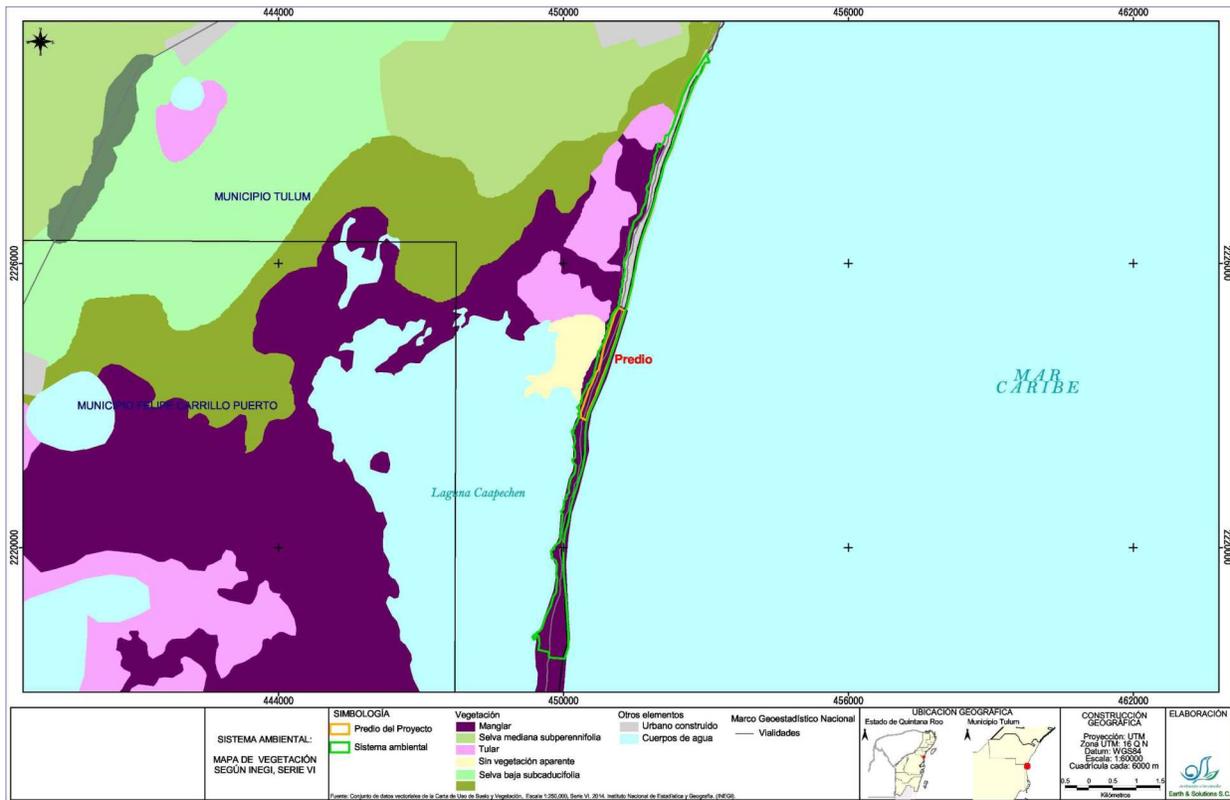
Tipo de vegetación	Superficie (m <sup>2</sup> )
Ecotono manglar-matorral costero	226,670.938
Manglar de <i>Avicennia germinans</i>	517,329.272
Matorral costero de <i>Thrinax radiata</i> .	1'393,892.280
Sin vegetación (Camino)	139,950.645
Sin vegetación (Obras)	297,949.105
Vegetación inducida	54,193.301
Vegetación pionera de dunas costeras.	296,952.831
<b>Total general</b>	<b>2'926,938.372</b>

Los pantanos de zacates son comunidades herbáceas costeras que se inundan con agua de lluvia, por lo que pueden presentar bajos grados de salinidad y ocupar grandes extensiones. Las especies dominantes son el tule (*Typha angustifolia*), la cortadera (*Cladium jamaicense*) y *Eleocharis cellulosa* (SEMARNAP s/f). En la zona norte de la RBSK, donde se encuentra el SA del proyecto, se desarrollan comunidades inundables de herbáceas que forman un mosaico donde se entremezclan tres tipos de asociaciones: 1) dominada por *C. jamaicense*; 2) dominada por *Schoenus nigricans*; y 3) dominada por *E. cellulosa*. Todas estas comunidades tienen en general una cobertura vegetal muy baja que puede ir del 50% a menos del 5%. Entre estas comunidades pueden encontrarse algunas especies arbustivas muy dispersas. En algunas zonas, el pantano de *C. jamaicense* se entremezcla en el ecotono con el mangle chapararro (Olmsted y Durán 1990).

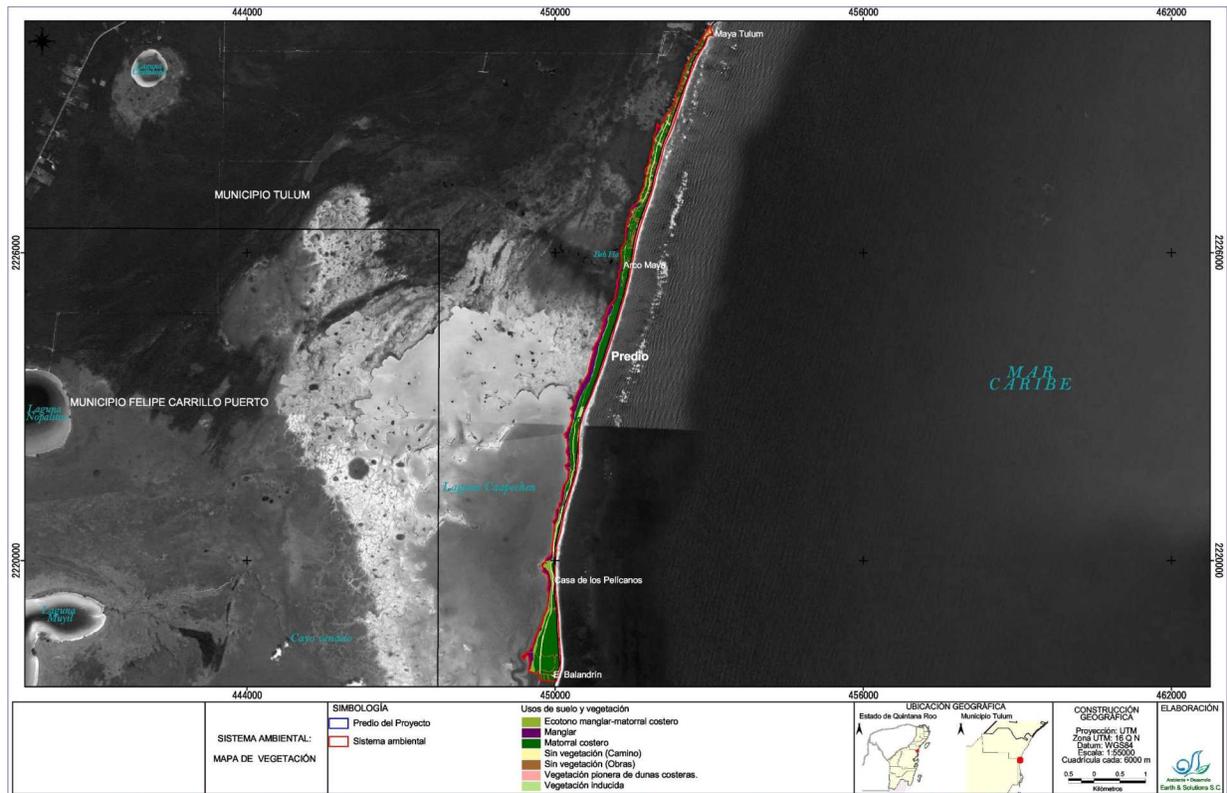
Los manglares chaparros están dominados por la especie *Rhizophora mangle* o mangle rojo, aunque en algunas zonas puede dominar cualquiera de las otras especies de manglar. Tienen una altura promedio de 2 m, debido a que los nutrientes no pueden ser absorbidos adecuadamente por las plantas a consecuencia de las características del suelo. También suelen ser muy extensos y en época de secas presentan altas concentraciones de sales en sus aguas (SEMARNAP s/f). En el SA del proyecto se distribuyen bordeando los canales y pequeñas lagunas internas al norte. Puede encontrarse inundado 6 meses al año, aunque también puede secarse totalmente en ciertas temporadas. A grandes intervalos hay petenes de extensión muy variable compuestos de mangles o de otras especies. De vez en cuando se pueden encontrar manchones de palmas tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*), chit (*T. radiata*) o guano (*Sabal* spp.) (Olmsted y Durán 1990).

En cuanto a la vegetación de dunas costeras, en la RBSK existen aproximadamente 100 km de dunas costeras en una estrecha franja de 100 a 200 m de ancho, que separa el mar de las lagunas interiores. El 90% de su superficie se encuentra cubierta por plantaciones de *Cocos nucifera* y el 10% restante presenta una formación vegetal compuesta por elementos florísticos típicamente antillanos como el chit (*Thrinax radiata*), el sikimay (*Tournefortia gnaphalodes*), la riñonina (*Ipomoeae pes-caprae*), el siricote de playa (*Cordia*

*sebestena*), la uva de mar (*Coccoloba uvifera*), entre otras especies (Espejel 1983, SEMARNAP s/f). El grupo típico de las dunas costeras de Sian Ka'an y de amplia distribución en la vegetación no alterada es la comunidad de matorral de *Ernodea-Coccoloba-Thrinax*. Otro grupo importante es el dominado por *Thrinax* y *Pithecellobium*, el cual se encuentra en áreas más cercanas al manglar o en zonas perturbadas. Estos matorrales suelen ser muy densos y alcanzan alturas de entre 2 y 4 m (Olmsted y Durán 1990).



Plano IV. 8 Vegetación en la región donde se ubica el predio del proyecto según INEGI Serie VI (2017).



Plano IV. 9 Vegetación en el SA delimitado para el proyecto.

## **b) Fauna en el SA**

La diversidad de ambientes de la RBSK determina que sea una ANP con una gran biodiversidad, tanto de especies terrestres, como dulceacuícolas y de vida marina. En lo que respecta a vertebrados terrestres, se estima la presencia de al menos 84 especies de anfibios y reptiles (Calderón-Mandujano *et al.*, 2005), 326 especies de aves (219 residentes, 65 migratorias invernantes, 20 migratorias transeúntes y 22 transeúntes) y 96 especies de mamíferos (INE, 1993). Las especies más representativas se señalan en los párrafos siguientes.

En cuanto a los mamíferos se encuentran cinco especies de felinos neotropicales: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Felis concolor*), ocelote (*F. pardalis*), tigrillo (*F. weidii*), y leoncillo (*F. yagouaroundi*). También se distribuyen el tapir (*Tapirus bardi*), el mono saraguato (*Alouatta pigra*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el venado temazate (*Mazama americana*), el jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), el jabalí de collar (*Pecari tajacu*), el tepescuintle (*Agouti paca*), el sereque (*Dasyprocta punctata*), la taira (*Eira barbara*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el mico de noche (*Potos flavus*) y el manatí (*Trichechus manatus*), entre otros mamíferos (INE 1993).

Las aves también son un grupo muy nutrido dentro de la Reserva con más de 320 especies residentes y migratorias, entre las que se encuentran por lo menos 70 de aves acuáticas. Destacan las colonias de fragata (*Fregata magnificens*), el pelicano café (*Pelecanus occidentalis*), el cormorán (*Phalacrocorax olivaceus*), la cigüeña (*Phoenicorpteros ruber*), el pájaro bobo (*Sula leucogaster*) y el raro jabirú (*Jabiru mycteria*) (INE 1993).

En cuanto a los reptiles se han registrado diversas especies como la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*), la tortuga carey (*Erethmochelys imbricata*), el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), el cocodrilo de río (*C. acutus*), varias especies de tortugas dulceacuícolas y terrestres como las del género *Rhynochlemys* sp., varias especies de serpientes como *Bothrops asper* (INE 1993, Calderón-Mandujano *et al.* 2005).

En el caso del SA y AI las condiciones ambientales son restrictivas y la escasa complejidad vertical de la vegetación contribuyen a que la biodiversidad no sea tan elevada como en el caso de las selvas que existen en la RBSK. Para contar con información de fauna en el SA y AI se realizó una revisión documental del portal Naturalista de la CONABIO (2018) y se realizó un reconocimiento de campo. La información obtenida permitió elaborar el listado siguiente que indica la presencia de al menos 24 especies de vertebrados terrestres en el espacio geográfico mencionado (Cuadro IV.3):

Cuadro IV. 3. Listado de especies de fauna reportadas para el SA y AI del proyecto según el portal Naturalista de la CONABIO.

No	FAMILIA	ESPECIE	CONABIO	TRABAJO CAMPO
<b>Reptiles</b>				
1	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>		X
2	Dactyloidae	<i>Anolis sp</i>	X	
3	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>		X
<b>Aves</b>				
4	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	X	X
5	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	X	
6	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	X	
7	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	X	X
8	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>		X
9	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	X	
10	Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>		X
11	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	X	X
12	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>		X
13	Laridae	<i>Thalasseus maximus</i>	X	X
14	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	X	X
15	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	X	
16	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	X	
17	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	X	X
18	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	X	
19	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>		X
20	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	X	
21	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>		X
22	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>		X
<b>Mamíferos</b>				
23	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	X	
24	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>		X

### c) Vegetación en el predio del proyecto

Para caracterizar la vegetación que se desarrolla en el predio del proyecto se aplicó la metodología que se explica en el Capítulo VIII de esta MIA-P.

En Cuadro IV.4 se observan los tipos de vegetación encontrados en el predio según la clasificación de Espejel (1985), Olmsted y Durán(1990), y la de INEGI Serie VI (2017), así como la que se presenta en este documento y que se describe a continuación.

Cuadro IV. 4. Clasificación de los tipos de vegetación encontrados en el área de estudio según Espejel (1985), Olmsted y Durán (1990) e INEGI Serie VI (2017).

Clasificación según Espejel (1985) y Olmsted y Durán (1990)	Clasificación según INEGI Serie VI (usada por PROFEPA para acta de inspección)	Nomenclatura usada en este documento
Comunidad de <i>Thrinax radiata</i>	Palmar natural	Matorral costero de <i>Thrinax radiata</i>
Comunidad de <i>Conocarpus erectus</i>	Vegetación halófila hidrófila	Ecotono manglar-matorral costero
Comunidad de frente de duna	Vegetación de dunas costeras	Vegetación pionera de dunas costeras
Manglar de franja	Manglar	Manglar de <i>Avicennia germinans</i>

De acuerdo con el acta de inspección PFPA/29.3/2C.27.5/0063-18 de fecha 16 de abril de 2018, en el predio del proyecto se desarrolla “*duna costera con presencia de matorral costero, selva mediana subperennifolia, ecotono conformado con la presencia de vegetación de matorral costero y humedal y humedal costero con presencia de manglar*”. En el mismo documento se describe cada tipo de vegetación de la siguiente manera:

Transcripción textual del acta PFPA/29.3/2C.27.5/0063-18 hoja 13.

**“Duna costera con presencia de vegetación de matorral costero:** el cual se encuentra colindante a la faja de 20 metros, con la presencia de las siguientes especies: uva de mar (*Coccoloba uvifera*), verdolaga de playa (*Sesuvium portulacastrum*), lirio de playa (*Hymenocallis litoralis*), palma de coco (*Cocos nucifera*), margarita de playa (*Ambrosia hispida*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), siricote de playa (*Cordia sebestena*), entre otras especies rastreras; asimismo, también se observó dentro del predio de manera abundante entre la vegetación presente ejemplares adultos de palma chit” (*Thrinax radiata*) esta última especie se encuentra citada dentro de la Norma Oficial Mexicana Nom-059-SEMARNAT-2010 en la categoría o estatus de especie amenazada, es importante mencionar que esta vegetación aparentemente se encuentra en buenas condiciones ambientales, ya que se encuentra compuesta en su mayoría por ejemplares adultos; tal y como se observa en las siguientes fotografías:...”

Transcripción textual del acta PFPA/29.3/2C.27.5/0063-18 hojas 14 y 15.

**“Ecosistema de selva mediana subperennifolia**, típica del Estado de Quintana Roo, aunado a lo anterior de acuerdo con la clasificación de los tipos de vegetación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática serie IV (INEGI) este es uno de los tipos de vegetación forestal. “Manual para la identificación de las principales especies de árboles tropicales de México, Tercera edición, del autor Terrence D. Pennington y José Sarukhán, editado por la Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FONDO DE CULTURA ECONÓMICA, Junio de 2012; en la cual se observaron los siguientes individuos de flora: se observó dentro y colindante al proyecto ejemplares de Chechem negro (*Metopium brownei*), Chaca rojo (*Bursera simaruba*), Tzalam (*Lysiloma bahamensis*), Chicozapote (*Manilkara zapota*), chakteviga (*Caesalpinia platyloba*), jabín (*Piscidia piscipula*), matapalo (*Ficus mexicana*), kitanche (*Caesalpinia gaumeri*), akits (*Thevetia gaumeri*), sillil (*Diospyros cuneata*) Boxkatsim (*Acacia gaumeri*), Kánchunup (*Clusia flava*), tastaáb (*Guettarda combsii*), guayabillo (*Myrcianthes fragans*), guarumbo (*Cecropia obtusifolia*), higo (*Ficus tecultensis*), Ciricote silvestre (*Cordia dodecandra*), catzin (*Acacia* sp.), agave (*Agave angustifolia*), tsilsilche (*Gymnopodium floribundum*), ramón (*Brosimum alicastrum*), huaya (*Talissia olivaeformis*), ya'axnik (*Vitex gaumeri*), ficus (*Ficus obtusifolia*), palma de huano (*Sabal yapa*), pata de vaca (*Bahunia divaricata* y *Bahunia unguolata*), palma de coco (*Cocos nucifera*) y huaxin, otras especies muy importantes que se observaron son las Palma chit (*Thrinax radiata*), cabe señalar que las especie de palma chit se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales aparentemente se encuentran en condiciones naturales en las colindancias y presentes dentro del predio visitado, es importante mencionar que esta vegetación aparentemente se encuentra en buenas condiciones ambientales.”

Sin embargo, derivado del trabajo de campo y del trabajo cartográfico realizados para la caracterización de la vegetación del predio, se encontró que el INEGI en su serie VI usada por PROFEPA, indica que en el área del predio se desarrolla palmar de *Cocos nucifera*, vegetación halófila hidrófila, vegetación de dunas costeras y manglar. Con base en lo anterior, así como en las descripciones de la vegetación de Espejel (1986) y Olmsted y Durán (1990) se identificaron tres de vegetación en el predio que corresponden a:

- Matorral costero de *Thrinax radiata*
- Manglar de *Avicennia germinans*
- Vegetación pionera de dunas costeras

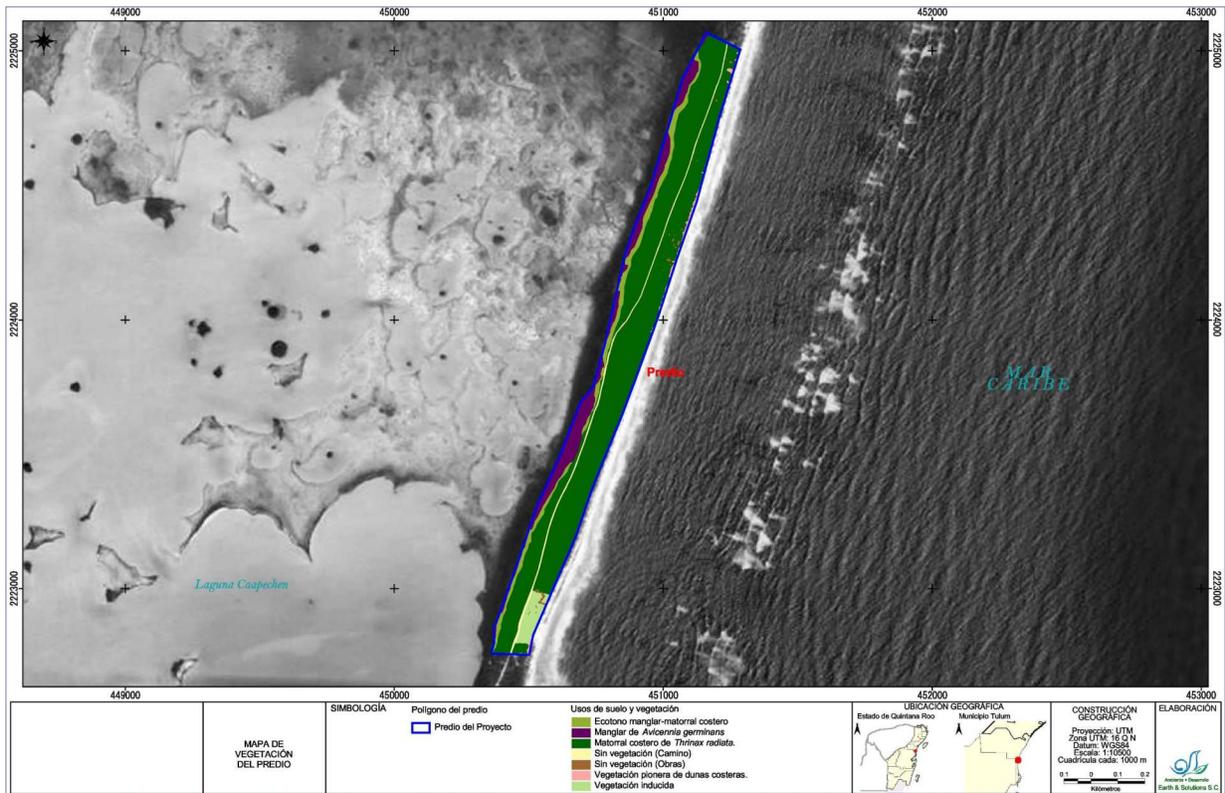
Entre el matorral costero de *T. radiata* y el manglar de *A. germinans* se encuentra una asociación representada por especies de ambos tipos de vegetación, a la que se le denominó ecotono manglar-matorral costero. La distribución cada tipo de vegetación, así como del ecotono y de las áreas sin vegetación o con vegetación inducida dentro del predio, se presenta en el Plano IV.10 y sus superficies en el Cuadro IV.5.

Cuadro IV. 5. Superficie por tipo de vegetación o asociación vegetal en el predio del proyecto con base en la clasificación de Espejel (1985) y Olmsted y Durán (1990).

Tipo de vegetación o asociación vegetal	Superficie (m <sup>2</sup> )	% del predio
Sin vegetación (Obras)	2,012.797	0.51
Vegetación pionera de dunas costeras.	5,273.490	1.32
Vegetación inducida	12,620.998	3.17
Sin vegetación (Camino)	13,092.273	3.29
Ecotono manglar-matorral costero	28,497.471	7.15
Manglar de <i>Avicennia germinans</i>	45,752.600	11.48
Matorral costero de <i>Thrinax radiata</i> .	291,250.371	73.09
<b>Total general</b>	<b>398,500.000</b>	<b>100.00</b>

En el predio se registraron un total de 26 especies de plantas vasculares de 20 familias botánicas distintas. Las familias mejor representadas fueron la Amaranthaceae, la Combretaceae, la Palmae, la Orchidaceae y la Verbenaceae, todas con dos especies (Cuadro IV.6).

El tipo de vegetación con mayor riqueza florística fue el ecotono (15 especies), seguido por el matorral costero (11 especies) y las halófitas pioneras de duna costera (10 especies). En el manglar se registraron cinco especies. A continuación, se describen las características particulares de cada tipo de vegetación encontrado en el predio.



Plano IV. 10 Vegetación en el predio del proyecto.

Cuadro IV. 6 Especies registradas en el predio del proyecto y los tipos de vegetación en que fueron encontradas. MC: Matorral costero; Mg: Manglar; Ec: ecotono; HP: Halófitas pioneras.

Familia	Nombre científico	Nombre común	MC	Mg	Ec	HP
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	verdolaga de mar			x	x
Amaranthaceae	<i>Blutaparon vermiculare</i> (L.) Mears				x	
Amaranthaceae	<i>Salicornia bigelovii</i> Torr.			x	x	
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	lirio de mar				x
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. <sup>1</sup>	checén negro	x		x	
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. Ex Roem. &Schult.	cenizo de mar				x
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	botoncillo		x	x	
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn	mangle blanco		x		
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	margarita de mar				x
Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i> Crantz	zacate cortadera			x	
Cyperaceae	<i>Sporobolus virginicus</i> (L:) Kunth				x	
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	yaite	x			
Goodeniaceae	<i>Scaevola taccada</i> (Gaertn.) Roxb.	lechuga de mar	x			x
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Coker ex Britton.	siu che	x		x	
Myrtaceae	<i>Calyptranthes pallens</i> Griseb.	chacnii	x			
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	escobeta, ta'atsi	x			
Orchidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i> (Batem.) Rolfe.				x	
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook.	chit ku'uk			x	
Palmae	<i>Cocos nucifera</i> L.	coco	x		x	x
Palmae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. Ex Schult. & Schult. f.	chit	x		x	x
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	uva de mar	x		x	x
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> (L.)	mangle rojo		x	x	
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen.	zapote	x			
Simaroubaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	pantsil				x
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L:) L.	mangle negro		x	x	
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i> L.	orégano de mar	x			x
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>		<b>11</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>10</b>

<sup>1</sup> El nombre actualizado de esta especie según el Integrated Taxonomic Information System (ITIS) es *Metopium toxiferum* (L.) Krug & Urb.

### **Vegetación pionera de duna costera**

De acuerdo con el INEGI (2017) este tipo de vegetación se establece a lo largo de las costas y se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas que son importantes como fijadoras de arena. Olmsted y Durán (1990) mencionan que existen diferentes comunidades vegetales que se desarrollan sobre las dunas costeras de Sian Ka'an, encontrándose los grupos pioneros cerca del mar y más adentro, sobre las dunas estabilizadas, vegetación más compleja de matorrales. Espejel (1986) describe a las comunidades que se encuentran en las playas arenosas conformadas por herbáceas halófitas anuales y perennes, rastreras y erectas, con especies como *Cakile lanceolata*, *Sesuvium portulacastrum*, *Ipomoea pes-caprae* y *Sporobolus virginicus*. La misma autora señala que las comunidades de frente de duna presentan especies arbustivas que forman una hilera paralela a la línea de costa y de vegetación cerrada, de aproximadamente un metro de altura, con especies como *Tournefortia gnaphalodes*, *Scaevola plumieri*, *Thrinax radiata*, *Ambrosia hispida* y *Suriana maritima*.

Este tipo de vegetación se localiza en el límite este del predio, ya que colinda con una franja de dunas primarias sobre las cuales se desarrolla vegetación pionera de duna costera. Se trata de un matorral denso de 2 m de altura promedio, con un promedio de 75% de cobertura. Se encuentra dominado por *Suriana maritima* y *Thrinax radiata*. De manera dispersa se encuentran ejemplares de *Cocos nucifera* de entre 1 y 4 m de altura, así como ejemplares de *Coccoloba uvifera* y *Tournefortia gnaphalodes* (Imagen IV.12).

Este tipo de vegetación ocupa porciones dentro del predio en su límite este de forma discontinua, debido a que su límite de distribución natural no coincide con el límite del predio. La superficie ocupada por este tipo de vegetación dentro del predio corresponde a 0.53 ha que representa el 1.3% de la superficie total del predio.



Imagen IV. 12 Vistas de la vegetación pionera de dunas costeras que colinda con el límite este del predio.

### **Vegetación inducida**

Este tipo de vegetación consiste en una plantación monoespecífica de palma de coco (*Cocos nucifera*), que ocupa una superficie de 1.14 ha del predio lo que representa el 2.9% de su superficie total. Esta plantación forma parte del conjunto que se creó a lo largo de los 100 km de franja litoral de la RBSK, y que cubrió el 90% de su superficie hasta finales del siglo pasado, cuando el amarillamiento letal del cocotero volvió poco redituable la copra (SEMARNAT/CONANP 2014).

La zona del predio donde se desarrolla el cocal es una reminiscencia de aquellas épocas que ha sido aprovechada para el desarrollo de actividades turístico-recreativas. La mayor parte de los estratos arbustivo y herbáceo son inexistentes debido al uso propio de la plantación de coco y a su uso posterior como área de campismo. En el estrato arbóreo predomina *C. nucifera* con individuos de 8 m de altura en promedio, aunque también existen ejemplares dispersos de *T. radiata* de altura similar (Imagen IV.13).



Imagen IV. 13 Cocal en el predio del proyecto.

Debido a que esta asociación se encontró representada en su mayor parte solo por dos especies (*C. nucifera* y *T. radiata*), así como a la ausencia de estratos arbustivo y herbáceo, no fueron estimados los parámetros de diversidad. Sin embargo, las zonas del antiguo cocal que colindan con el matorral costero presentan evidencias de una incipiente recuperación de la diversidad, tales como individuos aislados de especies como *Hymenocallis littoralis* y *Lantana involucrata* (Imagen IV.14).



Imagen IV. 14 Vistas del área ocupada antiguamente por una plantación de *C. nucifera* dentro del predio. Izquierda: estrato arbustivo conformado por *L. involucrata* y *S. maritima*; derecha: área desprovista de estratos herbáceo y arbustivo.

### **Matorral costero de *Thrinax radiata***

Las características que presenta este tipo de vegetación en el predio coinciden con la descripción del INEGI (2017) para el palmar natural. Según dicha fuente, los palmares son una asociación de plantas monopódicas pertenecientes a la familia Arecaceae (Palmae) que pueden formar bosques aislados de entre 5 y 30 m de altura. Se desarrollan en climas cálidos húmedos y subhúmedos principalmente pero también en climas secos, pero en condiciones de alguna humedad edáfica.

Para Olmsted y Durán (1990), esta comunidad forma parte de la vegetación de dunas costeras y se caracteriza por ser un matorral donde *Thrinax radiata* es una de las especies dominantes. Estos matorrales son muy densos y alcanzan alturas de entre 2 y 4 m en la Reserva de Sian Ka'an.

Espejel (1986) por su parte, describe a las comunidades de zonas estabilizadas de las dunas costeras como matorrales inermes donde abundan las palmas, que se desarrollan detrás de la zona protegida de la duna y se extienden hacia la laguna. La misma autora también señala que la comunidad de *Thrinax radiata* se encuentra ampliamente distribuida en la reserva y se localiza a una distancia de 20 a 100 m del mar. Considerada la comunidad que forma la vegetación original de las dunas en el litoral del Caribe tiene como especies acompañantes a *Coccoloba uvifera*, *Metopium brownei* y *Coccothrinax readii*. Puede encontrarse mezclada con *Pithecellobium keyense* en las zonas de duna protegidas y más estabilizadas, así como en los cocotales abandonados.

El matorral costero en el predio se distribuye tanto al este como al oeste del camino rural. Presenta una altura promedio de 5.6 m, aunque la porción al oeste del camino es ligeramente más alta (5.7 m) que la porción al este (5.5 m). Este tipo de vegetación cubre una superficie de 29.25 ha que representa el 73.4% de la superficie total del predio (Imagen IV.15).

En el matorral costero es posible distinguir dos estratos: arbóreo de 5.6 m de altura en promedio, y herbáceo de 1 m de altura promedio. El estrato arbóreo presentó una densidad de 2,825 ind/ha, mientras que el herbáceo presentó una densidad de 418 plántulas por ha. El índice de diversidad de Shannon-Wiener calculado para el estrato arbóreo fue de  $H=1.04$  con una equitabilidad  $J'$  de 0.5, mientras que para el herbáceo fue de  $H=1.06$  con un valor de  $J'$  de 0.46.

El estrato arbóreo se encontró dominado por la especie *T. radiata* que presentó un promedio de 1,985 ind/ha. En segundo lugar de importancia se encontró la especie *M. brownei*, que presentó una densidad de 400 ind/ha. Esto indica que la comunidad está dominada claramente por una sola especie, que corresponde a *T. radiata* (Imagen IV.16).



Imagen IV. 15 Matorral costero en el predio del proyecto.

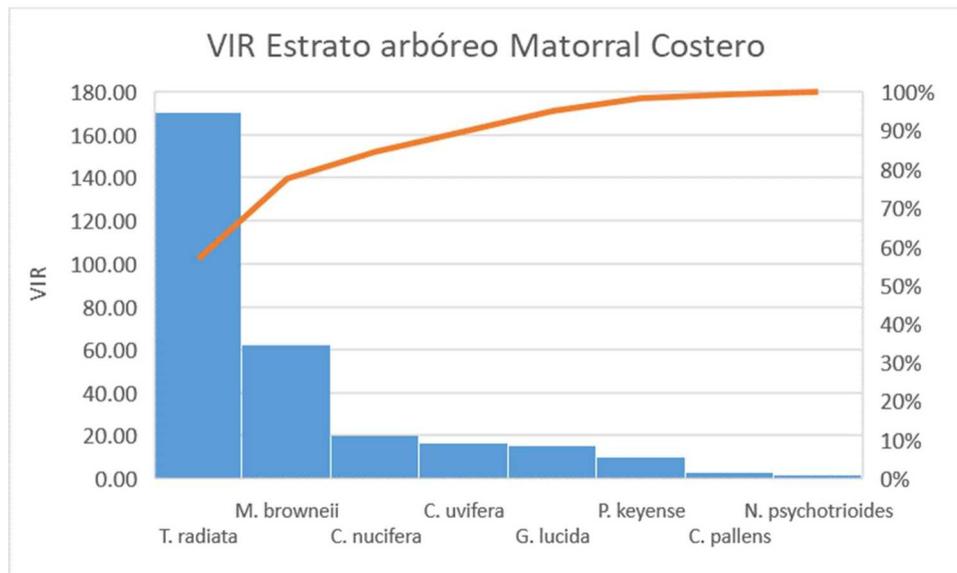


Imagen IV. 16 VIR expresado en valor neto y porcentaje, para las especies registradas en el estrato arbóreo del matorral costero dentro del predio del proyecto.

*T. radiata* también fue la especie dominante en el estrato herbáceo, seguida por *P. keyense* (Imagen IV.17). La densidad de plántulas registradas por especie en este estrato se presenta en el Cuadro IV.7.

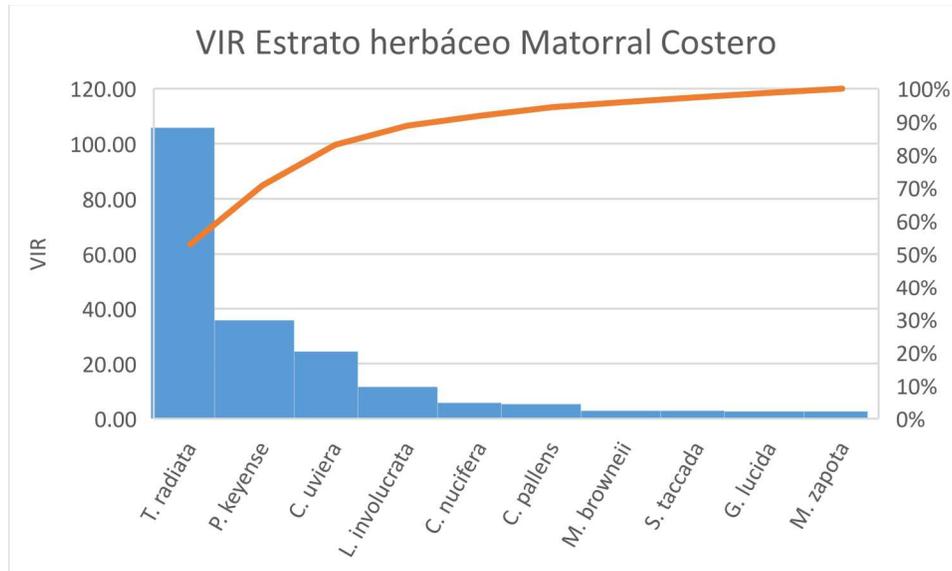


Imagen IV. 17 VIR expresado en valor neto y porcentaje, para las especies registradas en el estrato herbáceo del matorral costero dentro del predio del proyecto.

Cuadro IV. 7 Densidad de plántulas registradas en el estrato herbáceo del matorral costero dentro del predio del proyecto.

Especie	Ind/ha
<i>Caliphranthes pallens</i>	10
<i>Metopium browneii</i>	10
<i>Thrinax radiata</i>	1395
<i>Cocos nucifera</i>	20
<i>Pithecelobium keyense</i>	390
<i>Coccoloba uviera</i>	155
<i>Gliricidia lucida</i>	5
<i>Scaevola taccada</i>	10
<i>Lantana involucrata</i>	90
<i>Manilkara zapota</i>	5

### **Ecotono manglar-matorral costero**

Colindando al este con el matorral costero y limitado al oeste por el manglar se encuentra una franja de vegetación de transición entre ambos ecosistemas denominada ecotono, caracterizada por contener elementos característicos de los ecosistemas entre los que se encuentra. Cubre una superficie de 2.85 ha que corresponden al 7.2% de la superficie total del predio.

Las características de este tipo de vegetación en el predio la ubican, en un contexto general, dentro de la vegetación halófila hidrófila del INEGI (2017), que está formada por especies herbáceas o raramente arbustivas, que se distribuyen en ambientes litorales (lagunas costeras, marismas salinas y playas) que reciben aportación de agua salina; en sitios de muy baja altitud, con climas cálidos húmedos o subhúmedos, sobre suelos generalmente arenosos con altas concentraciones de sales y que en algún periodo están sujetos a grandes aportaciones de humedad.

Para Espejel (1986) este tipo de vegetación encontrado en el predio forma parte de las comunidades de zonas húmedas de la vegetación de duna costera de la reserva, específicamente de la comunidad de *Conocarpus erectus*. De acuerdo a la descripción de este autor, es frecuente a la orilla de las lagunas donde los mangles se mezclan con especies de duna. Se encuentran en terrenos ligeramente inclinados al oeste a una distancia de 50 a 250 m del mar o de 5 a 20 m de la laguna. La especie característica es *C. erectus* con especies herbáceas acompañantes como *Ambrosia hispida*, *Hymenocallis littoralis* y *Phyloxereus vermiculares*; y especies del matorral como *T. radiata* y *Ernodea littoralis*.

En este caso, las especies de manglar que se encuentran en el ecotono corresponden a *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle*, mientras que los elementos de matorral costero son *P. keyense*, *C. uvifera* y *C. nucifera* (Imagen IV.18).

En el ecotono presente en el área de estudio se puede distinguir un estrato herbáceo, donde domina la especie *C. jamaicense* pero también se encuentran ejemplares de otras herbáceas como *B. vermiculare* y *S. virginicus*, y un estrato arbustivo dominado por *C. erectus* donde también se encuentran ejemplares dispersos de *R. mangle*, *T. radiata* y *M. brownei*, entre otras especies. La altura promedio de este tipo de vegetación es de 2.8 m con una cobertura del 80% (Imagen IV.19).

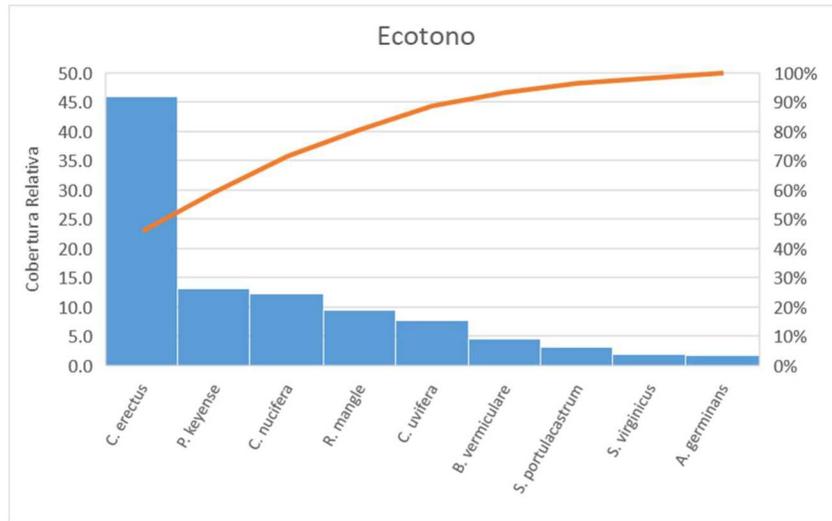


Imagen IV. 18 Valor de importancia con base en la cobertura relativa de las especies registradas en el ecotono dentro del predio del proyecto, expresado en valor neto y porcentaje.



Imagen IV. 19 Vistas del ecotono manglar-matorral costero que se desarrolla dentro del predio del proyecto.

Otras especies registradas en el ecotono fueron las orquídeas *Mymercophila tibicinis* y *Catasetum integerrimum* (Imagen IV.20), así como el zacate cortadera *Cladium jamaicense*.



Imagen IV. 20 Ejemplares de la familia Orchidaceae registrados en el ecotono dentro del área de estudio. Izquierda: *M. tibicinis*; derecha: *C. integerrimum*.

### **Manglar de *Avicennia germinans***

En el límite oeste del predio se desarrolla una comunidad de manglar de 6.5 m de altura dominada por *Avicennia germinans* con ejemplares dispersos de *Conocarpus erectus*. Cubre una superficie de 4.58 ha que representan el 11.5% del área total del predio.

Esta comunidad conforma una franja paralela a la línea de costa de aproximadamente 25 m de ancho, la cual está delimitada el este por el ecotono matorral costero-manglar y al oeste por una comunidad de manglar dominada por *Rizophora mangle* de aproximadamente 4 m de altura, que después es sustituida por el manglar chaparro y por el resto de los humedales que se desarrollan en los bajos de la laguna Caapechen. Por esta razón, el manglar de *A. germinans* que se encuentra dentro del predio, presenta en su borde oeste algunos ejemplares aislados de *R. mangle* y de *Laguncularia racemosa* (Imagen IV.21).

Esta comunidad está conformada por un solo estrato que corresponde al arbóreo. No existen plántulas que se desarrollen bajo el dosel de los árboles, con excepción de *Salicornia bigelovii* en las cercanías con el ecotono (Imagen IV.20). El número de individuos por hectárea calculado para esta comunidad es de 76.23 y el DAP promedio es de 15.84 cm, aunque se registraron ejemplares de hasta 45 cm de DAP (Imagen IV.22).



Imagen IV. 21 Manglar de *Avicennia germinans* en el límite oeste del predio.

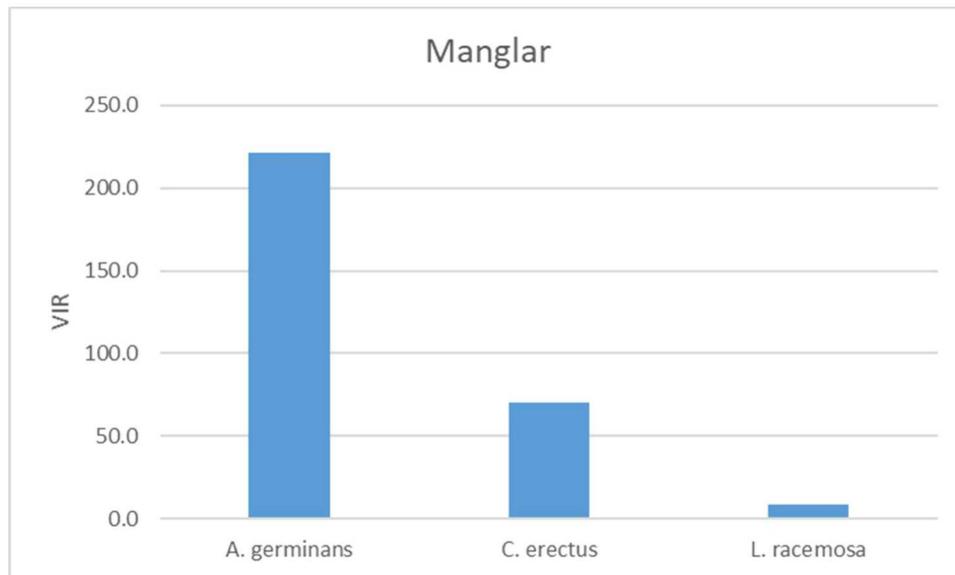


Imagen IV. 22 Valor de Importancia calculado para la comunidad de manglar dominada por *Avicennia germinans* que se desarrolla en el predio del proyecto.

### **Especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Dentro del predio se encontraron cinco especies de plantas vasculares consideradas en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas ellas bajo la categoría de amenazadas, las cuales son: *Avicennia germinans* (mangle negro), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y *Thrinax radiata* (palma chit).

#### **d) Fauna en el predio del proyecto**

El contexto ambiental del sitio del proyecto indica que el predio, al ubicarse en la porción costera norte de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, presenta un mosaico de vegetación donde la mayor parte la ocupa el matorral costero con la palma chit (*Trinax radiata*) como elemento dominante que hacia el oriente en dirección a la playa pierde predominancia por prosperar especies arbustivas entre las que destacan *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes*; mientras que en el oeste del terreno se observan pequeños manchones de manglar de borde con la presencia dominante de mangles botoncillo (*Conocarpus erectus*) y rojo (*Rhizophora mangle*).

#### **Riqueza de especies**

La riqueza de especies registrada en el predio asciende a 23 distribuidas en los siguientes grupos de vertebrados, observándose la ausencia de anfibios (Cuadro IV.8):

- 2 especies de reptiles,
- 19 especies de aves.
- 2 especies de mamíferos.

#### **Abundancia Relativa**

La información para la abundancia relativa de las especies registradas en las comunidades de manglar y matorral costero que se encuentran en el predio se presenta en los cuadros siguientes. En ellos se observa que tanto en el manglar como en el matorral costero la especie más abundante es *Quiscalus mexicanus*, un ave de amplia distribución y de hábitos gregarios (Cuadros IV.9 y IV.10).

Cuadro IV. 8 Listado de especies registradas en las comunidades de Manglar y Matorral Costero presentes en el predio del proyecto.

No	FAMILIA	ESPECIE	MANGLAR	MATORRAL COSTERO
<b>Reptiles</b>				
1	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	X	X
2	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>		X
<b>Aves</b>				
3	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>		X
4	Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>		X
5	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	X	X
6	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>		X
7	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	X	X
8	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>		X
9	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>		X
10	Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>		X
11	Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>		X
12	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>		X
13	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	X	X
14	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>		X
15	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>		X
16	Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>		X
17	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	X	X
18	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	X	
19	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>		X
20	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>		X
21	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	X	
<b>Mamíferos</b>				
22	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	X	X
23	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	X	X
<b>TOTALES</b>			<b>9</b>	<b>21</b>

Cuadro IV. 9 Abundancia relativa de las especies registradas en la comunidad de Manglar presente en el predio del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	
Reptiles			%	CATEGORÍA
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	1	17%	E
<b>Aves</b>				
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	1	17%	E
Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	1	17%	E
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	6	100%	A
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	1	17%	E
Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	1	17%	E
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	1	17%	E
<b>Mamíferos</b>				
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	1	17%	E
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	1	17%	E

Cuadro IV. 10 Abundancia relativa de las especies registradas en la comunidad de Matorral Costero presente en el predio del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	
			%	CATEGORÍA
Reptiles				
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	3	23%	E
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	11	85%	C
Aves				
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	1	8%	R
Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	2	15%	E
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	4	31%	F
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	1	8%	R
Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	6	46%	F
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	1	8%	R
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	1	8%	R
Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	1	8%	R
Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	12	92%	A
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	2	15%	E
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	13	100%	A
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	1	8%	R
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	8	62%	F
Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	4	31%	F
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	1	8%	R
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	31%	F
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	8	62%	F
Mamíferos				
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	2	15%	E
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	2	15%	E

### Hábitos alimentarios

El conocimiento de los hábitos alimentarios de un ensamble de vertebrados es importante porque permite caracterizar la estructura trófica de la comunidad. En el caso de la zona del proyecto, los registros totales obtenidos en el predio indican que los insectívoros ocupan el mayor porcentaje, seguido de omnívoros y frugívoros, carnívoros, y por último granívoros. Esto indica que existe una estructura trófica acorde con una vegetación en un estado conveniente de conservación; ya que son más las especies de hábitos especializados (insectívoros, frugívoros y carnívoros) que las generalistas (omnívoros) que son propias de ambientes perturbados (Imagen IV.23).



Imagen IV. 23. Estructura de hábitos alimentarios del ensamble de vertebrados terrestres registrados en el predio del proyecto.

Fuente: Elaboración propia con base en registros de campo.

La comparación de los hábitos alimentarios de los ensambles de vertebrados registrados en el manglar y el matorral costero se presentan en el cuadro siguiente, donde se observa que en el manglar no se registran especies granívoras y excepto en el caso de omnívoros, donde se tiene la misma cantidad; en el resto siempre se tienen valores mayores en el matorral costero. Lo anterior tiene explicación en el hecho que el matorral costero muestra más ambientes ecológicos, ya que abarca parte del sistema de dunas que se extiende hasta la zona de playa y esto significa que existe una mayor cantidad de hábitats (Imagen IV.24).

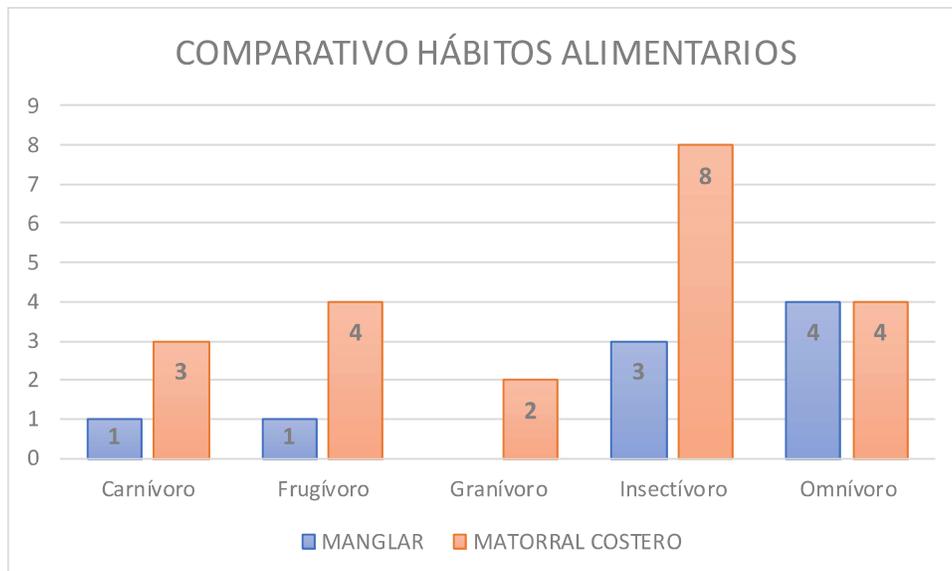


Imagen IV. 24. Comparativo de hábitos alimentarios entre ensambles de vertebrados terrestres registrados en el manglar y matorral costero del predio.

Fuente: Elaboración propia con base en registros de campo.

## Diversidad

Los valores de diversidad para los ensambles de vertebrados en el manglar y matorral costero se presentan en los siguientes cuadros. Se observa que el valor de H es mucho más elevado en el matorral costero (2.846) que en el manglar (1.871) lo cual se debe a la principalmente a la diferencia de especies entre ambas comunidades vegetales, siendo la de mayor riqueza la presente en el matorral costero.

En lo referente a la equitabilidad (E), en ambos casos se tienen valores que pueden ser considerados elevados; lo que significa que la repartición de recursos es relativamente homogénea en los ensambles de vertebrados de las comunidades de manglar y matorral costero (Cuadros IV.11 y IV.12).

Cuadro IV. 11 Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) y equitabilidad (E) para la comunidad de Manglar presente en el predio del proyecto.

No	FAMILIA	ESPECIE	TOTAL	SHANNON_WIENNER		
<b>Reptiles</b>				<b>pi(ni/N)</b>	<b>Lnpi</b>	<b>piLnpi</b>
1	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	1	0.071	-2.639	-0.189
<b>Aves</b>						
2	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	1	0.071	-2.639	-0.189
3	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	1	0.071	-2.639	-0.189
4	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	6	0.429	-0.847	-0.363
5	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	1	0.071	-2.639	-0.189
6	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	1	0.071	-2.639	-0.189
7	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	1	0.071	-2.639	-0.189
<b>Mamíferos</b>						
8	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	1	0.071	-2.639	-0.189
9	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	1	0.071	-2.639	-0.189
			14	1.000	H	1.871
					Hmax	2.197
					E	0.852

Cuadro IV. 12 Cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) y equitabilidad (E) para la comunidad de Matorral Costero presente en el predio del proyecto.

No	FAMILIA	ESPECIE	TOTAL	SHANNON WIENER		
				pi(ni/N)	Lnpi	piLnpi
<b>Reptiles</b>						
1	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	3	0.034	-3.379	-0.115
2	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	11	0.125	-2.079	-0.260
<b>Aves</b>						
3	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	1	0.011	-4.477	-0.051
4	Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	2	0.023	-3.784	-0.086
5	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	4	0.045	-3.091	-0.141
6	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	1	0.011	-4.477	-0.051
7	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	6	0.068	-2.686	-0.183
8	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	1	0.011	-4.477	-0.051
9	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	1	0.011	-4.477	-0.051
10	Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	1	0.011	-4.477	-0.051
11	Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	12	0.136	-1.992	-0.272
12	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	2	0.023	-3.784	-0.086
13	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	13	0.148	-1.912	-0.283
14	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	1	0.011	-4.477	-0.051
15	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	8	0.091	-2.398	-0.218
16	Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	4	0.045	-3.091	-0.141
17	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	1	0.011	-4.477	-0.051
18	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	0.045	-3.091	-0.141
19	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	8	0.091	-2.398	-0.218
<b>Mamíferos</b>						
20	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	2	0.023	-3.784	-0.086
21	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	2	0.023	-3.784	-0.086
			88	1.000	H	2.670
					Hmax	3.045
					E	0.877

### Similitud

La similitud entre las comunidades de manglar y matorral costero considerando únicamente las especies compartidas se presenta en el cuadro siguiente, donde se observa que existe una similitud media debido a la diferencia de número de especies que existe entre ambas comunidades (Cuadro IV.13).

Cuadro IV. 13 Cálculo del Índice Cualitativo de Sorensen para obtener la similitud entre las comunidades de Manglar y Matorral Costero presentes en el predio del proyecto.

ÍNDICE CUALITATIVO DE SORENSEN	MANGLAR	MATORRAL COSTERO
MANGLAR	9 %	7 %
MATORRALCOSTERO	47%	21 %

Al considerar valores de número de registros por especies entre las comunidades de manglar y matorral costero, la similitud es mucho menor y se debe a la amplia diferencia de registros (Cuadro IV.14).

Cuadro IV. 14 Cálculo del Índice de Sorensen modificado por Bray Curtis, que considera valores de registro de individuos para obtener la similitud entre las comunidades de Manglar y Matorral Costero presentes en el predio

ÍNDICE CUANTITATIVO DE SORENSEN (BRAY CURTIS)	MANGLAR	MATORRAL COSTERO
MANGLAR	14	11
MATORRAL COSTERO	0.22	88

Los resultados anteriores indican que las dos comunidades vegetales tienen un intercambio de especies relativamente bajo, siendo mayor en el sentido manglar-matorral costero que en sentido inverso.

### Estacionalidad

La imagen siguiente muestra la composición de estacionalidad para la avifauna registrada en el predio del proyecto. Si bien se presentan 4 formas de estacionalidad, se pueden simplificar para obtener sólo dos grupos: especies residentes y especies migratorias. Las especies residentes incluyen a las que se reproducen en la zona y residen permanente (\*); así como aquellas que son residentes permanentes y también cuentan con una población migratoria residente en invierno (\*I). Las especies migratorias son las que en invierno se encuentran en mayor número durante su migración (I); las residentes de invierno cuentan con una pequeña población de no reproductores en verano (Iv); y las transeúntes (T) que normalmente sólo se encuentran de paso.

La imagen siguiente muestra la estructura de estacionalidad de las aves registradas en el predio y se observa que las especies residentes significan al menos 85% del total de especies y las restantes son migratorias. Estos porcentajes están en el rango esperado y son un reflejo que el predio aún cuenta con condiciones adecuadas de hábitat (Imagen IV.25).



Imagen IV. 25. Composición de la estacionalidad para el ensamble de aves registradas en el predio (\*.- Se reproduce, residente permanente; \*I.- Residente permanente, también existe una población migratoria residente en invierno; I.- Residente de invierno, se encuentra en mayor número durante su migración T.- Transeúnte).  
Fuente: Elaboración propia.

### Especies en la NOM-59-SEMARNAT-2010

La revisión de listado de la fauna registrada en el predio indica que 6 especies que se señalan en el cuadro siguiente (2 reptiles y 4 aves) cuentan con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo anterior obliga al promovente a mantener las condiciones adecuadas para estas especies permanezcan en el sitio (Cuadro IV.15).

Cuadro IV. 15 Especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el predio.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Reptiles</b>			
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	A
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Escamoso de Cozumel	Pr
<b>Aves</b>			
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr
Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	A
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauñador negro	Pr
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr

### IV.1.2.3. Medio socioeconómico

El municipio de Tulum cubre una superficie de 2,024.111 km<sup>2</sup>. Colinda al norte con el municipio de Solidaridad, al sur con el de Felipe Carrillo Puerto, al este con la isla de Cozumel y el mar Caribe, al oeste con Chichimilá, Valladolid y Chemax en el estado de Yucatán. Sus principales localidades son Tulum, que es la cabecera municipal, Akumal, Chanchen Primero, Ciudad Chemuyil y Cobá.

#### a) Población

El municipio de Tulum contaba con 32,714 habitantes al 15 de marzo de 2016 (INEGI 2017), con una relación hombre-mujeres de 109.9 hombres por cada 100 mujeres. En 2015 la edad mediana en el municipio era de 24 años y la densidad de población era de 16.2 hab/km<sup>2</sup>. En ese mismo año el 1.4% de la población de este municipio no poseía nacionalidad mexicana, mientras que el 34.14% era hablante de lengua indígena (INEGI 2019).

El 59.7% de la población de 12 años o más es económicamente activa y de este porcentaje el 98.2% está ocupada. El número promedio de años de escolaridad en el municipio para personas de 15 años o más es de 8.9. El municipio cuenta con un total de 9,725 alumnos inscritos en instituciones de educación desde nivel preescolar hasta bachillerato general (INEGI 2017).

El 64.51% de la población del municipio se concentra en su cabecera municipal, que corresponde al poblado de Tulum. El resto de las localidades contaban con menos de 1,500 habitantes en 2010 (SEDESOL 2019) (Imagen IV.26).

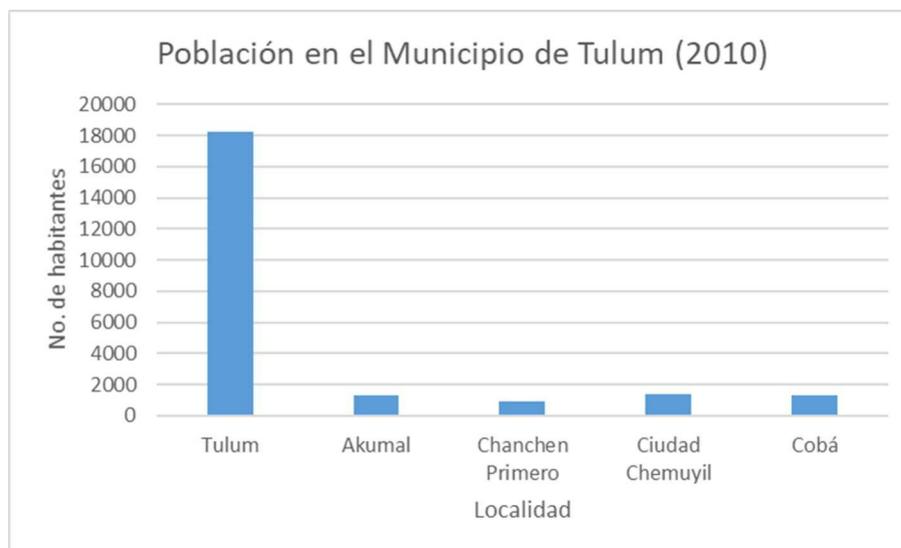


Imagen IV. 26 Número de habitantes por población en el municipio de Tulum.

Fuente: SEDESOL (2019).

### **b) Rezago social**

En 2015 el 73.9% de la población del municipio era derechohabiente en el Seguro Popular, el 25.1% era derechohabiente en el IMSS, el 1.9% en el ISSSTE y el 2.7% estaba afiliada a un seguro privado (INEGI 2019).

En ese mismo año, el 3.2% de las viviendas del municipio tenían piso de tierra, el 10.2% contaba con techos precarios, el 1.5% tenía paredes precarias (INEGI 2019).

El municipio presenta un índice de agua entubada mayor al promedio estatal, mientras que los índices de drenaje, electricidad y de desarrollo humano con servicios se encuentran muy cercanos a la media estatal (Cuadro IV.16; INEGI 2017).

Cuadro IV. 16 Indicadores de bienestar en el municipio de Tulum.

<b>Indicador</b>	<b>Valor estatal</b>	<b>Valor para municipio de Tulum</b>
Índice de agua entubada	0.9726	0.9887
Índice de drenaje	0.9669	0.9521
Índice de electricidad	0.9885	0.9742
Índice de desarrollo humano con servicios	0.8949	0.8873

### **c) Servicios y medio ambiente**

En el municipio de Tulum el 58.2% de los habitantes entregan sus residuos sólidos al servicio público de recolección, el 37.06% los tiran en el basurero público o en contenedores, el 3.45% los queman, el 0.92% los entierran o tiran en otro lugar y el 0.37% restante no especifica (INEGI 2017). El municipio contaba en 2014 con 10 vehículos utilizados para la recolección de residuos sólidos urbanos, pero ninguno de ellos estaba equipado con compactador para la recolección de residuos sólidos urbanos. En 2014 en el municipio se recolectaban 73,590 residuos sólidos urbanos diariamente (INEGI 2019).

En cuanto a las fuentes de abastecimiento de agua en el municipio de Tulum se extraen 122.16 miles de metros cúbicos al día de pozos profundos. En 2014 en este municipio existían 4 tomas de agua en operación sin macromedidor y 18 con macromedidor, para abastecimiento público; 19 tomas de agua en fuente de abastecimiento tipo pozo y 3 tomas de agua en fuente de abastecimiento tipo cenote (INEGI 2019).

Sin embargo, en Tulum solo el 43.34% de las viviendas se encuentra conectada a la red pública de drenaje, mientras que el 56.7% usa fosas sépticas o biodigestores y el 4.16% no disponen de ningún tipo de drenaje (INEGI 2017). Este municipio cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas residuales en operación, con una capacidad instalada de 155 litros por segundo y un volumen tratado de 0.757 millones metros cúbicos (INEGI 2017).

#### d) **Economía**

En el estado de Quintana Roo las actividades primarias ocupan el 0.7% de PIB estatal, valor menor al promedio nacional; por otra parte, las actividades terciarias representan el 85.7% del PIB estatal, valor mayor al promedio nacional (Imagen IV.27).

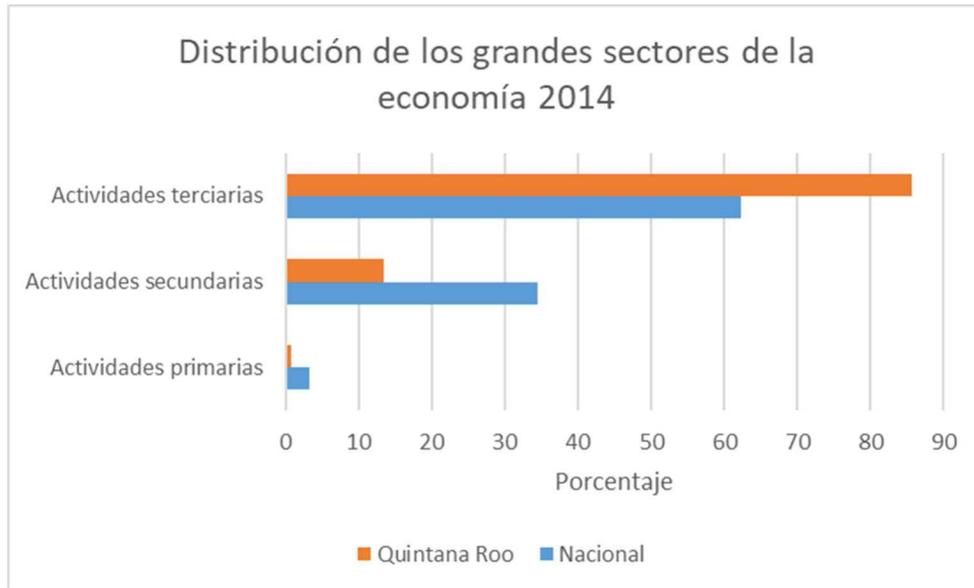


Imagen IV. 27 Distribución de los grandes sectores de la economía de Quintana Roo y del total nacional en 2014. Fuente: INEGI 2016

En Quintana Roo son siete los sectores económicos principales, los cuales conforman el 79.4% de la actividad económica total del estado. Los sectores de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas tienen la mayor participación en el PIB local, lo cual denota el perfil productivo del estado. Otros sectores importantes son el comercio, los servicios inmobiliarios y la construcción (Imagen IV.28) (INEGI 2016).

#### e) **Transportes y comunicaciones**

El municipio es atravesado en dirección noreste-suroeste por la carretera federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez, y en dirección noroeste-sureste por la carretera estatal 109 Tulum- Nuevo Xcan. En 2015 en el municipio de Tulum el 30.1% de las viviendas disponían de internet, mientras que el 27.3% contaban con computadora y el 67.6% con televisión de paga. El 87.7% contaban con teléfono celular y el 6.9% con teléfono fijo (INEGI 2019).

En 2017 existían 11,216 automóviles en circulación registrados en el municipio, 12 camiones de pasajeros, 4,656 motocicletas y 2,951 camiones y camionetas para carga (INEGI 2019).

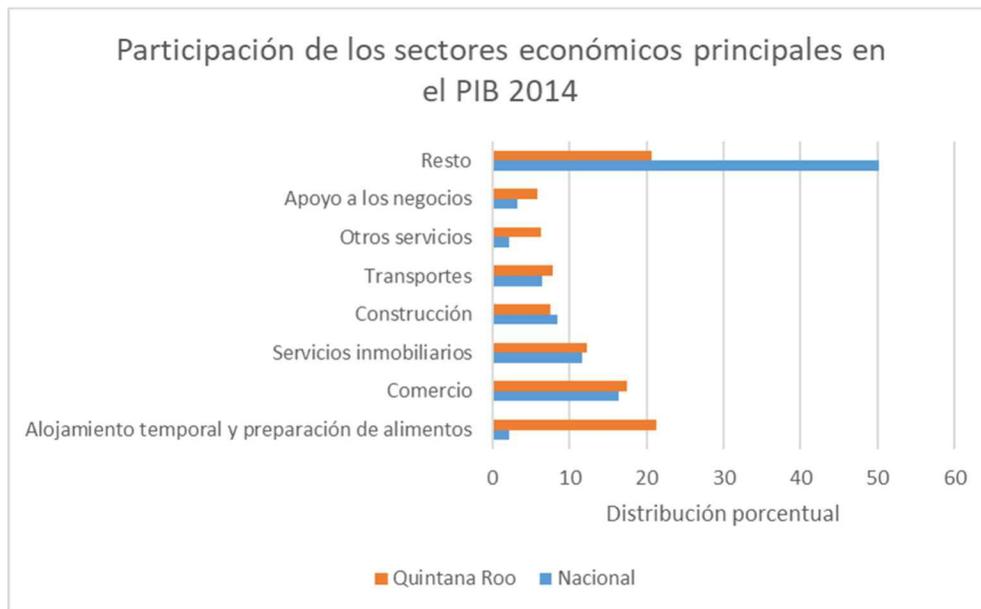


Imagen IV. 28 Participación de los principales sectores económicos en el PIB estatal y nacional en 2014.

Fuente: INEGI 2016.

## IV.2. Diagnóstico del Sistema Ambiental

El Sistema Ambiental del proyecto presenta ecosistemas costeros que se desarrollan sobre la barra arenosa que separa el Mar Caribe de la Laguna Caapechen, así como los humedales que crecen en el borde de dicha laguna. Gracias a su estatus de protección como parte de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, los ecosistemas que se desarrollan en el SA se encuentran en buen estado de conservación. Sin embargo, no están exentos de presiones antrópicas, principalmente provenientes del norte y derivadas del desarrollo urbano y turístico de la región.

Como resultado de estas presiones, las playas y las dunas costeras se encuentran entre los objetos de conservación con mayores síntomas de degradación en Sian Ka'an. Aun así, la vegetación mantiene su estructura y composición originales, aunque hay indicios relevantes de la presencia de especies exóticas (SEMARNAT/CONANP 2014).

Gracias a que el sistema hidrológico local es saludable, los humedales dulceacuícolas y salobres se encuentran en muy buen estado de salud. Las poblaciones de cocodrilos de pantano (*Crocodilus moreletii*) son saludables y hay diversas especies de aves acuáticas residentes que anidan en estos humedales y sus poblaciones se encuentran saludables (SEMARNAT/CONANP 2014).

Las dunas costeras dentro de la RBSK no han sufrido alteraciones notables; sin embargo, se prevén modificaciones sustanciales en el futuro en caso de no atender las restricciones ambientales que señala el Plan de Manejo del ANP y las que en su momento impongan las autoridades ambientales competentes debido a la demanda e incremento de infraestructura habitacional y de servicios. La franja costera se ha visto moderadamente impactada por el establecimiento de plantaciones de palma de coco establecidas a mediados del siglo pasado y abandonadas a finales del mismo, así como por la presencia de árboles de casuarina (*Casuarina equisetifolia*) en el sistema de dunas costeras (SEMARNAT/CONANP 2014).

Las playas no presentan perturbaciones considerables en su mayoría, salvo por los residuos sólidos acarreados por las corrientes marinas, que pueden llegar a acumular hasta 2500 kg por cada kilómetro de playa (SEMARNAT/CONANP 2014).

El desarrollo turístico mal planeado puede constituir una amenaza para el Complejo Sian Ka'an, ya que podría perjudicar directamente a los ecosistemas al destruirlos o fragmentarlos. La presión sobre el acuífero generada por la mancha urbana y los desarrollos turísticos en crecimiento podría afectar a los ecosistemas de la reserva en el mediano plazo, en especial a los humedales dulceacuícolas (SEMARNAT/CONANP 2014).

### IV.3 Conclusiones

- El SA y AI del proyecto presentan ecosistemas saludables y en buen estado de conservación que corresponden a matorrales costeros, palmares, humedales costeros y vegetación pionera de dunas costeras.
- El SA y AI del proyecto están sometidos a una presión importante de cambio de uso del suelo debido al crecimiento de la mancha urbana y del desarrollo de oferta turística.
- Los ecosistemas presentes en el SA y AI los recorre un camino de acceso que tiene un marcado tránsito de personas y vehículos, que generan afectaciones de diversa índole.
- El camino de acceso es la vía por la cual se genera la ocupación de la zona, siendo ésta la generadora de los impactos ambientales más significativos.
- Dentro del predio del proyecto se desarrolla matorral costero de *Thrinax radiata*, vegetación pionera de dunas costeras, ecotono manglar-matorral costero y manglar dominado por *Avicennia germinans*.
- La vegetación en el predio se encuentra en un adecuado estado de conservación, con la excepción de algunos sitios donde existen áreas con señales de perturbaciones antropogénicas tales como: un área de cocal al sur (que es un relicto de la extensa actividad coprera que representó una de las principales actividades económicas en Quintana Roo a mediados del siglo pasado) y pequeñas cabañas dispersas en su porción oriente donde se plantea el desarrollo del proyecto objeto de este estudio, además de manejo insuficiente de residuos sólidos.

- La fauna del SA y AI no muestran una elevada diversidad en comparación con las selvas de la RBSK debido a las restricciones ambientales que existen en zonas costeras (principalmente salinidad, escasez de agua dulce y elevada insolación).
- Los indicadores de diversidad, hábitos alimentarios, similitud y estacionalidad, permiten considerar que la fauna del predio se encuentra en un adecuado estado de conservación.
- La información generada a partir del trabajo de campo en el predio señala el registro de 5 especies de plantas y 6 de fauna que cuentan con estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## **CAPÍTULO V**

# **IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

## CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	1
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	2
V.1.1. Identificación de los componentes del proyecto susceptibles de producir impactos significativos .....	2
V.1.2. Identificación de los factores del medio susceptibles de ser afectados por el desarrollo del proyecto.....	3
V.1.3. Identificación de los impactos potenciales por etapa del proyecto .....	5
V.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS .....	8
V.2.1. Caracterización de impactos.....	8
V.3 VALORACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS.....	11
V.3.1. Medio abiótico .....	12
V.3.1.1 Aire .....	12
V.3.1.2 Suelo.....	13
V.3.1.2 Agua .....	13
V.3.2. Medio biótico .....	14
V.3.2.1 Flora .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
V.3.2.2 Fauna.....	14
V.3.2.3 Paisaje.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
V.3.2.4 Hidrología .....	15
V.3.2.5 Manglar.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
V.3.2.6 Playa.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
V.3.2.7 Vegetación secundaria derivada de duna costera.....	15
V.3.3. Medio socioeconómico .....	16
V.3.3.1 Oferta turística .....	16
V.3.3.2 Empleos.....	16
V.4 CONCLUSIONES .....	16

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro V. 1. Obras y actividades del proyecto susceptibles de generar impactos durante la etapa de operación.....	2
Cuadro V. 2. Valores asignados a cada uno de los atributos considerados para establecer el valor intrínseco de los factores ambientales.....	3
Cuadro V. 3. Escala numérica del Valor Intrínseco (V.I.) calculado para los factores del medio natural.....	4
Cuadro V. 4. Factores del medio identificados en el SA del proyecto. ....	4
Cuadro V. 5. Impactos probables para cada factor del medio identificado con base en los indicadores seleccionados.....	5
Cuadro V. 6. Lista de chequeo para la etapa de preparación del proyecto. ....	6
Cuadro V. 7. Lista de chequeo para la etapa de construcción del proyecto. ....	7
Cuadro V. 8. Lista de chequeo para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Cuadro V. 9. Valores asignados a los atributos de cada impacto para establecer su incidencia.....	8
Cuadro V. 10. Parámetros evaluados para calcular el Índice de incidencia de los impactos identificados para el proyecto. ....	8
Cuadro V. 11. Índice de incidencia Ic calculado para cada uno de los impactos potenciales identificados para el proyecto. ....	10
 Matriz V. 1. Impactos potenciales de ser generados por cada obra o actividad del proyecto durante su etapa de operación y factor del medio sobre el que indican. P: paisaje; H: hidrología; Eco: ecotono manglar-matorral costero; MC: matorral costero. ....	 9

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

El Capítulo V es la parte medular del estudio de impacto ambiental ya que en este deben quedar identificados, caracterizados, ponderados y evaluados los impactos ambientales que pudieran producirse durante las diferentes fases de desarrollo del proyecto. El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la línea base, de tal forma que los impactos expresen la diferencia entre las condiciones ambientales esperadas en el SA de no ser realizado el proyecto, y las que existirán con mayor probabilidad como consecuencia del desarrollo del mismo (SEMARNAT s/f).

Para lograr lo anterior primero se identificaron las obras y actividades del proyecto relevantes, excluyentes, objetivas, medibles y ubicables en el tiempo y en el espacio, que pudieran generar cambios en el SA definido. Posteriormente se identificaron los factores del medio en el SA, tanto en el subsistema físico-natural como en el socioeconómico, relevantes, excluyentes, de fácil identificación, ubicables y medibles, que pudieran verse modificados por el desarrollo del proyecto (SEMARNAT s/f).

Una vez hecho esto, se procedió a identificar cada uno de los impactos provocados por la interacción entre las obras y actividades del proyecto y los factores del medio susceptibles, considerando cada etapa de desarrollo del proyecto. De esta manera se generó una lista de chequeo de los impactos potenciales por etapa y una matriz de identificación de impactos.

A partir de lo anterior se analizaron cada uno de los impactos identificados considerando diferentes atributos relevantes como la importancia del factor afectado reconocida en instrumentos legales, la importancia del recurso para la población local o regional, las características de cada impacto generado en términos de su duración, reversibilidad e intensidad, entre otras. Así fue posible establecer la significancia de cada impacto identificado, lo cual permitió discriminar los impactos no significativos y concentrarse en la descripción y análisis de los impactos significativos con el objetivo de establecer medidas eficaces para prevenirlos, mitigarlos y/o compensarlos.

En los apartados siguientes se presenta de forma detallada la identificación y evaluación de los impactos potenciales de ser generados por el proyecto, así como la descripción de los impactos calificados como significativos. A partir de todo lo anterior se presenta el análisis para determinar si el proyecto respetará la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas.

## V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

### V.1.1. Identificación de los componentes del proyecto susceptibles de producir impactos significativos

Este capítulo identifica y evalúa de manera estricta los impactos ambientales y sociales que podrían presentarse durante las etapas que contempla el proyecto: construcción y operación. Cabe mencionar que específicamente para este proyecto no se considera que existirá una etapa de preparación del sitio, ya que no se requerirá de excavaciones, nivelaciones o compactaciones.

El proyecto consiste en el desarrollo de un campamento recreativo para 40 personas como máximo, conformado por 20 tiendas de campaña para dos personas cada una, además de infraestructura temporal como un restaurante, cocina y baños. Todas estas instalaciones serán removibles y se construirán con materiales naturales como madera, bambú, zacate y textiles, además de aluminio que es un material reciclable. Se ubicarán en un área de vegetación inducida, específicamente una plantación abandonada de coco (*Cocos nucifera*) donde los estratos herbáceo y arbustivo han desaparecido, por lo que no afectará vegetación natural.

Con base en lo anterior se identificaron los siguientes elementos susceptibles de generar impactos significativos durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto tales como: emisión de efluentes (relacionados con la generación de residuos), extracción (relativo al uso de recursos para consumo), soporte (relacionado con la creación o mejoramiento de condiciones para el soporte de la biodiversidad) o de ocupación (referidas al uso del espacio físico) (Gómez-Orea y Gómez-Villarino 2013) (Cuadro V.1).

Cuadro V. 1. Elementos del proyecto susceptibles de generar impactos.

Elementos	Descripción general
20 tiendas de campaña	Removibles, de lona con elementos metálicos y cuerdas. Capacidad para 2 personas.
Áreas de esparcimiento y vigilancia	Torre mirador, altar, jardines, caseta de vigilancia. Hechas de madera, bambú, zacate y textiles
Cocina, bar, restaurante	Con estructura a base de madera, bambú, zacate y textiles
Baños	Con estructura a base de madera, bambú, zacate y textiles.
Almacenes y área de lavado	Incluye área de generador eléctrico. Construidos con aluminio y lona.
Humedales artificiales y biodigestores	Conectados a los baños y área de lavado
Huerto y composta	Contenedores de madera alzados del terreno natural.

### V.1.2. Identificación de los factores del medio susceptibles de ser afectados por el desarrollo del proyecto

Los factores del medio identificados en el Sistema Ambiental del proyecto (SA), se agruparon de acuerdo a sus características en dos tipos de subsistemas: natural y socioeconómico. Dentro del subsistema natural los factores del medio se clasificaron según su origen en físicos/químicos o abióticos, y biológicos o bióticos. A los factores del medio natural que son resultado de la interacción entre elementos o procesos bióticos y abióticos, se les clasificó como compuestos.

A cada factor se le asignó un valor intrínseco con base en su calidad ambiental, su rareza, su utilidad o importancia para la comunidad local (económica, cultural, social), su importancia para el bioma, y la existencia de legislación para su protección. El valor intrínseco de cada factor se obtuvo por medio de la sumatoria de todos los atributos considerados según los valores establecidos en el Cuadro V.2 y la aplicación de la siguiente fórmula:

$$V.I. = (\sum A - 5) / (25-5)$$

Donde:

V.I. = Valor intrínseco del factor

A= Atributos de cada factor

Cuadro V. 2. Valores asignados a cada uno de los atributos considerados para establecer el valor intrínseco de los factores ambientales.

Valor asignado	Calidad	Rareza	Utilidad local	Protección legal	Nivel de importancia en el ecosistema
1	Muy mala	Muy común	Sin utilidad	Sin protección	Elemento
2	Mala	Común	Poca utilidad	Protegido por tratados o convenios voluntarios	NA
3	Regular	Poco común	Útil	Protegido por NOM	Proceso
4	Buena	Raro	Muy útil	Protegido por leyes nacionales	NA
5	Muy buena	Muy raro	Indispensable	Protegido por leyes nacionales y tratados internacionales	Ecosistema

La fórmula aplicada considera el valor mínimo posible, que corresponde a 5, dividido entre el valor máximo posible, que corresponde a 25 para poder obtener un resultado posible mínimo de 0 y máximo de 1. El valor máximo se dividió entre cinco categorías para dar la siguiente escala de V.I. (Cuadro V.3).

Cuadro V. 3. Escala numérica del Valor Intrínseco (V.I.) calculado para los factores del medio natural.

Valor intrínseco	Valor intrínseco del factor
0-0.2	Muy bajo
0.21-0.4	Bajo
0.41-0.6	Medio
0.61-0.8	Alto
0.8-1	Muy alto

Para el caso del proyecto se identificaron un total de 11 factores del medio, de los cuales 2 presentaron un valor intrínseco bajo, 4 un valor medio, 4 un valor alto y un factor, que corresponde al manglar, que presentó un valor muy alto (Cuadro V.4).

Cuadro V. 4. Factores del medio identificados en el SA del proyecto.

Factor	Calidad	Rareza	Utilidad local	Protección legal	Nivel	TOTAL	Ind. Imp.	Valor
Aire	5	1	5	1	1	13	0.40	bajo
Agua	3	5	5	3	1	17	0.60	medio
Suelo	3	3	3	1	1	11	0.30	bajo
Flora	3	3	4	4	1	15	0.50	medio
Fauna	4	4	3	4	1	16	0.55	medio
Paisaje	4	5	5	1	3	18	0.65	alto
Hidrología	5	4	3	1	3	16	0.55	medio
Matorral costero	5	4	4	1	5	19	0.70	alto
Vegetación de duna costera	3	5	5	1	5	19	0.70	alto
Playa	5	5	5	1	5	21	0.80	alto
Manglar	5	4	3	5	5	22	0.85	muy alto

Asimismo, para cada factor del medio identificado se seleccionaron uno o varios indicadores de su estado en el SA, los cuales consisten en características medibles, representativas e independientes que brindan información sobre cambios, positivos o negativos en un factor dado.

### V.1.3. Identificación de los impactos potenciales por etapa del proyecto

Para cada uno de los factores del medio identificados como susceptibles de ser modificados por el proyecto se estableció una serie de impactos relevantes con base en los indicadores seleccionados (Cuadro V.5).

Cuadro V. 5. Impactos probables para cada factor del medio identificado con base en los indicadores seleccionados.

Factor	Indicador	Impacto
agua	calidad	contaminación
aire	calidad	contaminación por gases y polvos
		contaminación por ruido
suelo	calidad	contaminación
		recuperación
		compactación
fauna	riqueza-abundancia	pérdida de individuos
		generación de hábitat
flora	riqueza-abundancia	reintroducción de individuos
		conservación de individuos
paisaje	continuidad	fragmentación del paisaje
hidrología	patrones hidrológicos	cauce y volumen de los flujos hídricos superficiales y subterráneos
matorral costero	extensión, diversidad	pérdida de superficie, pérdida de diversidad
vegetación de duna costera	extensión, diversidad	aumento de superficie, aumento de la diversidad
playa	extensión, calidad	disminución en la extensión y calidad de la playa
manglar	extensión, diversidad	pérdida de superficie, pérdida de diversidad
socioeconomía	oferta turística	aumento de la oferta turística
	empleos	generación de empleos directos e indirectos

Para identificar los impactos potenciales a ser generados por el proyecto en cada una de sus etapas de desarrollo, se crearon las listas de chequeo en donde se relaciona cada acción del proyecto con los impactos que pudiera generar y los factores del medio sobre los que estos podrían incidir (Cuadros V.6 y V.7).

Como ha sido mencionado, debido a que en el sitio ya existen obras que formarán parte del proyecto y a que no será necesario excavar, nivelar ni compactar, no será necesaria la preparación del sitio. Es por ello que en el análisis de impactos únicamente se considera la construcción y operación del campamento.

La etapa de abandono no fue considerada debido a que el proyecto pretende contar con una vida útil de más de 50 años, tiempo en el que las condiciones ambientales y sociales pueden cambiar significativamente, por lo que no es posible determinar los procedimientos más adecuados en términos de la conservación del medio ambiente relacionado con dicha etapa.

Cuadro V. 6. Lista de chequeo para la etapa de construcción del proyecto. VDC: Vegetación de duna costera.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Generación de residuos líquidos	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	suelo	calidad	contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	agua	calidad	contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
Uso de agua	agua	calidad	contaminación	n	
	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	aire	calidad	contaminación por ruido	n	
	socioeconomía	empleos	generación de empleos		p
Uso de combustibles	aire	calidad	contaminación por ruido	n	
	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
Generación de residuos sólidos	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	agua	calidad	contaminación	n	
	suelo	calidad	contaminación	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
Reforestación	fauna	densidad y riqueza	generación de hábitat		p
	VDC	diversidad	aumento de la diversidad		p
<b>TOTAL</b>				<b>13</b>	<b>3</b>

Cuadro V. 7. Lista de chequeo para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. VDC: Vegetación de duna costera.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Uso de instalaciones	aire	calidad	contaminación por ruido	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
	VDC	cobertura	pérdida de cobertura	n	
	socioeconomía	empleos	generación de empleos directos e indirectos		p
Generación de residuos líquidos	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	suelo	calidad	contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	agua	calidad	contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
Uso de agua	agua	calidad	contaminación	n	
	hidrología	hidrología subterránea	alteración de hidrología subterránea	n	
	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	aire	calidad	contaminación por ruido	n	
	socioeconomía	empleos	generación de empleos		p
Uso de combustibles	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
Generación de residuos sólidos	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	agua	calidad	contaminación	n	
	suelo	calidad	contaminación	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
Oferta de bienes y servicios	socioeconomía	empleos	generación de empleos directos e indirectos		p
	socioeconomía	oferta turística	aumento de la oferta turística		p
<b>TOTAL</b>				<b>16</b>	<b>4</b>

## V.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS

### V.2.1. Caracterización de impactos

Para valorar cada uno de los impactos identificados en la matriz V.1 se calculó su índice de incidencia considerando los atributos del Cuadro V.9 y sus valores asignados. El valor máximo es de 24 y corresponde a los impactos más desfavorables, mientras que el valor mínimo es de 3 y se aplica a los impactos menos importantes (Gómez-Orea y Gómez Villarino 2003) (Cuadro V.10).

Cuadro V. 8. Valores asignados a los atributos de cada impacto para establecer su incidencia.

Atributo	Valor asignado		
	1	2	3
Consecuencia	Indirecto		Directo
Tiempo	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Periodicidad	Discontinuo		Continuo
Permanencia	Temporal		Permanente
Reversibilidad	Reversible	Mediano plazo	Irreversible
Recuperabilidad	Recuperable		Irrecuperable
Acumulación	No acumulativo		Acumulativo
Sinergia	No sinérgico		Sinérgico

Cuadro V. 9. Parámetros evaluados para calcular el Índice de incidencia de los impactos identificados para el proyecto.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Tiempo	Reversibilidad	Continuidad	Permanencia	Recuperabilidad
Aire	Contaminación por ruido	n	3	1	3	3	1	1	1	1
	Contaminación por gases y polvos	n	3	1	1	3	1	1	1	1
Suelo	Contaminación por residuos	n	3	3	3	2	1	1	1	3
Agua	Contaminación	n	3	3	3	2	1	3	1	1
Fauna	Generación hábitat	p	1	1	3	2	1	1	3	1
	Pérdida de individuos	n	1	1	3	1	2	1	1	1
Socio economía	Aumento de la oferta turística	p	3	3	3	1	1	3	3	1
	Generación de empleos directos e indirectos	p	3	1	3	1	1	1	1	1
Hidrología	Alteración hidrología subterránea	n	3	3	1	2	1	1	3	3
VDC	Aumento de diversidad	p	3	1	1	2	1	3	3	1
	Pérdida de superficie	n	1	3	1	1	1	1	3	1

Matriz V. 1. Impactos potenciales de ser generados por cada obra o actividad del proyecto durante sus diferentes etapas de desarrollo y factor del medio sobre el que indican. VDC: Vegetación de duna costera.

Etapa	Factor/impacto	Aire		Suelo	Agua	Fauna		Hidr	Socioeconomía		VDC		Impactos por actividad			
		Contaminación por ruido	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por residuos	Contaminación	Generación de hábitat	Pérdida de individuos	Altracción hidrología subterránea	Aumento oferta turística	Generación de empleos directos e indirectos	Aumento de diversidad	Pérdida de superficie	negativos	positivos	totales	
Prep y Cons	Obra/actividad															
	Generación de residuos líquidos		n	n	n									-3	0	-3
	Uso del agua	n	n		n					p				-3	1	-2
	Uso de combustibles	n	n				n							-3	0	-3
	Generación de residuos sólidos		n	n	n		n							-4	0	-4
Oper y Mant	Reforestación					p					p			0	2	2
	Uso de instalaciones	n					n			p		n		-3	1	-2
	Generación de residuos líquidos		n	n	n									-3	0	-3
	Uso de agua	n	n		n			n		p				-4	1	-3
	Uso de combustibles		n				n							-2	0	-2
	Generación de residuos sólidos		n	n	n		n							-4	0	-4
	Oferta de bienes y servicios								p	p				0	2	2
	<b>TOTAL DE IMPACTOS NEGATIVOS</b>	4	8	4	6	0	5	1	0	0	0	1	13	NA		
	<b>TOTAL DE IMPACTOS POSITIVOS</b>	0	0	0	0	1	0	0	1	4	1	0	NA	7		
	<b>Ponderación de impactos</b>	-4	-8	-4	-6	1	-5	-1	1	4	1	-1	<b>TOTAL</b>			
<b>Valor bruto</b>	12		4	6		6		1		5		1	1		36	
<b>Valor neto</b>	-12		-4	-6		-4		-1		5		1	-1		-22	
<b>Frecuencia</b>	4	8	4	6	1	5	1	1	4	1	1				36	
<b>% total de interacciones</b>	9.92		3.31	4.96		4.96		0.83		4.13		0.83	0.83		29.8	
<b>% de interacciones efectivas</b>	33.33		11.11	16.67		16.67		2.78		13.89		2.78	2.78		100	
<b>No. interacciones posibles</b>	121															

La significancia de los impactos se calculó a partir del índice de incidencia (Ic) de cada impacto según la siguiente fórmula (Cuadro V.11):

$$\text{Índice de incidencia (Ic)} = (\sum \text{atributos del impacto} - 3) / (3-24)$$

El Índice de Incidencia permitió distinguir entre los impactos no significativos ( $Ic < 0.25$ ), poco significativos ( $Ic > 0.26 < 0.5$ ), moderadamente significativos ( $Ic > 0.5 < 0.76$ ) y altamente significativos ( $> 0.75$ ).

Cuadro V. 10. Índice de incidencia Ic calculado para cada uno de los impactos potenciales identificados para el proyecto.

Impacto	Signo del efecto	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Pérdida de individuos	n	11	0.2	d
Contaminación por gases y polvos	n	12	0.3	d
Pérdida de superficie	n	12	0.3	d
Contaminación por ruido	n	14	0.4	ns
Alteración hidrología subterránea	n	17	0.6	ns
Contaminación	n	17	0.6	ns
Contaminación por residuos	n	17	0.6	ns
Generación de empleos directos e indirectos	p	12	0.3	d
Generación hábitat	p	13	0.3	d
Aumento de diversidad	p	15	0.4	ns
Aumento de la oferta turística	p	18	0.6	ns

### V.3 VALORACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

Como resultado de los análisis realizados en los apartados anteriores se identificaron 11 impactos que podrían ser generados por el proyecto, de los cuales siete (64%) se calificaron como negativos y cuatro (36%) como positivos. Sin embargo, de los impactos negativos identificados ninguno resultó significativo. Los impactos negativos no significativos representaron el 57.1% y corresponden a la contaminación del suelo y del agua que podría generarse de no manejarse adecuadamente los residuos, a la generación de ruido y a la alteración de la hidrología subterránea debida a la extracción de agua del pozo. El 42.9% de los impactos negativos será despreciable y corresponderán a la contaminación del aire por gases y polvos, a la pérdida de individuos de fauna debido a que serán ahuyentados por la presencia humana en el sitio y a la pérdida de superficie de vegetación de duna costera debida al paso de las personas entre el proyecto y la playa (Imagen IV.1).

En cuanto a los impactos positivos, el 50% serán no significativos y corresponderán a aumento de la oferta turística que representará el proyecto por tratarse de un concepto innovador y poco común en la zona, y al aumento de la diversidad en la vegetación de duna costera resultado de la implementación del Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de Duna Costera. El resto de los impactos serán despreciables y corresponderán a la generación de empleos y la generación de hábitat para la fauna resultado de la reforestación de la duna costera.

Las dos etapas que conforman el proyecto (preparación y construcción; operación y mantenimiento) generarán casi los mismos impactos tanto positivos como negativos. El elemento del proyecto que podría generar el mayor número de interacciones con impactos negativos al ambiente corresponde a la generación de residuos sólidos; mientras que los elementos que podrían generar el mayor número de interacciones con impactos positivos corresponden a la reforestación de la zona de duna costera del predio y al aumento en la oferta de bienes y servicios turísticos, específicamente de la introducción en la Reserva de la Biosfera de esta modalidad de proyecto: un campamento recreativo de muy bajo impacto con infraestructura temporal y materiales amigables con el ambiente.

El factor del medio que recibirá el mayor número de interacciones con impactos negativos corresponde al aire (12 interacciones con impactos negativos), seguido del agua (6 interacciones con impactos negativos) y el suelo (4 interacciones con impactos negativos). Por otra parte, el factor del medio que recibirá el mayor número de interacciones con impactos positivos será la socioeconomía (5 interacciones con impactos positivos).

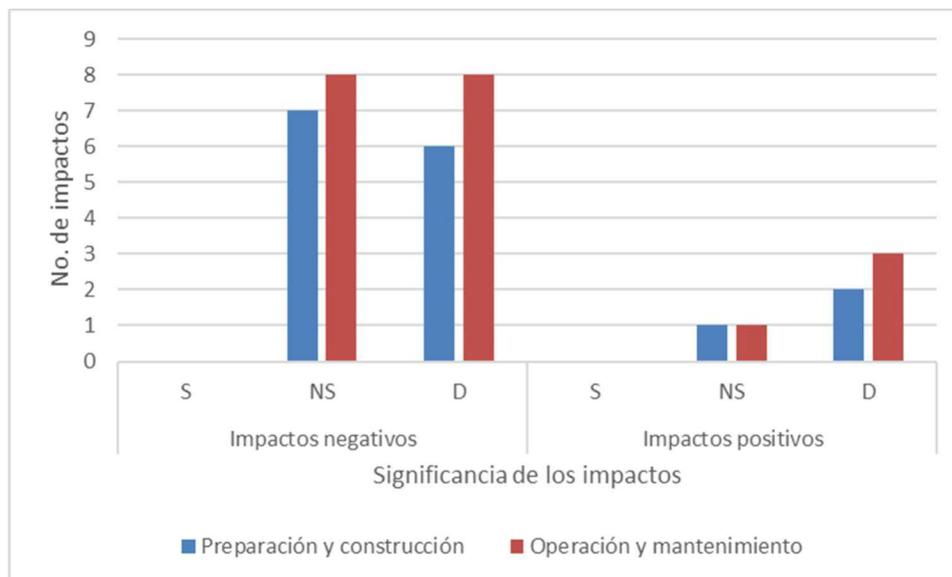


Imagen V. 1 Número de impactos positivos y negativos identificados de acuerdo con su significancia.

Del total de impactos analizados, el 73% se identificaron como directos, el 45% como acumulativos, el 64% como sinérgicos, el 18% de largo plazo, el 36% de corto plazo, el 73% reversibles a corto plazo, el 55% esporádicos, el 45% permanentes y el 18% residuales.

En seguida se analizan los impactos identificados por cada uno de los factores del medio en los que incidirán.

### V.3.1. Medio abiótico

#### V.3.1.1 Aire

El aire en el SA del proyecto presenta muy buena calidad ambiental. Esto se debe a que aún existen pocas fuentes generadoras de gases contaminantes en la zona y a que esta presenta un relieve plano y se encuentra expuesta constantemente a los vientos, lo que permite la rápida dispersión de cualquier contaminante.

Sin embargo, la calidad del aire puede ser afectada de manera muy focalizada y mínima por partículas suspendidas producto del tránsito de vehículos hacia el predio a través del camino rústico de "sascab" que lleva al poblado de Punta Allen. El sascab es polvo de piedra caliza que contiene predominantemente carbonato de calcio y cuarzo (sílice cristalina) (Vulcan Materials Company 2017) que puede ser resuspendido fácilmente cuando se encuentra seco. El tamaño de sus partículas se clasifica como Grueso (diámetro aerodinámico entre 2.5 a 10  $\mu\text{m}$ ) (INECC 2017) con una gravedad específica de 2.5 (Vulcan Materials Company 2017). Este polvillo puede irritar la nariz, garganta y tracto respiratorio

por abrasión mecánica, ocasionando tos, estornudos y falta de aire. Al contacto con los ojos pueden causar lagrimeo, enrojecimiento, sensación de picazón o ardor, inflamación de los ojos y visión borrosa. Las partículas de polvo pueden rayar e irritar la piel provocando enrojecimiento, sensación de picazón o ardor y salpullido (Vulcan Materials Company 2017). En las plantas la acumulación de polvo sobre sus hojas puede dañar su tejido y reducir la tasa fotosintética; disminuir la pigmentación de las hojas y afectar su productividad (Supe y Gawande 2013). El proyecto implementará diversas medidas para disminuir y controlar la suspensión de partículas al aire, así como la emisión de gases contaminantes. La descripción de estas medidas se presenta en el capítulo VI de esta MIA-P.

Por otra parte, en la zona no existen fuentes generadoras de ruido, por lo que el aire también presenta muy buena calidad en cuanto a este parámetro. Por lo anterior, cualquier fuente generadora de ruido puede ser muy evidente en el predio del proyecto, y perturbar a la fauna nativa. El proyecto implementará medidas para controlar el ruido y mantenerlo siempre dentro de los parámetros establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, tal y como se explica en el capítulo VI de esta MIA-P.

#### ***V.3.1.2 Suelo***

El suelo en el área del predio donde pretenden colocarse los elementos del proyecto corresponde al tipo arenoso, el cual se conforma de materiales no consolidados con textura arenosa, con muy poca materia orgánica y pobre en nutrientes. Este tipo de suelo es muy permeable, por lo que presenta un alto riesgo de contaminación de las capas inferiores o del manto freático.

La naturaleza temporal de los elementos del proyecto permite conservar las características originales del suelo ya que no se requiere conformar el terreno ni construir ningún tipo de cimentación. Sin embargo, los residuos generados durante las diferentes etapas podrían contaminar el suelo de no ser manejados adecuadamente. Para evitar este riesgo, el proyecto implementará una serie de medidas encaminadas al manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos.

#### ***V.3.1.2 Agua***

El proyecto obtendrá el agua dulce a través de pipas y adicionalmente se pretende obtener la autorización para la perforación de un pozo de extracción, y de esta manera obtener agua salobre para uso en regaderas y limpieza general. El agua dulce y potable en el SA es escasa por lo que el proyecto implementará diversas estrategias para racionar su consumo, las cuales se detallan en el capítulo VI de esta MIA-P.

De igual forma, podrá darse la contaminación de los mantos freáticos por causa de un mal manejo de los residuos. Para disminuir el impacto al agua debido a la contaminación, el proyecto implementará diversas acciones de prevención y mitigación que se describen con detalle en el capítulo VI de esta MIA.

### V.3.2. Medio biótico

#### V.3.2.2 Fauna

En el predio se registraron 25 especies de aves, 2 de reptiles y 2 de mamíferos. La mayoría de estas especies son insectívoras, seguidas por carnívoras, frugívoras, omnívoras y granívoras. Del total de especies registradas, seis de ellas (2 reptiles y 4 aves) cuentan con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuadro V.11).

Cuadro V. 11 Especies de fauna registradas en el predio del proyecto, catalogadas bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: Amenazada; Pr: Bajo protección especial.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Reptiles</b>			
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	A
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Escamoso de Cozumel	Pr
<b>Aves</b>			
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr
Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	A
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauñador negro	Pr
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr

El proyecto no considera la remoción de vegetación durante ninguna de sus etapas, por lo que no se alterarán las condiciones naturales de los ecosistemas donde se desarrollan las especies de fauna registradas en el predio.

Sin embargo, la presencia humana por sí misma constituye una alteración de las condiciones naturales del sitio que puede repercutir en la composición y estructura de la comunidad de vertebrados terrestres en el predio. El ruido emitido por el generador eléctrico y algunos electrodomésticos usados en la cocina, así como la música y voces, pueden ahuyentar a ciertas especies animales. Por otra parte, los residuos sólidos mal manejados pueden favorecer la colonización del sitio por especies exóticas oportunistas, las cuales pueden desplazar a las especies nativas.

El proyecto también generará un impacto positivo sobre la fauna nativa, derivado de la reforestación y protección de la duna costera, ya que se recuperará un espacio actualmente

desprovisto de vegetación y se convertirá en un área que podrá ser usada para alimentación, refugio, descanso e inclusive reproducción por algunas especies de fauna nativa.

#### ***V.3.2.4 Hidrología***

El proyecto contempla la perforación de un pozo para la extracción de agua salobre, que podrá ser usada en labores de limpieza y mantenimiento de las instalaciones. El volumen a extraer y las características del pozo se definirán a partir del estudio técnico que se efectúe previa obtención de la autorización de la Comisión Nacional del Agua. Sin embargo, aún sin el dato del volumen a extraer, es importante señalar que se generará un impacto negativo no significativo en la hidrología subterránea que, aunque será de poca magnitud, será continuo y permanente durante el tiempo que se otorgue la concesión para la explotación del pozo.

#### ***V.3.2.7 Vegetación de duna costera***

La vegetación de duna costera colindante con la zona de plantación de cocos en donde se propone el proyecto se encuentra en mal estado ya que ha perdido su cobertura y riqueza florística originales debido a los usos previos del área. En algunos fragmentos este tipo de vegetación es inexistente.

Dada la importancia de esta comunidad como hábitat para la fauna nativa y para la conservación de las playas, el proyecto contempla la implementación de un Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de Duna Costera, mediante el cual se pretende restituir parcialmente la cobertura y riqueza florística en la zona colindante con el predio del proyecto y acelerar los procesos de colonización por otras especies nativas que permitan recuperar paulatinamente sus características originales. Estas acciones generarán un impacto positivo en este factor del medio.

Pero también el proyecto podría generar un impacto negativo en la vegetación de duna costera debido al paso de personas de forma desordenada desde el campamento y restaurante hacia la playa, lo que afectaría a la vegetación, favorecería la erosión y podría dispersar residuos sólidos sobre la duna. Para evitar esto, el Programa mencionado en el párrafo anterior contempla el desarrollo de senderos peatonales diseñados en zigzag que ordenarán el paso de las personas hacia la playa, así como la limpieza y protección de la duna costera. Asimismo, se contempla la señalética adecuada para informar a las personas sobre las áreas de protección de duna y su importancia.

### **V.3.3. Medio socioeconómico**

#### ***V.3.3.1 Oferta turística***

El desarrollo del proyecto generará un impacto positivo en la economía local gracias a que brindará una alternativa de bajo impacto para los vacacionistas. El concepto del proyecto se dirige a un sector del mercado poco explotado, que busca visitar áreas en buen estado de conservación y prefiere desarrollos con una baja huella ecológica.

#### ***V.3.3.2 Empleos***

El desarrollo del proyecto generará empleos en sus dos etapas: la primera llamada construcción, y la segunda denominada operación y mantenimiento. La calidad y el número de empleos generados variarán de acuerdo con la etapa de que se trate, siendo la primera la que generará más empleos (20 aproximadamente) pero éstos serán temporales. La etapa de operación generará alrededor de 15 empleos aunque, a diferencia de la etapa anterior, estos empleos serán permanentes.

## **V.4 CONCLUSIONES**

- Se identificaron un total de 11 impactos generados por el proyecto, de los cuales 7 serán negativos y 4 positivos.
- Del total de impactos negativos identificados ninguno será significativo, 57.1% serán no significativos y 42.9% serán despreciables.
- Del total de impactos positivos el 50% serán no significativos y el 50% restante serán despreciables.
- Los impactos negativos no significativos identificados con mayor índice de incidencia corresponden a la contaminación del suelo y del agua, y para prevenirlos el proyecto contempla la implementación de diversas medidas.
- Los impactos positivos con el mayor índice de incidencia corresponden al aumento de la oferta turística en la región y al aumento de la biodiversidad en la vegetación de duna costera.
- La generación de residuos sólidos es la actividad del proyecto que generará el mayor número de interacciones con impactos negativos.
- La reforestación de la duna costera y el aumento en la oferta turística son las actividades del proyecto que generarán el mayor número de interacciones con impactos positivos.
- El factor del medio que recibirá el mayor número de interacciones con impactos negativos será el aire, seguido del agua y del suelo.

- El proyecto implementará medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales derivados de su desarrollo, tales como la implementación de un Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de Duna Costera, acciones para el correcto manejo de los residuos sólidos, así como la instalación de un sistema de biodigestores y humedales artificiales para el manejo de los residuos líquidos.
- Con la implementación de las medidas propuestas y dada las características del proyecto, se considera que su desarrollo respeta la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas, que no puede propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción y que no afectará a especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que el proyecto es legal y ambientalmente viable.

## **CAPÍTULO VI**

# **MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

---

## TABLA DE CONTENIDO

VI.1 Descripción del programa para la prevención y mitigación de los impactos ambientales.....	1
VIII.1.1 Medidas de supervisión ambiental (SA) .....	2
VIII.1.2 Medidas para la conservación de la biodiversidad (CBD).....	2
VIII.1.3 Medidas indirectas .....	11
VIII.1.4 Medidas para el manejo integral del agua (MIA) .....	14
VIII.1.5 Medidas para el manejo integral de residuos (MIR) .....	17
VIII.1.6 Resumen del programa general de vigilancia ambiental .....	23
VI.2 Conclusiones .....	26
VI.3 Bibliografía .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI. 1 Huerto elevado en un solar maya tradicional. ....	6
Imagen VI. 2 Sistema biodigestor autolimpiable conectado a humedal artificial. ....	15
Imagen VI. 4 Ejemplos de contenedores para residuos reciclables.....	17
Imagen VI. 5 Ejemplos de contenedores para residuos no reciclables.....	18

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VI. 1. Grupos de acciones que conforman el Programa General de Vigilancia Ambiental del proyecto y número de medidas que los componen.....	1
Cuadro VI. 2 Intensidad de diferentes fuentes de sonido. ....	3
Cuadro VI. 3 Guía para separación de residuos del proyecto. ....	23
Cuadro VI. 4 Medidas que conforman el PGVA del proyecto, impactos sobre los que inciden y etapas del proyecto en las que serán aplicadas.....	24

En este capítulo se definen, clasifican y describen las acciones, medidas o estrategias a realizar por parte del promovente para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales generados durante todas las etapas de desarrollo del proyecto Campamento Ka'an. Las medidas incluyen una estimación conservadora en cuanto a su costo, duración, métodos de ejecución, requisitos de capacitación y confiabilidad bajo las condiciones del Sistema Ambiental (SA) actual.

## VI.1 Descripción del programa para la prevención y mitigación de los impactos ambientales

Las medidas propuestas para la prevención y mitigación de los impactos por componente natural se organizan en un Programa General de Vigilancia Ambiental (PGVA) que está dividido en cinco grupos de acciones de acuerdo con los impactos ambientales que mitigarán o prevendrán (Cuadro VI.1).

Cuadro VI. 1. Grupos de acciones que conforman el Programa General de Vigilancia Ambiental del proyecto y número de medidas que los componen.

Grupo de acciones	Clave	No. medidas
Supervisión ambiental	SA	No aplica
Manejo Integral de Residuos	MIR	7
Conservación de la biodiversidad	CBD	14
Medidas indirectas	MI	4
Manejo del Agua	MIA	3
<b>TOTAL</b>		<b>28</b>

El grupo de acciones de Supervisión Ambiental (SA) solo incluye medidas para vigilar la adecuada implementación del resto de las acciones del Programa, por lo que no inciden directamente sobre ningún impacto en particular. Los grupos de acciones CBD, MIR y MIA están conformados por medidas dirigidas específicamente a prevenir o mitigar uno o varios impactos ambientales en particular (medidas directas). El grupo MI incluye a todas las acciones que no inciden directamente sobre ningún impacto en particular, sino que buscan moldear la conducta de los actores en la etapa de que se trate o detectar oportunamente riesgos que pudieran derivar en impactos al ambiente, de tal forma que pueden actuar sobre muchos impactos, pero de manera indirecta.

Cada grupo de medidas propuestas se describe a continuación detalladamente por medio de fichas en donde se señala el (los) impacto(s) al que va dirigida la acción, en qué consistirá, la duración de su implementación, los recursos necesarios para llevarla a cabo y los indicadores que serán considerados por la supervisión para determinar su grado de cumplimiento, eficacia y eficiencia.

### **VIII.1.1 Medidas de supervisión ambiental (SA)**

Las medidas que conforman este grupo tendrán los siguientes objetivos:

- Verificar la adecuada implementación de los otros grupos de medidas propuestas según los lineamientos establecidos en este capítulo.
- Presentar informes anuales sobre la aplicación de las medidas propuestas durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.
- Identificar medidas que sea necesario modificar o eliminar debido a cambios en las condiciones del medio o del proyecto, o por falta de resultados positivos.
- Proporcionar a las autoridades competentes la información que requieran relacionada con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación o compensación aplicadas en el proyecto durante cualquiera de sus etapas de desarrollo.

Para lograr dichos objetivos el proyecto contará con un responsable ambiental que dará seguimiento y verificará el adecuado cumplimiento del PGVA del proyecto. El responsable ambiental visitará el proyecto las veces que sea necesario para poder dar seguimiento puntual a la aplicación de las medidas establecidas en el PGVA y deberá llevar el registro de todos los pormenores y detalles sobre la aplicación de dichas medidas en una bitácora de supervisión que deberá encontrarse disponible para su consulta por las autoridades competentes cuando lo requieran. Asimismo, el responsable ambiental deberá coordinarse con el responsable de la administración del proyecto para gestionar los recursos materiales y humanos necesarios para la implementación de las medidas propuestas de forma correcta y oportuna. Por último, el responsable ambiental también deberá contar con la información necesaria para elaborar los informes de cumplimiento de las medidas propuestas y presentarlos ante las autoridades competentes en la periodicidad indicada por éstas, en caso de ser aprobado el proyecto.

### **VIII.1.2 Medidas para la conservación de la biodiversidad (CBD)**

Las medidas que conforman al grupo CBD son 14 y tienen los siguientes objetivos:

- Proteger a las especies nativas que se desarrollen dentro del predio del proyecto, en especial a aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Disminuir al mínimo posible los impactos negativos generados a los ecosistemas durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.

<b>Medida 1:</b>	<b>Control de los niveles de ruido generados por el proyecto</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación construcción y</li> <li>• Operación mantenimiento y</li> </ul>												
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por ruido Pérdida de individuos de fauna														
Descripción	<p>El proyecto se apegará a lo establecido en la NOM-081-ECOL-1994 modificada en 2013, por lo que no sobrepasará los 68dB bajo ninguna circunstancia y en ninguna de sus etapas de desarrollo.</p> <p>Por otra parte, debido a que el proyecto se ubica dentro de un área natural protegida es muy importante no afectar los niveles sonoros del entorno, para no ahuyentar a la fauna nativa ni inducir modificaciones en sus hábitos, en especial a las aves que suelen ser sumamente sensibles a esta perturbación. En el Cuadro VI.2 se presenta una tabla con ejemplos de sonidos de diferente intensidad que sirven de referencia para identificar algunas de las actividades humanas con mayor generación de ruido.</p> <p>El proyecto se apegará a los siguientes horarios de emisión de ruido:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Etapa</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 30%;">Máximo 68 dB</th> <th style="width: 30%;">Máximo 65 dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Preparación construcción</td> <td style="text-align: center;">y</td> <td>8:00 am a 5:00 pm</td> <td>5:00 pm a 8:00 am</td> </tr> <tr> <td>Operación mantenimiento</td> <td style="text-align: center;">y</td> <td>8:00 am a 8:00 pm</td> <td>8:00 pm a 8:00 am</td> </tr> </tbody> </table>			Etapa		Máximo 68 dB	Máximo 65 dB	Preparación construcción	y	8:00 am a 5:00 pm	5:00 pm a 8:00 am	Operación mantenimiento	y	8:00 am a 8:00 pm	8:00 pm a 8:00 am
Etapa		Máximo 68 dB	Máximo 65 dB												
Preparación construcción	y	8:00 am a 5:00 pm	5:00 pm a 8:00 am												
Operación mantenimiento	y	8:00 am a 8:00 pm	8:00 pm a 8:00 am												
Recursos necesarios	<p>Personal del proyecto capacitado en cuanto a las medidas de cuidado del ambiente implementadas por el proyecto.</p> <p>Material y estrategias de difusión sobre las medidas de cuidado del ambiente implementadas por el proyecto, dirigidas a los usuarios del mismo.</p>														
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Ninguna de las actividades derivadas del proyecto sobrepasa los decibeles máximos establecidos de acuerdo al horario que corresponde a cada etapa.														

Cuadro VI. 2 Intensidad de diferentes fuentes de sonido.

Fuente de sonido	Intensidad (dB)
Sin ningún sonido audible para el hombre	0
Una biblioteca tranquila	40
Una conversación normal	60
Una licuadora	85
Zona con tráfico pesado	88
Un taladro neumático	91
Una alarma contra incendios industrial	97
Un club nocturno	100
Un concierto en vivo	110
Un avión despegando a 100 m de distancia	130

Fuente: Action on Hearing Loss. <https://www.actiononhearingloss.org.uk/hearing-health/protect-your-hearing/how-loud-is-too-loud/> Fecha de consulta 13 de marzo de 2019.

<b>Medida 2:</b>	<b>Eliminación de especies exóticas invasoras</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Preparación construcción</b> y</li> <li>• <b>Operación mantenimiento</b> y</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Pérdida de individuos de fauna Alteración de la hidrología Pérdida de extensión de vegetación de especies nativas		
Descripción	Esta medida busca evitar el desarrollo de especies exóticas invasoras dentro del predio, con el fin de garantizar el buen estado de los ecosistemas nativos en el SA. En el caso de que la especie invasora sea una planta, como <i>Casuarina</i> spp., todos los ejemplares detectados dentro del predio serán eliminados y el material resultante deberá ser triturado y quemado con el fin de evitar la dispersión de la especie. Si se trata de algún animal, será atrapado y entregado al personal de la CONANP o a donde la autoridad competente lo indique. En el caso de insectos, se aplicarán sustancias de control aprobadas por la CICOPLAFEST, favoreciendo los productos selectivos, es decir, que solo afecten a la especie que se pretende controlar.		
Recursos necesarios	Especialista que reconozca las especies exóticas invasoras. Maquinaria o equipo para retirar los ejemplares de plantas invasoras; equipo necesario para capturar o eliminar a los animales (vertebrados o invertebrados) de especies exóticas invasoras.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Presencia/ausencia de especies exóticas invasoras dentro del predio del proyecto.		

<b>Medida 3:</b>	<b>Implementación de sistemas de generación de energía alternativos</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Operación mantenimiento</b> y</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del aire por ruido Contaminación del suelo Contaminación del agua		
Descripción	El proyecto instalará paneles solares en las cubiertas de las instalaciones, así como aparatos mecánicos que permitan a los huéspedes y usuarios ejercitarse al tiempo que generan energía eléctrica.		
Recursos necesarios	Paneles solares e instalación necesaria para su funcionamiento. Bicimáquinas o similares e instalación necesaria para su funcionamiento.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Los paneles solares se encuentran debidamente instalados y funcionando. Las bicimáquinas o similares se encuentran debidamente instaladas y funcionando. Watts/h producidos por los paneles solares y por las bicimáquinas o similares.		

<b>Medida 4:</b>	<b>Limpieza de la duna costera</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Preparación construcción</b> <b>y</b></li> <li>• <b>Operación mantenimiento</b> <b>y</b></li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del suelo Contaminación del agua Pérdida de individuos de fauna		
Descripción	El proyecto implementará un Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de la Duna Costera, el cual incluye esfuerzos periódicos de limpieza de la duna costera que se encuentra afectada frente a la zona del predio donde se ubicará el proyecto. Sin embargo, la limpieza de la duna costera no se restringirá a la duna costera colindante con la zona donde se encontrará la infraestructura del proyecto, sino que abarcará todo el frente de playa del predio, el cual tiene un largo aproximado de 2.4 km. La limpieza de la playa se realizará una vez al mes y todos los residuos que sean colectados serán pesados y entregados al relleno sanitario municipal o a empresas recicladoras según sea el caso. De no encontrarse la infraestructura necesaria para ello en Tulum se llevarán a Playa del Carmen o Cancún. Se invitará a los huéspedes del proyecto a participar en esta actividad.		
Recursos necesarios	Personal y voluntarios que realicen la limpieza. Bolsas y/o contenedores para acopiar los residuos colectados. Báscula portátil.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Peso de los residuos colectados por mes. Fotografías de las limpiezas realizadas. Número de voluntarios que participaron en la limpieza por mes. La playa y la duna costera colindantes con el predio del proyecto se encuentran libres de basura.		

<b>Medida 5:</b>	<b>Mantenimiento de la maquinaria y equipo en óptimas condiciones.</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Preparación construcción</b> <b>y</b></li> <li>• <b>Operación mantenimiento</b> <b>y</b></li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del aire por ruido Contaminación del suelo		
Descripción	Los equipos o maquinaria requerida para la operación adecuada del proyecto deberán encontrarse en buen estado, con el fin de evitar ruido excesivo o derrames de sustancias tóxicas. Para ello se deberá proporcionar el mantenimiento adecuado a los equipos según las especificaciones del fabricante.		
Recursos necesarios	Maquinaria y equipo		
Indicadores de cumplimiento,	Facturas que evidencien acciones de mantenimiento regular en los diferentes equipos funcionales durante las etapas del proyecto.		

<b>Medida 5:</b>	<b>Mantenimiento de la maquinaria y equipo en óptimas condiciones.</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación y construcción</li> <li>• Operación y mantenimiento</li> </ul>
eficacia y eficiencia	La maquinaria y el equipo que se usan en todas las etapas del proyecto no presentan derrames de aceite, combustible u otros fluidos, no generan humos en exceso o de un color diferente al esperado, y no generan ruido que sobrepase los límites definidos para el proyecto.		

<b>Medida 6:</b>	<b>Operación de un huerto elevado</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación y mantenimiento</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del suelo		
Descripción	Para disminuir la dependencia del proyecto de los insumos externos, así como para mejorar la calidad de los alimentos que ofrecerá, el proyecto instalará un huerto elevado donde cultivará diversas legumbres y hortalizas que utilizará en su cocina. La contaminación por gases y polvos se verá disminuida ya que se evitará la necesidad de trasladarse en vehículo automotor hacia Tulum para adquirir estos insumos, lo que reducirá las emisiones por quema de combustible y la suspensión de partículas debidas al tránsito de vehículos sobre el camino de sascab. El huerto se construirá sobre contenedores elevados alrededor de 1 m sobre el nivel del suelo, contruidos con madera de la región imitando el diseño utilizado en el solar maya tradicional (Imagen VI.1).		
Recursos necesarios	Madera de la región, cuerdas, clavos, martillo, palas, picos, tierra vegetal.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Los contenedores elevados se encuentran en buenas condiciones, rellenos con tierra vegetal y con evidencia de producción de hortalizas y/o legumbres. Peso por tipo de hortaliza o legumbre cosechada del huerto en un periodo dado.		



Imagen VI. 1 Huerto elevado en un solar maya tradicional.

<b>Medida 7:</b>	<b>Reforestación de la duna costera</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • <b>Preparación y construcción</b>
Impacto(s) sobre el que incide	Pérdida de individuos de fauna Pérdida de cobertura de vegetación de duna costera		
Descripción	El proyecto implementará un Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de la Duna Costera, el cual incluye la reforestación de la duna costera que colinda con la zona donde se ubicará la infraestructura del proyecto. Se usarán únicamente especies nativas sin comportamiento invasor <sup>1</sup> propias del ecosistema de duna costera de la región, tales como <i>Ambrosia hispida</i> , <i>Ipomoea pes-caprae</i> , <i>Distichlis spicata</i> , <i>Suriana maritima</i> , <i>Coccoloba uvifera</i> , <i>Thrinax radiata</i> y <i>Scaevola plumieri</i> .		
Recursos necesarios	Plántulas de las especies mencionadas. Herramientas de jardinería.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Densidad de individuos plantados por especie. Tasa de supervivencia de los individuos plantados.		

<b>Medida 8:</b>	<b>Riego periódico del camino de sascab que atraviesa el predio</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • <b>Preparación y construcción</b> • <b>Operación y mantenimiento</b>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos		
Descripción	El proyecto regará el camino de sascab que atraviesa el predio cuando sea necesario para evitar la dispersión de polvo al paso de los vehículos. El agua con la que se regará este camino provendrá de los humedales artificiales y se encontrará libre de contaminantes.		
Recursos necesarios	Agua tratada por los humedales, manguera, bomba de agua.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	La vegetación aledaña al camino se encuentra libre de polvo.		

<sup>1</sup> Especie nativa con comportamiento invasor es aquella que, debido a la alteración en las condiciones originales del ecosistema, ha adquirido un comportamiento invasor que afecta a los servicios ambientales y genera pérdidas económicas. Para el caso de la RBSK las plantas nativas con comportamiento invasor registradas al momento son *Crotalaria pumila*, *Cassytha filiformis*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Symphotrichum subulatum*, *Euphorbia heterophylla* y *Cyperus odoratus*. Fuente: Lista de especies exóticas invasoras y nativas con comportamiento invasor en el Complejo Sian Ka'an. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. 2019.

<b>Medida 9:</b>	<b>Uso de luminarias de color e intensidad adecuados para no afectar a la fauna nocturna</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • Operación y mantenimiento
Impacto(s) sobre el que incide	Pérdida de individuos de fauna		
Descripción	La iluminación de las áreas exteriores del proyecto seguirá un diseño que dirija la luz hacia abajo y que cuente con luminarias con viseras para evitar la dispersión de la luz hacia arriba. El color de la iluminación en las áreas exteriores del proyecto deberá ser ámbar poco brillante. Esta medida será especialmente importante en la iluminación de las áreas cercanas a la playa ya que se trata de un área donde se registra arribazón de tortugas marinas.		
Recursos necesarios	Luminarias de baja intensidad Pantallas con transmisión de la luz hacia abajo		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Las luminarias usadas en las áreas exteriores del proyecto son de baja intensidad, color ámbar y tienen la luz dirigida hacia abajo por medio de pantallas. No existen luminarias de ningún tipo dirigidas hacia la playa.		

<b>Medida 10:</b>	<b>Uso de productos de baja toxicidad para las labores de limpieza del proyecto</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • Operación y mantenimiento
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del suelo Contaminación del agua Pérdida de individuos de fauna		
Descripción	En las labores de limpieza del proyecto se usarán únicamente productos de baja toxicidad para evitar contaminar el aire, el agua y el suelo, así como generar daños a la flora y fauna cercanas. El uso de este tipo de productos prevendrá la contaminación del aire debida a la dispersión de aerosoles u otras partículas dañinas al ambiente que pueden generarse en ciertos productos o presentaciones.		
Recursos necesarios	Listado y existencia de productos de limpieza biodegradables y de baja toxicidad.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Facturas que comprueben la compra de productos de limpieza biodegradables y de baja toxicidad.		

<b>Medida 11:</b>	<b>Uso de técnicas y productos no dañinos al ambiente para el control de fauna no deseada</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación construcción y</li> <li>• Operación mantenimiento y</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del suelo Contaminación del agua Pérdida de individuos de fauna		
Descripción	Para el control de insectos molestos como mosquitos o similares el proyecto usará métodos que los ahuyenten a base de componentes biodegradables e inocuos al ambiente. Para el control de fauna nociva tal como ratas, cucarachas, moscas, etc. el proyecto usará métodos mecánicos (mallas, recipientes con tapa, mosquiteros) preferentemente. Asimismo, mantendrá un buen manejo de los residuos para evitar la proliferación de estos organismos. En caso de que sea necesario el control por medios químicos, se usarán métodos que no contaminen el ambiente y se basen en productos autorizados por la CICOPRAFEST.		
Recursos necesarios	Productos biodegradables y autorizados por la CICOPRAFEST Recipientes adecuados y con tapa para el acopio de los residuos sólidos. Mallas, mosquiteros, miriñaques, etc.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Compra y uso de productos con etiquetas que avalen ser biodegradables y encontrarse dentro de la lista de productos autorizados por la CICOPRAFEST. El proyecto cuenta con métodos mecánicos para excluir insectos molestos como mosquiteros, mallas, miriñaques, etc.		

<b>Medida 12:</b>	<b>Uso exclusivo de especies nativas o exóticas no invasoras, propias de los ecosistemas naturales en el área, para las áreas ajardinadas del proyecto</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación construcción y</li> <li>• Operación mantenimiento y</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Pérdida de individuos de fauna Pérdida de superficie de la vegetación de duna costera		
Descripción	El proyecto no contempla el desarrollo de áreas verdes, pero es posible que eventualmente se desee colocar vegetación de manera dispersa entre las obras y con fines ornamentales. De ser este el caso, las especies utilizadas deberán ser nativas o exóticas no consideradas invasoras por la CONABIO y que no se encuentren enlistadas en el Acuerdo DOF:07/12/2016 por el que se determina la lista de especies exóticas invasoras para México.		
Recursos necesarios	Especies nativas o exóticas no invasoras con fines ornamentales.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Ausencia de especies exóticas invasoras en las áreas de desarrollo del proyecto.		

<b>Medida 13:</b>	<b>Uso exclusivo de plantas cuya legal procedencia haya sido verificada para labores de reforestación y ornamentación</b>	<b>Grupo BME</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación construcción y</li> <li>• Operación mantenimiento y</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Pérdida de individuos de fauna Pérdida de superficie de vegetación de duna costera		
Descripción	Todas las especies de plantas que se usen en el proyecto, tanto ornamentales como con fines de reforestación, deberán provenir de viveros autorizados debidamente. En el caso de que se trate de especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 los viveros autorizados que las provean deberán contar con su registro como Unidad de Manejo Ambiental (UMA).		
Recursos necesarios	Listado de proveedores de plantas nativas y ornamentales exóticas debidamente autorizados y registrados como UMA.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Facturas que comprueben la legal procedencia de las plantas.		

<b>Medida 14:</b>	<b>Vehículos con polvos o gravas que ingresen al predio deberán hacerlo cubiertos con lonas</b>	<b>Grupo CBD</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación construcción y</li> <li>• Operación mantenimiento y</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos		
Descripción	Todos los vehículos que ingresen al proyecto con materiales que desprendan polvos deberán encontrarse cubiertos con lonas para evitar la contaminación del aire debida a la dispersión de dichas partículas.		
Recursos necesarios	Aviso a los responsables de los vehículos que transporten materiales como polvos o gravas al proyecto para que los cubran con lonas.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	La vegetación aledaña al camino se encuentra libre de polvo. Los vehículos que transportan polvos o gravas hacia el proyecto se encuentran debidamente cubiertos con lonas.		

### VIII.1.3 Medidas indirectas

Este grupo está conformado por cuatro acciones dirigidas a cumplir con los siguientes objetivos:

- Identificar y registrar cambios en los indicadores ambientales dentro del proyecto de forma temprana para permitir la implementación de medidas de prevención y/o mitigación de impactos negativos oportunamente.
- Prevenir y mitigar impactos ambientales negativos a través de la generación de cambios conductuales en las personas involucradas con el desarrollo del proyecto durante todas sus etapas.

<b>Medida 15:</b>	<b>Colocación de señalamientos sobre las medidas de protección al ambiente del proyecto</b>	<b>Grupo MI</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación y construcción</li> <li>• Operación y mantenimiento</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Medida indirecta		
Descripción	Se colocarán señalamientos restrictivos e informativos en áreas estratégicas del proyecto, donde puedan ser leídos por la mayoría de las personas y se encuentren cerca de los sitios de impacto. Los señalamientos contendrán leyendas sobre las medidas implementadas por el proyecto para disminuir sus impactos ambientales, las cuales estarán en español, inglés y maya, y contarán también con pictogramas.		
Recursos necesarios	Diseño de señalamientos en forma llamativa y clara. Señalamientos hechos con madera dura de la región .		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Presencia de señalamientos claros sobre las principales medidas a implementar, colocados en áreas visibles y cercanas a las zonas de impacto.		

<b>Medida 16:</b>	<b>Implementación de un protocolo de mantenimiento de las instalaciones</b>	<b>Grupo MI</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • <b>Operación y mantenimiento</b>
Impacto(s) sobre el que incide	Medida indirecta		
Descripción	El proyecto implementará un programa de mantenimiento de sus instalaciones que indique los periodos en los que es necesario revisar, cambiar, ajustar o cualquier otro procedimiento aplicable para garantizar su buen estado y funcionamiento. De esta manera se espera evitar daños al ambiente por accidentes derivados de la corrosión o mal funcionamiento de las instalaciones del proyecto.		
Recursos necesarios	Calendario de mantenimiento de los equipos del proyecto. Calendario de mantenimiento de las instalaciones del proyecto.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Documentos que evidencien que se han llevado a cabo los mantenimientos del equipo y de las instalaciones en tiempo y forma según lo estipulado en los calendarios del programa. Buen estado de los equipos y de las instalaciones del proyecto.		

<b>Medida 17:</b>	<b>Implementación de un protocolo de seguridad, prevención y atención de accidentes y contingencias</b>	<b>Grupo MI</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • <b>Operación y mantenimiento</b>
Impacto(s) sobre el que incide	Medida indirecta		
Descripción	El proyecto deberá implementar un protocolo de seguridad para atender accidentes dentro de sus instalaciones y responder adecuadamente a contingencias como incendios, inundaciones o huracanes. Para ello se deberá designar una persona responsable del protocolo que deberá fungir como líder en caso de accidente o contingencia, por lo que deberá conocer perfectamente los procesos señalados para cada tipo de situación. El responsable del protocolo también deberá dar seguimiento al sistema de alerta temprana de fenómenos hidrometeorológicos e informar a los residentes, visitantes y trabajadores del proyecto sobre los refugios anticiclónicos más cercanos así como sobre la evolución del meteoro.		
Recursos necesarios	Equipo básico de primeros auxilios. Extintores de incendios del tipo y número indicados en las normas y reglamentos aplicables. Equipo básico para responder ante huracanes.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Elaboración del protocolo de seguridad. Características del responsable de la implementación del protocolo que garanticen su disponibilidad y capacidad en caso de accidente o contingencia. Grado de conocimiento del protocolo por parte del responsable designado.		

<b>Medida 18:</b>	<b>Monitoreo de la vegetación en las áreas de conservación del proyecto</b>	<b>Grupo MI</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • Operación y mantenimiento
Impacto(s) sobre el que incide	Medida indirecta		
Descripción	Se implementará un programa de monitoreo de la vegetación de duna costera con el objetivo de vigilar el estado de conservación de los ecosistemas que ahí se desarrollen, a lo largo de todas las etapas del proyecto. De esta manera se espera identificar oportunamente cualquier impacto negativo y, en caso necesario, aplicar las medidas adecuadas para evitarlo. El monitoreo se realizará conforme a lo establecido en el Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de la vegetación de duna costera del proyecto. Por otra parte, de manera independiente a dicho Programa, en el predio se vigilará que no haya afectaciones por propios o extraños sobre los demás ecosistemas como el manglar o el matorral costero de <i>Thrinax radiata</i> .		
Recursos necesarios	Los requeridos para realizar el monitoreo según lo planteado en el Programa de Limpieza, Reforestación, Protección y Monitoreo de la vegetación de duna costera del proyecto. Personal capacitado para vigilar el estado de los ecosistemas dentro del predio e identificar afectaciones a los mismos. Bitácora de monitoreo y vigilancia.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Entrega de los reportes de monitoreo. Llenado de la bitácora de monitoreo y vigilancia.		

## Medidas para el manejo integral del agua (MIA)

Las medidas incluidas en este grupo tienen los siguientes objetivos:

- Disminuir el gasto de agua potable y no potable por el proyecto
- Evitar la contaminación del agua

Medida 19:	Canalización de las aguas residuales a los biodigestores	Grupo MIA	Etapas de implementación: • Preparación y construcción • Operación y mantenimiento
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del agua		
Descripción	<p>El proyecto cuenta actualmente con un sistema de biogestores funcionando. Las aguas residuales provenientes de los baños, restaurante y cocina se canalizarán a ese sistema biodigestor ampliado y posteriormente pasarán a un humedal artificial (Imagen VI.2). Las aguas resultantes podrán ser utilizadas en el mantenimiento de las instalaciones.</p> <p>El sistema biodigestor será de tipo autolimpiable, el cual se usa para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la manera orgánica (Anexo 11).</p>		
Recursos necesarios	Sistema biodigestor autolimpiable. El material necesario para la ampliación del sistema biodigestor.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	<p>Ampliación del sistema de biodigestores según diseño del proyecto.</p> <p>Los sistemas biodigestores funcionan adecuadamente.</p> <p>No existen fugas en los sistemas biodigestores.</p>		

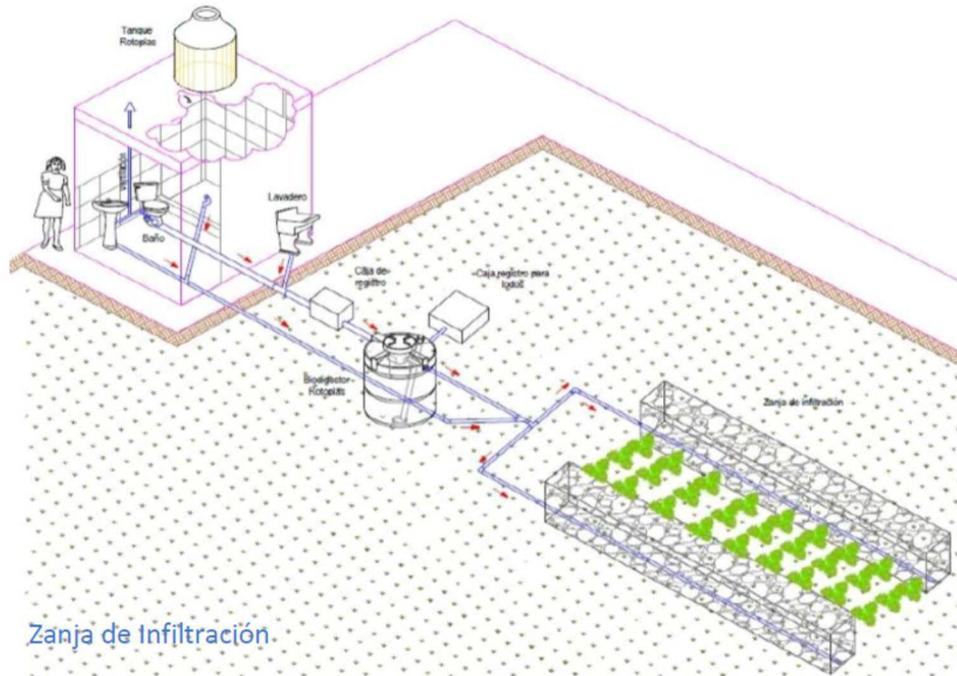


Imagen VI. 2 Sistema biodigestor autolimpiable conectado a humedal artificial.

Medida 20:	Implementación de estrategias para reducir el consumo de agua	Grupo MIA	Etapas de implementación: • Operación y mantenimiento
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del agua Alteración de la hidrología subterránea		
Descripción	El proyecto instalará mecanismos o tecnologías modernas para el ahorro del agua, tales como perlizadores en los grifos y regaderas ahorradoras de agua u otros sistemas disponibles. Asimismo, el proyecto promoverá durante todas sus etapas de desarrollo, un consumo racional del agua.		
Recursos necesarios	Perlizadores, regaderas ahorradoras, entre otras tecnologías ahorradoras de agua.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Implementación de los aditamentos para el ahorro del agua en todos los grifos y regaderas del proyecto. Buen funcionamiento de los aditamentos instalados para el ahorro de agua.		

<b>Medida 21:</b>	<b>Implementación de un sistema de captación de agua de lluvia</b>	<b>Grupo MIA</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • <b>Operación y mantenimiento</b>
Impacto(s) sobre el que incide	Alteración de la hidrología subterránea		
Descripción	El proyecto contará con un sistema de captación de agua pluvial en el techo del restaurante y la cocina que canalizará el agua a un tinaco rotoplas mediante tuberías de PVC. El agua captada se usará para el mantenimiento de las instalaciones.		
Recursos necesarios	Sistema de tuberías de PVC Tinaco rotoplas de 1100 litros.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Volumen de agua almacenado durante la temporada de lluvias en el contenedor.		

<b>Medida 22:</b>	<b>Uso de humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales</b>	<b>Grupo MIA</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • <b>Operación y mantenimiento</b>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del agua Alteración de la hidrología subterránea		
Descripción	<p>Los humedales artificiales pueden tratar con efectividad altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos (SS) y nitrógeno, así como niveles significativos de metales, compuestos orgánicos traza y patógenos. El DBO<sub>5</sub> soluble es eliminado por los microorganismos que crecen en la superficie de la grava, raíces y rizomas de las plantas. La reducción de los sólidos suspendidos totales (SST) es muy efectiva, produciendo efluentes con concentraciones inferiores a 20 mg/l (Lara, 1999). Los humedales también garantizan el control de malos olores y se obtienen eficacias de remoción de materia orgánica y coliformes respectivamente por arriba del 95% y del 99%.</p> <p>Por las ventajas anteriores, las aguas provenientes de los biodigestores se canalizarán a un humedal artificial de tipo agua superficial libre (ASL) de una sola cámara y 0.8 m de profundidad. La superficie del fondo y paredes del humedal será cubierta por una geomembrana impermeable para prevenir percolaciones al suelo en caso de cualquier afectación a la estructura. El fondo del humedal tendrá una pendiente de 0.7%. El medio de soporte del humedal será una capa de gravilla de 0.5 m, con valor de conductividad hidráulica (Ks) aproximado de 5,000 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día. Sobre esta capa correrá un flujo de agua de 0.3 m de alto. El humedal se cubrirá en un 60 % con plantas nativas distribuidas en forma de franjas paralelas al eje más corto del humedal. El nitrógeno que contiene el agua tratada será atrapado por las plantas del humedal artificial y será utilizado por éstas, ya que es un micro nutriente esencial en su metabolismo. La superficie restante del humedal permanecerá sin cubierta vegetal para facilitar la aereación del sustrato y del agua.</p>		

<b>Medida 22:</b>	<b>Uso de humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales</b>	<b>Grupo MIA</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • Operación y mantenimiento
Recursos necesarios	Los necesarios para la construcción y operación adecuada de los humedales artificiales		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Los humedales artificiales se construyeron de acuerdo al diseño. Los humedales artificiales no presentan malos olores ni fauna no deseada. Volumen de agua tratado por los humedales artificiales al año.		

### VIII.1.4 Medidas para el manejo integral de residuos (MIR)

Las medidas que conforman este grupo tendrán los siguientes objetivos:

- Evitar la contaminación del aire, el agua o el suelo en el predio y el SA del proyecto.
- Implementar mecanismos para un adecuado manejo de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos que sean generados por el proyecto durante cualquiera de sus etapas de desarrollo.
- Disminuir paulatinamente el volumen de residuos generados por el proyecto durante todas sus etapas de desarrollo.

El grupo de medidas MIR está conformado por 7 medidas preventivas que inciden sobre los impactos de contaminación del aire por gases y polvos, contaminación del suelo, contaminación del agua y pérdida de individuos de fauna. Las fichas correspondientes a cada medida se presentan a continuación.



Imagen VI. 3 Ejemplos de contenedores para residuos reciclables.

<b>Medida 23</b>	<b>Acopio de residuos sólidos urbanos en contenedores adecuados y suficientes</b>	<b>Grupo MIR</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación y construcción</li> <li>• Operación y mantenimiento</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del suelo Contaminación del agua Pérdida de individuos de fauna nativa		
Descripción	Los residuos sólidos generados durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto deberán acopiarse en contenedores de tamaño adecuado y en cantidad suficiente de acuerdo al volumen que se espera generar por periodo de almacenaje, así como ser de material inocuo al ambiente y resistente, que evite la pérdida de residuos o lixiviados por roturas o grietas. De igual forma deberán contar con tapas herméticas que impidan la entrada de agua y de fauna (incluidos insectos), así como la salida de olores (Imágenes VI.4 y VI.5).		
Recursos necesarios	Contenedores con tapa, de tamaño y características adecuadas para el tipo y volumen esperado de cada residuo, sin perforaciones ni grietas que permitan el derrame de líquidos.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	No hay residuos sólidos de ningún tipo fuera de los contenedores respectivos. Los contenedores usados mantienen limpios y secos los residuos sólidos inorgánicos de acuerdo con su tipo (papel y cartón, vidrio, plástico, etc.). Los contenedores se encuentran en buen estado (sin roturas, sin grietas, con tapa hermética en buen estado y debidamente cerrados).		



Imagen VI. 4 Ejemplos de contenedores para residuos no reciclables.

Medida 24	Almacenaje de los contenedores de residuos en instalaciones que cumplan con los requerimientos de las autoridades competentes.	Grupo MIR	Etapas de implementación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación y construcción</li> <li>• Operación y mantenimiento</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del suelo Contaminación del agua Pérdida de individuos de fauna nativa		
Descripción	Los residuos sólidos orgánicos composteables y no composteables, así como los inorgánicos reciclables y no reciclables, en tanto no se consideren peligrosos, serán almacenados en sus contenedores respectivos en el área denominada "almacén". Para el acopio de combustibles y otros residuos peligrosos que pudieran generarse se contará con un almacén de 0.50 m <sup>2</sup> con piso de concreto, impermeable y con un borde de 15 cm de alto para contención en caso de derrames, ubicado en la zona denominada "área del generador de electricidad". En esta área se colocarán los bidones plásticos con el combustible, perfectamente tapados y en posición vertical.		
Recursos necesarios	Área designada en la zona de "almacén" para colocar los contenedores de residuos no peligrosos debidamente separados. El tamaño del área designada deberá ser suficiente para almacenar a todos los contenedores del proyecto simultáneamente durante un mínimo de dos periodos de vaciado. Área de 0.5 m <sup>2</sup> designada en el "área del generador de electricidad" para el acopio de combustibles y el almacenamiento de residuos peligrosos, con piso firme de concreto y borde de 15 cm de alto para contención de derrames.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	El área de almacenamiento de residuos no peligrosos se encuentra en el área de almacén, es de tamaño suficiente para todos los contenedores, se encuentra limpia y ordenada. El área de almacenamiento de combustibles y residuos peligrosos se encuentra en el área de generador de electricidad, es del tamaño indicado y cuenta con piso firme de concreto y un borde de 15 cm de alto para contener derrames. Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos y no peligrosos no se encuentran ocupadas por nada más que los contenedores respectivos. No existen contenedores de residuos de ningún tipo fuera de las áreas designadas para su almacenamiento.		

<b>Medida 25</b>	<b>Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos de origen vegetal</b>	<b>Grupo MIR</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • Operación y mantenimiento
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del suelo Contaminación del agua		
Descripción	Se elaborará composta con los residuos orgánicos de origen vegetal apropiados para ello. El área de composta se ubicará en la zona del huerto. La composta se elaborará en contenedores elevados con una cubierta impermeable en su base para evitar derrames y pérdida del material.		
Recursos necesarios	Contenedores elevados en la zona del huerto. Tierra vegetal. Palas y rastrillos pequeños. Cucharas de jardinería. Tijeras de podar. Regaderas manuales. Residuos vegetales provenientes del restaurante, de la cocina y del huerto.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	La composta no presenta malos olores ni crecen en ella organismos no deseados como cucarachas o moscas. Volumen de composta producido al año. La composta se usa en el huerto. Los vegetales producidos en el huerto crecen adecuadamente por lo que no requieren complementos nutricionales adicionales.		

<b>Medida 26</b>	<b>Embalaje y etiquetado adecuado de los contenedores con residuos peligrosos antes de su almacenamiento</b>	<b>Grupo MIR</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • Preparación y construcción • Operación y mantenimiento
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del suelo Contaminación del agua		
Descripción	Todos los contenedores de residuos usados en el proyecto deberán encontrarse debidamente etiquetados con el nombre del residuo que contienen y, en caso de que aplique, con las medidas precautorias para su almacenaje y transporte. Cuando los residuos sean transportados los contenedores deberán sellarse perfectamente para evitar la dispersión y/o derrame de los residuos en caso de que los contenedores se ladeen o se caigan.		
Recursos necesarios	Etiquetas, cinta adhesiva, cuerdas, bolsas para basura.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Todos los contenedores usados en el proyecto se encuentran debidamente etiquetados con el nombre del residuo que contienen y, en caso de residuos peligrosos, con las medidas precautorias para su almacenaje y mantenimiento. Los residuos se transportan en contenedores debidamente sellados para evitar su dispersión y/o derrames.		

<b>Medidas 27</b>	<b>Entrega de los residuos sólidos no composteables al relleno sanitario municipal o a empresas recicladoras debidamente autorizadas</b>	<b>Grupo MIR</b>	<b>Etapas de implementación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación construcción y</li> <li>• Operación mantenimiento y</li> </ul>
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del suelo Contaminación del agua Pérdida de individuos de fauna nativa		
Descripción	Los residuos inorgánicos no reciclables y los orgánicos de origen animal serán llevados por personal del proyecto o por un servicio contratado por éste, al relleno sanitario municipal, cada tercer día. Los residuos inorgánicos reciclables serán entregados a empresas recicladoras debidamente autorizadas. Los residuos orgánicos de origen vegetal se usarán para hacer composta (ver medida 25).		
Recursos necesarios	Vehículo de tamaño y características adecuadas para permitir el transporte de los residuos sólidos al relleno sanitario o a donde lo reciban las empresas recicladoras.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	Facturas que comprueben la entrega de los materiales inorgánicos reciclables a empresas debidamente autorizadas. Facturas que comprueben la entrega de los residuos no reciclables ni composteables al relleno sanitario municipal. Bitácora de entrega de los residuos no reciclables ni composteables entregados al relleno sanitario. Volumen o peso de cada tipo de residuo reciclable entregado a empresas recicladoras.		

<b>Medidas 28</b>	<b>Separación de residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos reciclables y no reciclables</b>	<b>Grupo MIR</b>	<b>Etapas de implementación:</b> • Preparación construcción y • Operación mantenimiento y
Impacto(s) sobre el que incide	Contaminación del aire por gases y polvos Contaminación del suelo Contaminación del agua Pérdida de individuos de fauna nativa		
Descripción	El proyecto promoverá la separación de los residuos sólidos en orgánicos de origen vegetal y orgánicos de origen animal. Los residuos inorgánicos también se separarán en reciclables (papel y cartón, vidrio, plástico, aluminio) y no reciclables (Cuadro VI.3). Los residuos reciclables deberán limpiarse y compactarse antes de su almacenamiento.		
Recursos necesarios	Área de tamaño suficiente para el volumen de residuos sólidos que se espera sean generados por el proyecto, destinada para el acopio de los mismos de forma separada y ordenada. Personal capacitado en la correcta separación de los residuos sólidos. Señalamientos dirigidos a los usuarios del proyecto que expliquen la forma adecuada de separar los residuos sólidos.		
Indicadores de cumplimiento, eficacia y eficiencia	El área para el acopio de los residuos se encuentra limpia y ordenada y es de tamaño suficiente para recibir el volumen total de residuos sólidos generados por el proyecto durante el periodo que deben almacenarse antes de ser retirados. No se detectan residuos sólidos mezclados en ninguna de las áreas del proyecto. Porcentaje del personal que labora en el proyecto que ha sido capacitado en la separación de residuos sólidos. Peso de cada tipo de residuo generado por periodo.		

Cuadro VI. 3 Guía para separación de residuos del proyecto.

<b>Residuos inorgánicos no reciclables</b>	Residuos sanitarios, colillas de cigarro, preservativos, toallas sanitarias, chicles, isopos, curitas, pañales, plásticos con aditivos degradantes (oxo, foto y termodegradables), polipapel, unicel, bolsas de frituras, celofán, calzado, bolígrafos, plumones y lápices.
<b>Residuos inorgánicos reciclables</b>	Papel y cartón (cajas y empaques de cartón y corrugados, papel bond, cuadernos y libretas, revistas, papel de propaganda y publicidad, cartulinas, directorios, tetrapack, libros, papel kraft, tarjetas de cartón, folders, periódicos).
	Metales (chatarra de vehículos, chapas, papel aluminio, rines de coche, latas de bebidas, latas de latón).
	Plásticos No. 1 PET (envases de conservas, refrescos, agua, salsas, vasos y platos desechables) Plásticos No. 2 HDPE (envases para alimentos, lácteos y aceite, tapas de refresco y de agua, macetas, envases para detergentes, shampoo y jabón líquido). Plásticos No. 3 PVC (tuberías para agua y drenaje, mangueras, cubiertas de cables). Plásticos No. 4 LDPE (contenedores herméticos, empaques para alimentos, bolsas de supermercado y autoservicio). Plásticos No. 5 PP (envases para margarina y helados, cepillos de dientes). Plásticos No. 7 Otros (garrafones, mobiliario, carcasas de celulares, balones).
	Vidrio cristalino (envases de alimentos y bebidas; vasos, platos y cristalería; cubiertas para mesas). Vidrio ámbar y verde (botellas de cervezas, vinos, licores y aceite; parabrisas; vasos, platos y cristalería). Vidrio plano (ventanas).
<b>Residuos orgánicos composteables</b>	Flores, pasto, hojarasca, ramas, restos de verduras, hortalizas, frutas, cascarón de huevo, restos de café y té, filtros de papel para café y té, pan, tortillas.
<b>Residuos orgánicos no composteables</b>	Huesos, carne y derivados, aceite comestible, grasas, lácteos y derivados.

Tomado de Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno de la Ciudad de México. Basado en la Norma Ambiental NADF-024-AMBT-2013 sobre separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del Distrito Federal. <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/index.html>. Fecha de consulta: 13 de marzo de 2019.

### VIII.1.5 Resumen del programa general de vigilancia ambiental

El PGVA cuenta con 28 medidas para disminuir el impacto del proyecto en el ambiente, cuatro de las cuales son medidas indirectas y 24 son medidas directas. Las medidas propuestas se agruparon en cinco tipos dependiendo de los objetivos que busca alcanzar cada una. La implementación del PGVA disminuirá todos los impactos negativos identificados para el proyecto generados sobre los factores del medio natural a través de 45 interacciones para prevenir impactos, 16 interacciones para mitigarlos y una para compensarlos (Cuadro VI.4).

Cuadro VI. 4 Medidas que conforman el PGVA del proyecto, impactos sobre los que inciden y etapas del proyecto en las que serán aplicadas. p: medida de prevención; m: medida de mitigación; c: medida de compensación.

Grupo	No. Acción	Factor	Aire		Suelo	Agua	Fauna	Hidrología	VDC	Impactos totales/medida	Etapas	
			Contaminación por ruido	Contaminación por	Contaminación por residuos	Contaminación	Pérdida ind	Alteración hidrología subterránea	Pérdida de cobertura		Prep y cons	Oper y man
		Acciones/Impactos										
CBD	1	Control de los niveles de ruido generado por el proyecto	p				p			2	x	x
CBD	2	Eliminación de especies exóticas invasoras					m	m	m	3	x	x
CBD	3	Implementación de sistemas de generación de energía alternativos	m	m	m	m				4		x
CBD	4	Limpieza de la duna costera			p	p	p			3	x	x
CBD	5	Mantenimiento de la maquinaria y equipo en óptimas condiciones mecánicas	p	p	p					3	x	x
CBD	6	Operación de un huerto elevado		m	m					2		x
CBD	7	Reforestación de la duna costera					m		c	2	x	
CBD	8	Riego periódico del camino de sascab que atraviesa el predio		p						1	x	x
CBD	9	Uso de luminarias de color e intensidad adecuado para no afectar a la fauna nocturna					p			1	x	x
CBD	10	Uso de productos biodegradables y de baja toxicidad para la limpieza de las áreas del proyecto		p	p	p	p			4		x
CBD	11	Uso de técnicas y productos no dañinos al ambiente para el control de fauna no deseada		p	p	p	p			4	x	x
CBD	12	Uso exclusivo de especies nativas sin comportamiento invasor o exóticas no invasoras para las áreas ajardinadas del proyecto					p		m	2		x
CBD	13	Uso exclusivo de plantas cuya legal procedencia haya sido verificada para las labores de reforestación y ajardinado					p		m	2	x	x
CBD	14	Vehículos que ingresen al predio cubiertos con lonas		P						1	x	
MI	15	Colocación de señalamientos de tipo informativo y restrictivo sobre las medidas de protección al ambiente implementadas en el proyecto								0	x	x
MI	16	Implementación adecuada del protocolo de mantenimiento de instalaciones del proyecto								0		x
MI	17	Implementación de un protocolo de seguridad, prevención y atención de accidentes								0	x	x
MI	18	Monitoreo de la vegetación en las áreas de conservación del proyecto								0		x

Grupo	No. Acción	Factor	Aire		Suelo	Agua	Fauna	Hidrología	VDC	Impactos totales/medida	Etapa	
			Contaminación por ruido	Contaminación por	Contaminación por residuos	Contaminación	Pérdida ind	Alteración hidrología subterránea	Pérdida de cobertura		Prep y cons	Oper y man
		Acciones/Impactos										
MIA	19	Canalización de las aguas residuales a los biodigestores				p				1	x	x
MIA	20	Implementación de estrategias para la reducción del consumo de agua				p		p		2	x	x
MIA	21	Implementación de un sistema de captación de agua pluvial						m		1		x
MIA	22	Uso de humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales				p		p		2		x
MIR	23	Acopio de residuos sólidos urbanos en contenedores adecuados y suficientes		p	p	p	p			4	x	x
MIR	24	Almacenaje de los contenedores de residuos en instalaciones que cumplen con los requerimientos de las autoridades competentes		p	p	p	p			4	x	x
MIR	25	Elaboración de composta a partir de los residuos sólidos orgánicos de origen vegetal		m	m	m				3		x
MIR	26	Embalaje y etiquetado adecuado de los contenedores con residuos sólidos urbanos y con residuos peligrosos previo a su almacenamiento		p	p	p				3	x	x
MIR	27	Entrega de los residuos sólidos no composteables al relleno sanitario municipal o a empresas recicladoras debidamente autorizadas		p	p	p	p			4	x	
MIR	28	Separación de residuos en inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables y orgánicos		p	p	p	p			4	x	x
Medidas de prevención totales			2	10	9	11	11	2	0	45	19	25
Medidas de mitigación totales			1	3	3	2	2	2	3	16		
Medidas de compensación totales			0	0	0	0	0	0	1	1		
<b>Medidas totales por impacto</b>			<b>3</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>62</b>		
Significancia del impacto			NS	D	S	S	D	NS	D			

## **VI.2 Conclusiones**

El proyecto propone la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental que incluye 28 medidas para prevenir o mitigar los impactos ambientales identificados que incidirán sobre factores del medio natural.

Las medidas propuestas se consideran viables de ser implementadas, así como eficientes y eficaces para disminuir el impacto ambiental del proyecto, de tal forma que su operación no genere impactos significativos o que puedan poner en riesgo los ecosistemas o las especies vulnerables dentro del SA.

# **CAPÍTULO VII**

## **PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

## INDICE

VII.1	Introducción	1
VII.2	Diagnóstico ambiental	1
VII.3	Identificación de los elementos críticos para la realización de los pronósticos ambientales	2
VII.4	Pronósticos Ambientales	3
VII.5	Programa de Vigilancia Ambiental	10
VII.6	Acciones de restauración en caso de abandono del sitio	10

## VII 1. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de tener una visión integral de la zona donde se pretende desarrollar el Campamento Ka'an, a lo largo de este estudio se han analizado las condiciones locales y regionales en el marco ambiental del mismo. En este capítulo se analiza la interacción de los procesos biológicos con las actividades antropogénicas, de esta manera es factible proyectar los impactos que tendrá el proyecto sobre el área de influencia y el sistema ambiental, así como los impactos más directos y puntuales en el sitio. Asimismo, se toman en cuenta no sólo las modificaciones actuales al paisaje, sino las que se proyectan como resultado de los desarrollos turísticos y habitacionales en el sitio. La legislación y ordenamientos territoriales aplicables a la zona son también un factor esencial en este análisis.

## VII 2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica dentro de la zona costera norte de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (RBSK). Es por ello que el Sistema Ambiental (SA) del proyecto presenta ecosistemas costeros de gran fragilidad como los matorrales y palmares que se desarrollan sobre la barra arenosa que separa el Mar Caribe de la Laguna Caapechen, así como los humedales que crecen en el borde de dicha laguna. Gracias a su estatus de protección como parte de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, los ecosistemas que se desarrollan en el SA se encuentran en buen estado de conservación. Sin embargo, no están exentos de presiones antrópicas, principalmente provenientes del norte y derivadas del desarrollo urbano y turístico de la región.

Como resultado de estas presiones, las playas y las dunas costeras se encuentran entre los objetos de conservación con mayores síntomas de degradación en el Complejo Sian Ka'an. Aun así, la vegetación mantiene su estructura y composición originales, aunque hay indicios relevantes de la presencia de especies exóticas (SEMARNAT/CONANP 2014).

Gracias a que el sistema hidrológico local es saludable, los humedales dulceacuícolas y salobres se encuentran en muy buen estado de salud. Las poblaciones de cocodrilos de pantano (*Crocodilus moreletii*) son saludables y hay diversas especies de aves acuáticas residentes que anidan en estos humedales y sus poblaciones se encuentran saludables (SEMARNAT/CONANP 2014).

Las dunas costeras dentro de la RBSK no han sufrido alteraciones notables; sin embargo, se prevén modificaciones sustanciales en el futuro debido al incremento de infraestructura habitacional y de servicios. La franja costera se ha visto moderadamente impactada por el establecimiento de plantaciones de palma de coco establecidas a mediados del siglo pasado y abandonadas a finales del mismo, así como por la presencia de árboles de casuarina (*Casuarina equisetifolia*) en el sistema de dunas costeras (SEMARNAT/CONANP 2014).

Las playas del Complejo no presentan perturbaciones considerables en su mayoría, salvo por los residuos sólidos acarreados por las corrientes marinas, que pueden llegar a acumular hasta 2500 kg por cada kilómetro de playa (SEMARNAT/CONANP 2014).

En cuanto al desarrollo turístico, comercial y habitacional, el SA ha presentado cambios en los últimos 15 años. Estos cambios han ocurrido principalmente en la porción norte del SA, fuera de la Reserva, y han consistido en el desarrollo de infraestructura hotelera y comercial a ambos lados del camino de acceso hacia Punta Allen. En la porción sur del SA (dentro de la Reserva) los cambios han sido menores, aunque también se ha desarrollado infraestructura turística, así como dos muelles rústicos en la laguna Caapechen.

El proyecto que nos ocupa constituye un campamento con infraestructura de tipo temporal y removible, por lo que los impactos que se esperan no son significativos. El proyecto, el primero de su tipo dentro de la Reserva, pretende constituir una muestra de que este tipo de proyectos son rentables y al mismo tiempo respetuosos con el ambiente.

### **VII 3. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS AMBIENTALES**

Para realizar el análisis de los posibles escenarios para el proyecto, se consideró la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales 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. De esta forma se

identificaron los siguientes procesos críticos y determinantes en la evolución de los escenarios ambientales a corto, mediano y largo plazos en el área de estudio:

- a) Estado de conservación actual de los ecosistemas
- b) Resiliencia y fragilidad de los ecosistemas
- c) Frecuencia e intensidad de tormentas (huracanes y tormentas tropicales)
- d) Tendencias del crecimiento urbano y el desarrollo turístico
- e) Vías de comunicación
- f) Capacidad de las autoridades para absorber la demanda de servicios
- g) Desarrollo económico
- h) Factores no predecibles
- i) Problemática del área de estudio

#### **VII 4. PRONÓSTICOS AMBIENTALES**

Con base en la información anterior, a continuación se describen tres escenarios para el sistema ambiental del proyecto definidos de la siguiente manera:

- Escenario 1.- Sistema ambiental sin el desarrollo del proyecto.
- Escenario 2.- Sistema ambiental con el desarrollo del proyecto, sin aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Escenario 3.- Sistema ambiental con el desarrollo del proyecto aplicando las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.

Cuadro 1. Escenarios ambientales del proyecto Campamento Ka'an.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
Vegetación	<p>En el predio se identificaron tres tipos de vegetación: Matorral costero de <i>Thrinax radiata</i>, Manglar de <i>Avicennia germinans</i> y Vegetación pionera de dunas costeras (Capítulo IV).</p> <p>En la porción Norte del predio existen diversas instalaciones rústicas en desuso y en la porción Sureste, existe una zona donde antiguamente se estableció una plantación de <i>Cocos nucifera</i> y posteriormente se le dio uso turístico de campamento, por lo que no cuenta con vegetación herbácea ni arbustiva. En esta área se encuentran instalaciones de tipo temporal que fueron sancionadas por la PROFEPA por no contar con autorización en material de impacto ambiental.</p> <p>El frente del predio que colinda con la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) presenta vegetación de duna costera en buen estado de conservación, con excepción del área colindante con la antigua plantación de coco, en donde la</p>	<p>El desarrollo del proyecto sin las medidas propuestas podría implicar:</p> <p>El desarrollo de infraestructura y actividades del proyecto en áreas no afectadas dentro del predio.</p> <p>La afectación de zonas con vegetación que deben protegerse.</p> <p>Podría realizarse la introducción de especies exóticas invasoras.</p> <p>Se podría propiciar un mal manejo de los residuos lo cual podría derivar en la contaminación del suelo y el agua, lo que a su vez, podría dañar a la vegetación.</p> <p>La zona de duna costera que se ubica frente a la zona donde se pretende construir el proyecto continuaría desprovista de vegetación acrecentándose la erosión en el sitio.</p>	<p>El desplante se efectúa dentro de la zona del predio que antiguamente constituyó una plantación de coco, por lo que no afecta otras superficies manteniendo la extensión actual de los ecosistemas presentes en el predio.</p> <p>Se prohibirá la introducción de especies exóticas invasoras, por lo que los tipos de vegetación natural del predio mantendrán su composición actual</p> <p>Se implementará un programa de limpieza, reforestación, protección y monitoreo de duna costera, por lo que se mejorarán las condiciones actuales aumentando la cobertura vegetal y retirando los residuos sólidos que se encuentran acumulados en dicha zona.</p> <p>No existirán perturbaciones fuera de la superficie destinada al</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>vegetación de duna costera fue eliminada casi en un 100% a lo largo de una franja de 150 m aproximadamente.</p>		<p>Campamento Ka'an.</p> <p>Se utilizarán especies nativas mayoritariamente y de utilizarse especies exóticas, estarán autorizadas por la CONABIO.</p> <p>El tránsito de vehículos en el tramo del camino a Punta Allen ubicado frente al predio genera el levantamiento de polvos que se acumulan en la vegetación aledaña. La instalación y operación del campamento no incrementará esta acción, sin embargo durante la construcción del campamento se regará el tramo del camino para contribuir a la disminución de dicha generación de polvos.</p>
<p><b>Fauna</b></p>	<p>El estudio de fauna en el predio arrojó que las aves presentan la mayor dominancia.</p> <p>Solamente fueron observados dos reptiles: <i>Ctenosaura similis</i> y <i>Sceloporus cozumelae</i> fueron registrados, así como los mamíferos <i>Nasua narica</i> y <i>Procyon</i></p>	<p>Al desarrollar las actividades sin medidas de mitigación se afectaría la vegetación existente en el predio que debe protegerse, y que constituye un sitio de refugio para la fauna.</p> <p>La presencia del personal podría causar</p>	<p>Con la concentración de las instalaciones en la plantación de palmera de coco, se conservarán las mismas extensiones actuales de los ecosistemas que no han sido afectados previamente, por lo que se mantendrán las mismas áreas de</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p><i>Icterus</i>. Sin embargo la operación de las obras existentes han desplazado a estas especies hacia las áreas con vegetación del predio, mismas que constituyen su hábitat.</p> <p>Con respecto a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, <i>Ctenosaura similis</i> y <i>Sceloporus cozumelae</i> y cuatro especies de aves se encuentran en esta NOM.</p>	<p>daños a la fauna, ya sea por la captura ilegal o por causar la muerte de algunas especies.</p> <p>Podrían proliferar especies asociadas a los seres humanos, tales como roedores, perros y gatos, los cuales representan una amenaza para la fauna nativa o endémica.</p>	<p>hábitat para la fauna.</p> <p>Se reforestará la zona de duna costera frente al área del proyecto, lo cual aumentará el hábitat para las especies de fauna características de este tipo de vegetación.</p> <p>Se impartirán pláticas de concientización a los trabajadores y se colocarán letreros, con la finalidad de que conozcan la importancia de proteger y respetar a la fauna de la Reserva, esto permitirá que todas las actividades que se realicen en el proyecto, incluidas las de mantenimiento, logística, atención al turismo, etc., permitan mantener y mejorar las condiciones de seguridad de la fauna del entorno</p> <p>Se vigilará que los trabajadores no realicen acciones de caza, captura o maltrato a la fauna, con ello las poblaciones de fauna no se verán mermadas por caza o daño físico.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
			<p>No se desarrollará infraestructura en la zona de duna ni de la playa por lo que no se afectarán las áreas de arribazón de tortugas.</p> <p>La implementación de las actividades de limpieza en el predio mejorará la calidad del hábitat y de los sitios de anidación.</p> <p>Al eliminar las obras existentes en el Polígono 1 determinado por la PROFEPA se incrementará el hábitat para las especies de fauna que existen en la zona. Asimismo, se reforestará la zona de duna frente al predio, lo cual también generará nuevos espacios para la fauna del predio.</p>
<p><b>Agua y Suelo</b></p>	<p>La proximidad del mar y las características geológicas del sitio no permiten que en la zona donde se ubica el predio se forme un acuífero de agua dulce.</p> <p>El sustrato arenoso y el que se encuentra en proceso de litificación favorecen una rápida infiltración del agua de lluvia al subsuelo, lo que contribuye a una</p>	<p>Existe riesgo de disposición inadecuada de residuos sólidos, residuos líquidos y peligrosos y lixiviados de los mismos, lo cual podría provocar contaminación al suelo y agua subterránea.</p> <p>La contaminación al suelo y al agua también se podría dar por el derrame de</p>	<p>Para el manejo de las aguas residuales generadas se utilizará un sistema de biodigestores y humedales artificiales evitando así problemas de contaminación por esta causa.</p> <p>Se ha considerado un sistema de</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>sensibilidad mayor en materia de contaminación. El INEGI establece que la zona presenta un coeficiente de escurrimiento entre 0 y 5%, no obstante, por las características arenosas del sustrato en el predio se espera que este coeficiente sea mayor.</p> <p>En el predio se canalizan las aguas residuales a fosas sépticas que son desazolvadas periódicamente, con los correspondientes riesgos de fisuras y contaminación de suelos y aguas subterráneas.</p> <p>El agua se obtiene de pipas provenientes del poblado de Tulúm.</p>	<p>aguas residuales, al continuar utilizando las fosas sépticas existentes.</p> <p>Quizás se obtendría y utilizaría el agua de forma ineficiente en las actividades del proyecto, sin el cuidado adecuado.</p>	<p>captación de agua pluvial, la colocación de una cisterna y la perforación de un pozo de extracción para su llenado. Adicionalmente podrán utilizarse los efluentes del sistema de biodigestores y humedales artificiales para el mantenimiento de las instalaciones.</p> <p>Se implementarán medidas para un uso racional y adecuado del agua en los equipos y actividades donde se requiera.</p>
Aire	<p>En la zona a la fecha no se presentan problemas de contaminación del aire por hidrocarburos, ya que no existen muchas fuentes que generen este tipo de gases.</p> <p>Así mismo, los hidrocarburos generados por el escaso tránsito vehicular se dispersan con el viento.</p> <p>Tampoco se registra ruido excesivo en la</p>	<p>Podría utilizarse equipo en mal estado, lo que provocaría contaminación a la atmósfera por ruido, gases y partículas de polvo.</p>	<p>Es importante mencionar que la etapa de construcción de este proyecto, debido a que no se requieren cimentaciones ni infraestructura fija con concreto o block, no requerirá maquinaria pesada. Por ello no habrá problemas de contaminación por ruido excesivo y al equipo a usar se</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	Reserva.		<p>le dará mantenimiento constantemente.</p> <p>No se utilizará maquinaria pesada, por lo que el ruido generado solamente corresponderá a motosierras y el generador que no funcionará constantemente. Durante la construcción se regará el tramo del camino a Punta Allen que se ubica frente al predio para evitar la contaminación del aire.</p> <p>Se establece un horario de trabajo diurno (08:00 a 17:00 horas) durante la construcción, para que se disminuya el impacto del ruido sobre la fauna. Durante la operación se mantendrá un ruido por debajo de los 68 db entre las 8:00 y las 20:00 horas y durante la noche no sobrepasará los 65 db.</p>

## VII 5. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Hoy, los proyectos turísticos y habitacionales consideran bajo sus premisas de planeación una serie de acciones, cuya implementación resulta en la disminución de los impactos al ambiente. Dichas acciones, propuestas por los propios promoventes como medidas de prevención, mitigación y compensación, pueden integrarse en un solo programa denominado: *Programa General de Vigilancia Ambiental* que ha sido expuesto a detalle en el **Capítulo VI** de esta MIA.

## VII 6. ACCIONES DE RESTAURACIÓN EN CASO DE ABANDONO DEL SITIO.

El tiempo de vida del proyecto dependerá en gran medida de las acciones de mantenimiento y reparación de las mismas, en un principio se contempla una vida útil de 50 años. Por las características del campamento y los materiales que se utilizarán las actividades de mantenimiento serán continuas.

Una vez transcurrido el tiempo de vida útil se plantea la posibilidad de desinstalar la infraestructura y la posterior colocación de nuevas obras que para el uso del suelo del sitio en ese momento estén establecidas en los instrumentos aplicables. Bajo las condiciones actuales no se contempla realizar el abandono del sitio; sin embargo, en el caso excepcional que así se requiera, se procederá a llevar a cabo las siguientes acciones para la restauración del sitio:

- La eliminación de la infraestructura del proyecto Campamento Ka'an.
- El retiro de todo el material generado.
- La reforestación del sitio, con vegetación nativa.

## **CAPÍTULO VIII**

# **IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

---

## INDICE

I	Metodología utilizada para caracterizar la vegetación del predio	3
II	Metodología utilizada para caracterizar la fauna del predio	9
III	Metodología empleada para la evaluación de los impactos ambientales	12
IV	Metodología utilizada para la elaboración de la cartografía	18
V	Bibliografía	19

## VIII.1 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA CARACTERIZAR LA VEGETACIÓN DENTRO DEL PREDIO

### VIII.1.1 Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó los días 17 y 18 de enero de 2019, para lo cual se establecieron en el predio 20 cuadrantes de 100 m<sup>2</sup> y tres transectos de longitud variable. Los cuadrantes se ubicaron en áreas cubiertas con vegetación arbórea o arbustiva poco densa, mientras que los transectos se aplicaron en áreas con vegetación predominantemente herbácea o arbustiva densa.

Todos los puntos de muestreo fueron georeferenciados por medio de un geoposicionador satelital (GPS) marca Garmin modelo Etrex. El registro de la ubicación de los puntos se realizó en el vértice Norte de cada uno de ellos en unidades UTM y usando el datum WGS84 (Cuadros VIII.1 y VIII.2, Imagen VIII.1).

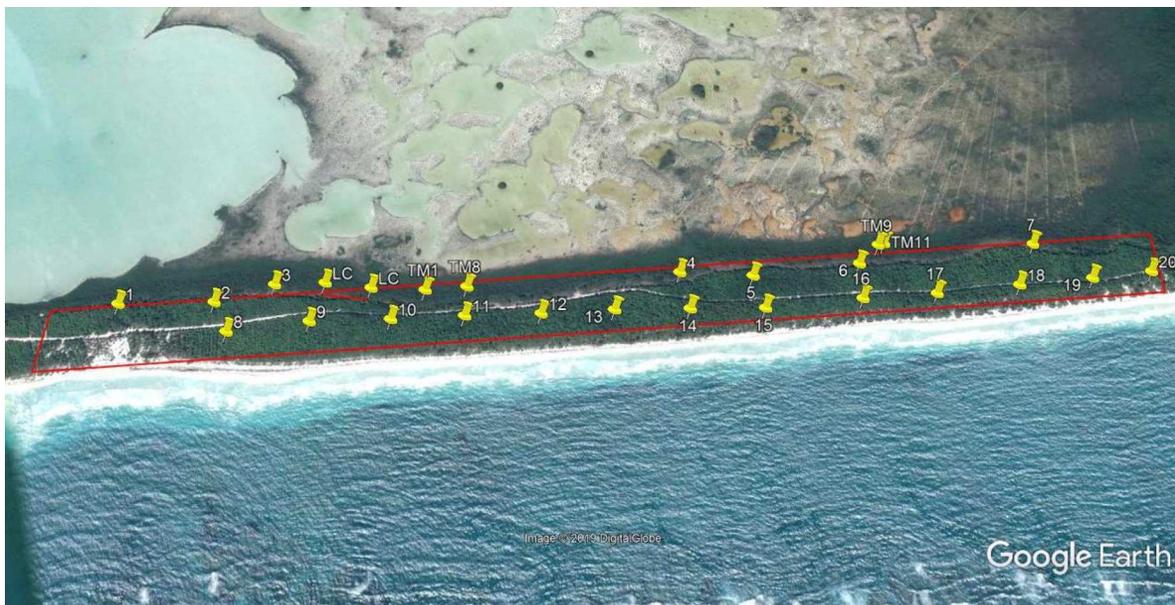


Imagen VIII. 1 Ubicación de cuadrantes y transectos en el área de estudio.

El trabajo de campo incluyó dos aspectos: por una parte, el muestreo de la vegetación, que se realizó de forma sistemática a lo largo de cuadrantes y transectos, y por otra el reconocimiento y ubicación de cambios en la vegetación y de otros rasgos fisiográficos importantes encontrados a lo largo de los recorridos de campo. Como complemento al muestreo se tomaron fotografías con cámara digital de todos los tipos de vegetación para evidenciar su condición general al momento del estudio.

En donde se encontró vegetación de matorral costero alto se aplicó un método de muestreo sistemático estratificado que consistió en 20 cuadrantes de 10 x 10 m distribuidos de manera uniforme en toda el área cubierta por este tipo de vegetación dentro del predio.

Cuadro VIII. 1 Ubicación de los cuadrantes en donde se registraron datos para la caracterización florística del predio del proyecto.

Punto	x	y
1	450424	2222869
2	450503	2223062
3	450514	2223195
4	450841	2224005
5	450913	2224170
6	450980	2224400
7	451091	2224781
8	450582	2223068
9	450630	2223239
10	450695	2223402
11	450751	2223552
12	450812	2223706
13	450867	2223856
14	450930	2224008
15	450994	2224159
16	451058	2224365
17	451112	2224520
18	451166	2224697
19	451216	2224854
20	451254	2224983

Cuadro VIII. 2 Ubicación de los transectos en donde se registraron datos para la caracterización florística del predio del proyecto.

Transecto (Clave en plano)	Inicio		Fin		Longitud (m)
	x	y	x	y	
1(LC)	450554	2223298	450588	2223392	100
2 (TM1-TM8)	450658	2223494	450687	2223581	100
3 (TM9-TM11)	450953	2224457	450961	2224487	30

En cada cuadrante se registró, para todos los ejemplares encontrados mayores a 1 m de altura, el diámetro a la altura del pecho que corresponde a una altura de medición estandarizada a 1.30 m (DAP), la altura total, especie y la condición general del ejemplar;

asimismo se registró la altura y el número de individuos por especie de todos los ejemplares menores de 1 m de altura, indicando si eran plántulas o rebrotres. Las epífitas no fueron contabilizadas, solo se registró su presencia en cada punto de muestreo y su especie. Mediante este método se alcanzó una superficie de muestreo de 2000 m<sup>2</sup>, que representan el 0.5% de la superficie del predio. La representatividad del muestreo se confirmó mediante la curva de especies/área (Imagen VIII.2).

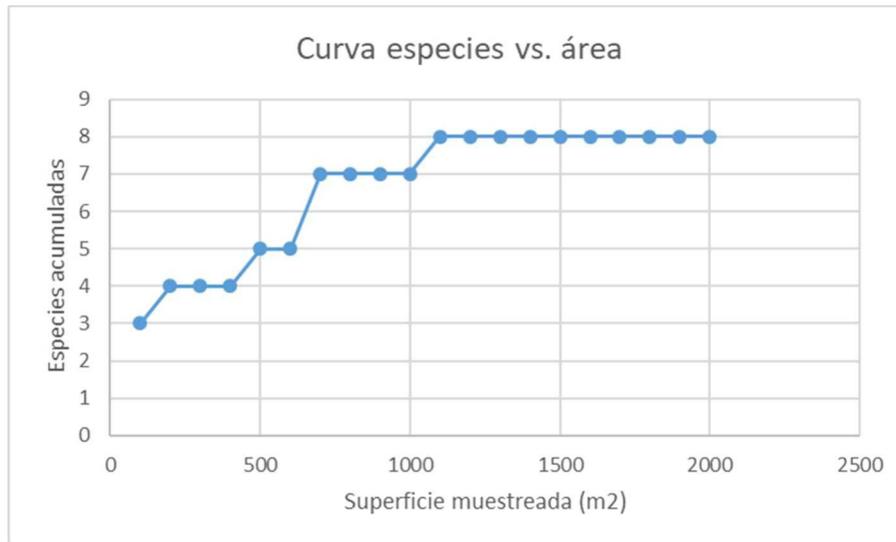


Imagen VIII. 2 Curva de especies área para el muestreo del matorral costero en el predio del proyecto.

En las áreas con vegetación predominantemente herbácea, como el ecotono manglar-matorral costero, se aplicó el método denominado Intercepción de Línea o Línea de Canfield (Canfield 1941, Elzinga *et al.* 2001). Este consistió en registrar datos a lo largo de un transecto de 100 m de longitud, paralelo a la línea de costa y siguiendo el contorno definido por el mismo tipo de vegetación. Sobre cada línea se registró la altura y la distancia sobre la que se observó la presencia de cada especie en forma continua, así como las áreas sin vegetación o con restos de vegetación muerta. Debido a que este tipo de vegetación sólo presentó un estrato se consideró un solo nivel de altura en la línea (Imagen VIII.3).



Imagen VIII. 3 Método de la Línea de Canfield en el ecotono manglar-matorral costero dentro del predio del proyecto.

El muestreo en las áreas de manglar se realizó por medio del método denominado Cuadrante Centrado en un Punto (Point-Centred Quarter Method) de Cintrón y Schaeffer (1984). Consistió en determinar un punto al azar dentro del bosque de manglar a lo largo de un transecto imaginario y determinar cuatro cuadrantes a partir de dicho punto por medio de una línea transversal a dicho transecto. Una vez hecho esto se identificó el árbol más cercano al centro con un DAP mayor a 10 cm en cada cuadrante y se registró la distancia al punto central, su DAP, su altura y su especie. En el caso del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) se midió el diámetro sobre la raíz aérea más alta (Imagen VIII.4).

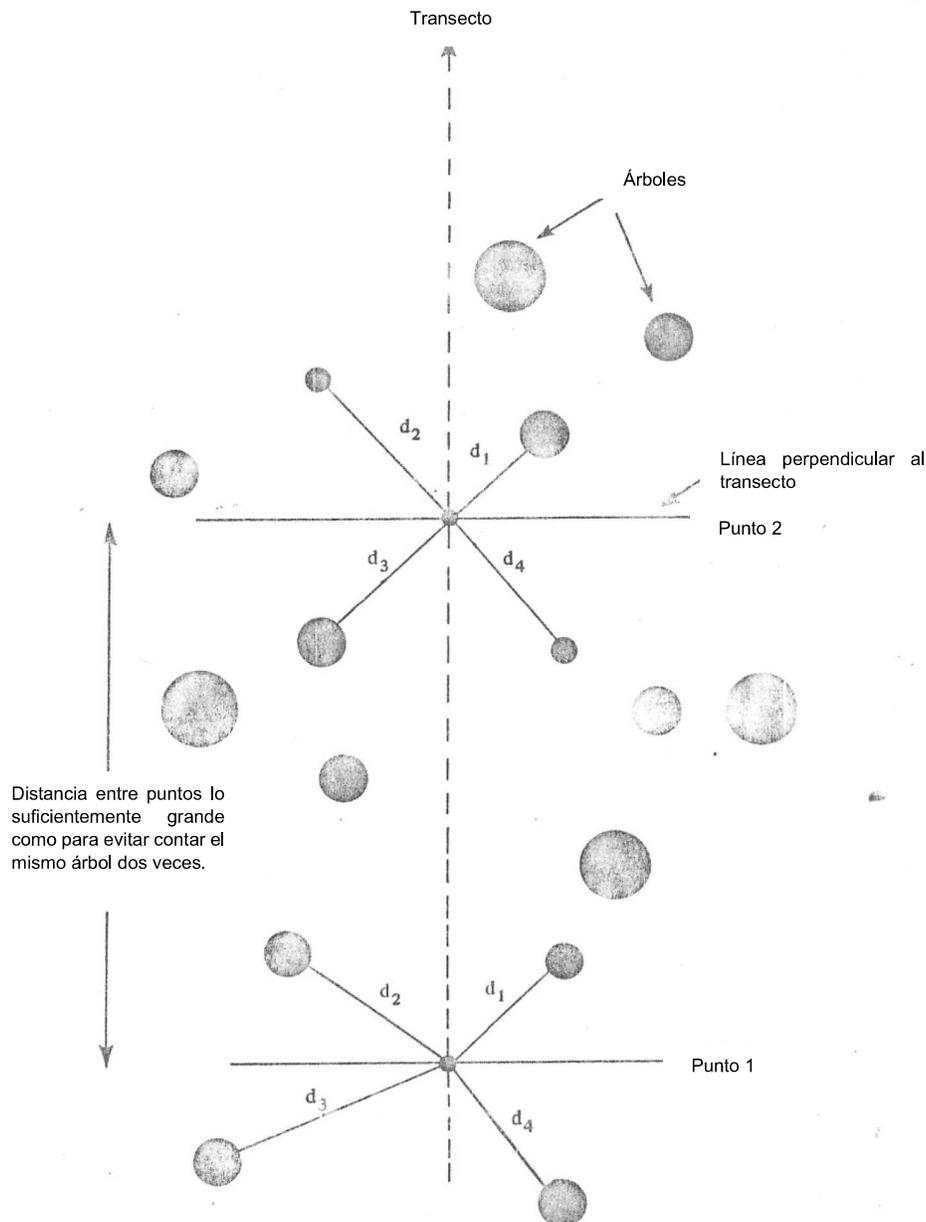


Imagen VIII. 4 Esquema del método de muestreo Cuadrante Centrado en un Punto, aplicado para caracterizar el manglar del área de estudio. Tomado de Cintrón y Schaeffer (1984).

### VIII.1.2 Valor de Importancia Relativa

Los registros de campo fueron organizados en una base de datos utilizando la hoja de cálculo de Excel de Windows; asimismo, todos los análisis estadísticos fueron realizados con este *software*. El análisis de los datos se realizó de acuerdo al tipo de muestreo del que se obtuvieron, a continuación se detalla el proceso de análisis según el tipo de método de campo aplicado.

### Cuadrantes de 10 x 10

Para el estrato arbóreo y arbustivo se estimó el área basal (AB) de la población mediante la siguiente fórmula:

$$AB = 0.7854 * d^2.$$

Donde: d = Diámetro registrado a 1.30 m (DAP)

Posteriormente se calcularon los parámetros de densidad, frecuencia y cobertura según las definiciones de Begon *et al.* (1990). La cobertura se calculó a partir del AB; la densidad se consideró como el número de individuos por unidad de superficie; y la frecuencia se manejó como el número de unidades de muestreo en que apareció cierta especie con relación al número total de cuadrantes. Todos estos parámetros se relativizaron mediante las fórmulas siguientes:

$$Ci = ABi / ABt \times 100$$

donde Ci = Cobertura relativa de especie i

ABi = Suma del AB de todos los individuos de la especie i

ABt = Suma del AB de todos los individuos registrados

$$Di = Ni / Nt \times 100$$

donde Di = Densidad relativa de especie i

Ni = Número total de individuos de la especie i

Nt = Número total de individuos registrados

$$Fi = Ci / Ct \times 100$$

donde Fi = Frecuencia relativa de la especie i

Ci = No. de cuadrantes en los que se registró la especie i.

Ct = No. de cuadrantes totales

Al sumar los datos de cobertura, densidad y frecuencia relativas de cada especie se obtuvo el Valor de Importancia Relativa (V.I.R.) de dicha especie.

$$\text{Valor de Importancia Relativa } i \text{ (V.I.R.)} = Ci + Di + Fi$$

Para los individuos registrados en el estrato herbáceo solo se calculó la densidad de plántulas.

El Área Basal (AB) de cada individuo se obtuvo a partir de la suma de las áreas basales de todos sus fustes, y el AB de cada especie se obtuvo a partir de los valores de AB de todos los individuos encontrados en cada estrato dentro del predio.

El número de individuos por metro cuadrado se obtuvo a partir del cálculo del número de individuos encontrados en cada estrato dividido entre la superficie correspondiente al número de cuadrantes en donde se registraron.

### Línea de Canfield

Para cada una de las especies registradas se obtuvo su cobertura por línea que se interpretó como Abundancia Relativa por medio de la siguiente fórmula:

$$C_{Li} = \sum S_i * 100 / L$$

$C_{Li}$  = Cobertura de la especie i en la línea L.

$S_i$  = Longitud ocupada por la especie i a lo largo de la línea L.

L = Longitud de la línea L.

$$C_i = \sum C_{Li} * 100 / \sum L$$

$C_i$  = Abundancia Relativa de la especie i

La Cobertura del sustrato por la vegetación se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

$$C_T = \sum C_V * 100 / S_T$$

$C_T$  = Cobertura total

$C_V$  = Longitud cubierta por vegetación por línea

$S_T$  = Longitud total. Suma de la longitud de todas las líneas.

La densidad relativa DR por especie se obtuvo de la siguiente manera:

$$D_i = N_i * 100 / N_t$$

$D_i$  = Densidad Relativa de la especie i

$N_i$  = N° de registros de la especie i en todas las líneas.

$N_t$  = N° de registros de todas las especies en todas las líneas.

La frecuencia relativa FR por especie se obtuvo de la siguiente manera:

$$F_i = R_i * 100 / R_t$$

$F_i$  = Frecuencia Relativa de la especie i

$R_i$  = N° de líneas en los que se registró la especie i

$R_t$  = N° de líneas totales

El Valor de Importancia Relativa por especie se obtuvo por medio de la sumatoria de la Densidad Relativa, la Frecuencia Relativa y la Abundancia Relativa.

### Cuadrante centrado en un punto

En el caso del manglar primero se obtuvo la distancia promedio ( $d_i$ ) de los árboles registrados al punto central para posteriormente obtener la densidad promedio (D) por medio de la siguiente fórmula:

$$D = 1/d_i^2$$

Para obtener la Densidad por Especie ( $D_i$ ) se calculó la proporción de cuadrantes ( $C_i$ ) en los que se registró la especie con relación al número de cuadrantes totales ( $C_t$ ) y posteriormente se aplicó la siguiente fórmula:

$$D_i = (C_i/C_t) * (D * 10000)$$

El Área Basal promedio (AB) en  $m^2/ha$  se calculó a partir del diámetro (d) mediante la siguiente fórmula:

$$AB_i = (3.1416/4) * (d^2) * (10000)$$

La Frecuencia por Especie ( $F_i$ ) se obtuvo por medio de la siguiente fórmula:

$$F_i = \text{No. de puntos en los que se registró la especie } i * 100 / \text{no. de puntos totales.}$$

Una vez obtenidos estos datos se calcularon los valores relativos para cada especie usando las siguientes fórmulas:

Densidad Relativa ( $DR_i$ )= Número de individuos de la especie  $i * 100 /$  no. total de individuos

Dominancia Relativa ( $DomR_i$ )=  $AB_i * 100 / \sum AB_n$

Frecuencia Relativa ( $FR_i$ )=  $F_i * 100 / F_n$

Como en los casos anteriores, el V.I.R. por especie se obtuvo a partir de la suma de sus valores de DR, DomR y FR.

### **VIII.1.3 Estimación del Índice de Diversidad**

Para todos los tipos de vegetación se calculó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H), el cual se define como la sumatoria de los productos de la abundancia de cada especie por el logaritmo natural de dicha abundancia. Cuanto más grande es su valor, mayor es la diversidad de una comunidad (Begon *et al.* 1990, Carabias *et al.* 2009). El Índice de

Diversidad de Shannon-Wiener (H) se calculó según la fórmula dada por Begon *et al.* (1990):

$$H = -\sum P_i (\ln P_i)$$

donde  $P_i$  = Densidad relativa de la especie  $i$  (no. de individuos de la especie  $i$  entre el número total de individuos registrados).

$\ln P_i$  = Logaritmo natural de la densidad relativa de la especie  $i$

Para complementar el análisis se calculó el valor de Equitabilidad ( $J'$ ), el cual refleja qué tan cerca está el valor de la comunidad de estudio del valor máximo que podría obtenerse si las abundancias de todas las especies fueran iguales. Su valor puede ir de 0, cuando la diversidad de la comunidad de estudio está lo más alejada posible del valor máximo, y llegar hasta 1, cuando la diversidad de la comunidad de estudio es igual al valor máximo posible (Begon *et al.* 1990, Carabias *et al.* 2009). La fórmula de la Equitabilidad es la siguiente (Begon *et al.* 1990):

$$J' = -\sum P_i \ln P_i / \ln S \quad \text{ó}$$

$$J' = H/H_{\max}$$

donde  $S$  = Riqueza de Especies (número de especies presentes)

$H$  = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.

Por último, y con fines de comparación, se calculó por tipo de vegetación y estratos por separado el Índice de Diversidad de Simpson ( $\lambda$ ) a partir de la siguiente fórmula (Moreno 2001):

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde  $p_i$  = Densidad relativa de la especie  $i$  (no. de individuos de la especie  $i$  entre el número total de individuos registrados).

Este índice es útil para localizar la presencia de especies con valores altos de abundancia dentro de la comunidad. Parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menor es la dominancia de pocas especies, y la distribución es más equitativa. En la interpretación de este índice debe tomarse en cuenta que el resultado sobrevalora las especies más abundantes y no refleja la riqueza total de especies.

Asimismo, se calculó el valor de Equitabilidad con base en el Índice de Simpson ( $E$ ), el cual es análogo al valor de Equitabilidad basado en el Índice de Shannon-Wiener ( $J'$ ) y se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$E = \lambda/S$$

Para su interpretación entre mayor sea el valor obtenido la comunidad presenta una distribución más equitativa de sus especies.

Por último, se realizaron comparaciones de la estructura y composición de cada tipo de vegetación en el predio con descripciones ya existentes para la región con el fin de determinar su origen en términos de vegetación original o inducida, así como su grado de conservación.

## **VIII.2 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA CARACTERIZAR LA FAUNA DENTRO DEL PREDIO**

### **VIII.2.1 Registro de información**

La metodología empleada para el registro de información consiste en observaciones realizadas durante 3 días en 20 estaciones (3 estaciones en manglar y 17 en matorral costero) ubicadas en el interior del predio, aplicando para cada grupo de vertebrados terrestres las siguientes técnicas de registro de información, considerando un radio de observación de 20 m del centro de cada estación (Acosta-Aburto, 2001; Aranda-Sánchez, 1981; Day *et al.*, 1980; Gaviño *et al.*, 1979; Manzanilla y Péeffaur, 2000): búsqueda intensiva (anfibios y reptiles), observación directa (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), registros de huellas y rastros (mamíferos) (Imagen VIII.5).

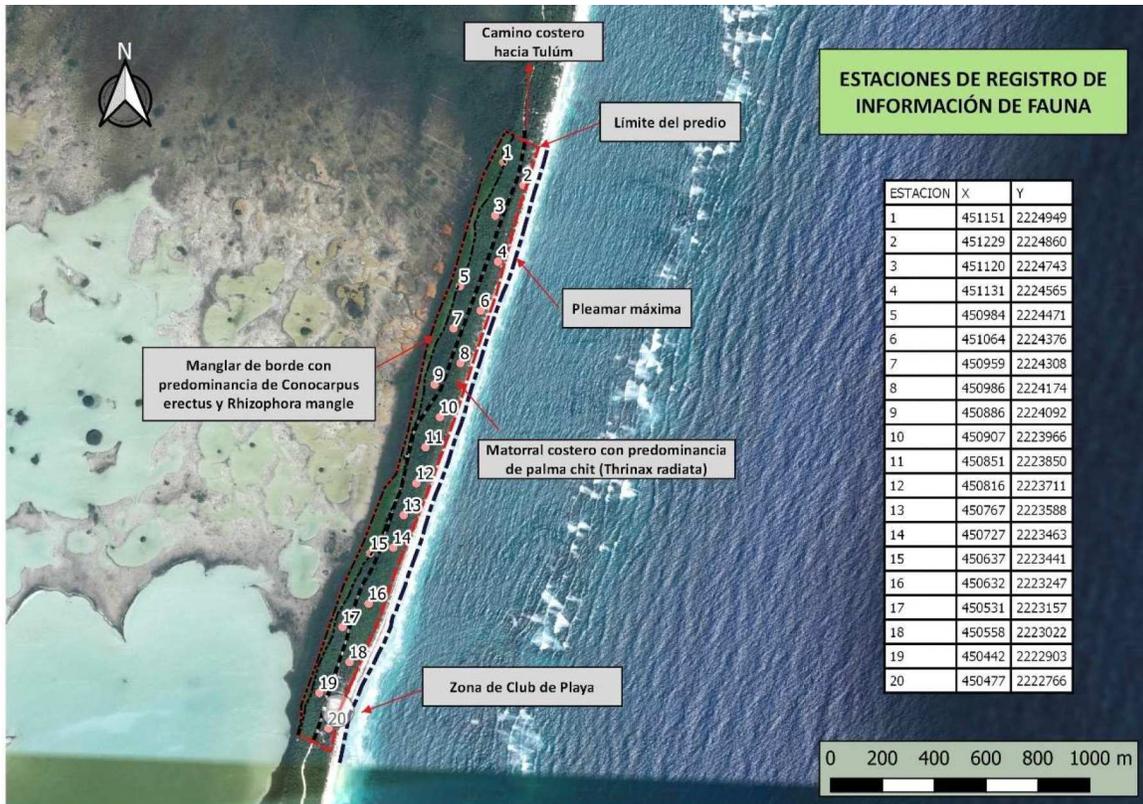


Imagen VIII. 5 Ubicación de las estaciones de muestreo en el predio del proyecto.  
Fuente: Elaboración propia.

Al momento de la visita, las zonas inundables del manglar del predio no contaban con ningún tirante de agua, por lo que no se pudo realizar ningún registro de peces. Los registros obtenidos se complementaron con observaciones realizadas en el tránsito de una estación a otra, asignando en este caso la observación realizada a la estación más próxima. La identificación de las especies se basó en el conocimiento de la biota y se corroboró con la ayuda de guías especializadas elaboradas por Howell y Webb (1995), Lee (2000), Mackinnon (2017) y Reid (1997); mientras que la nomenclatura de las especies se normó al criterio señalado en el *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS).

### VIII.2.2 Análisis de datos

El análisis de datos obtenidos de las estaciones considera la determinación de la abundancia relativa utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa (AR)} = \frac{\text{Número de registros para la especie "X"}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}} \times 100$$

Como complemento se aplican las siguientes categorías de abundancia para todos los grupos de vertebrados, de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

- Abundante. De 90% hasta 100% de abundancia relativa
- Común. De 65% a 89% de abundancia relativa.
- Frecuente. Con 31% a 64% de abundancia relativa.
- Escasa. Con 10% a 30% de abundancia relativa
- Rara. Con 1% a 9% de abundancia relativa.

En el caso de las aves, considerando la importancia de conocer las especies propias de la zona y que pueden llegar a mostrar distribuciones restringidas de hábitat o territorio, en comparación con las especies migratorias que son más flexibles a ocupar un sólo hábitat, se estableció para este grupo su condición de especie invernante con base en Howell y Webb (1995).

Para conocer aspectos de las condiciones tróficas, se procedió a asignar los hábitos alimentarios de las especies con base en lo señalado por Domínguez (1996) y González (1992); quienes señalan los siguientes tipos de dieta:

- Carnívoro. La carne fresca o carroña son la base de la alimentación.
- Frugívoro/granívoro. Que basa su dieta en el consumo de frutos y granos.
- Herbívoro. Cuando el organismo consume principalmente hojas y tallos tiernos.
- Insectívoro. Los insectos y otros artrópodos pequeños son la base de su alimentación.
- Nectarívoro. El néctar es la base de la alimentación.
- Omnívoro. Cuando el organismo consume desde tres de los alimentos señalados en las dietas anteriores.

La diversidad de los ecosistemas se obtuvo a partir del Índice de Shannon–Wiener ( $H'$ ) para la comunidad de vertebrados y se emplea el Índice de Equitatividad ( $E$ ) para transformar tener un indicador de la homogeneidad de repartición de recursos en una escala de valores de 0 a 1 (0 indica repartición de recursos en una sola especie y 1 indica una repartición equitativa entre todas las especies). Las fórmulas de los índices antes mencionados se indican a continuación:

Índice de Diversidad de Shannon–Wiener:  $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log p_i$ .

Índice de Equitatividad:  $E = J = H'/(H_{\max})$

Donde:  $H_{\max} = \ln S$

$S$  = Número de especies

La diversidad entre los ecosistemas se realiza a partir del empleo del índice cualitativo de Sorensen ( $IS$ ) que utiliza la riqueza de especies y el índice cuantitativo de Sorensen modificado por Bray y Curtis ( $CN$ ) que utiliza el número de registros (Nique-Álvarez, 2011). Las fórmulas empleadas se indican a continuación:

Índice de Sorensen:  $IS = (2 C / (A + B)) * 100$

Donde: C = Número de especies comunes en ambos sitios

A = Número de especies en el sitio A

B = Número de especies en el sitio B

Índice de Sorensen modificado por Bray y Curtis:  $CN = 2 jN / aN + bN$

Donde: jN = Número de individuos del sitio con abundancia menor

aN = Número de individuos en el sitio A

bN = Número de individuos en el sitio B

Por último, se realizó una compulsa del listado obtenido en este estudio con el de las especies con estatus de protección según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para determinar las que están indicadas con alguna categoría de riesgo.

### **VIII.3 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

#### **VIII.3.1. Identificación de los factores del medio susceptibles de ser afectados por el desarrollo del proyecto**

Los factores del medio identificados en el Sistema Ambiental del proyecto (SA), se agruparon de acuerdo a sus características en dos tipos de subsistemas: natural y socioeconómico. Dentro del subsistema natural los factores del medio se clasificaron según su origen en físicos/químicos o abióticos, y biológicos o bióticos. A los factores del medio natural que son resultado de la interacción entre elementos o procesos bióticos y abióticos, se les clasificó como compuestos.

A cada factor se le asignó un valor intrínseco con base en su calidad ambiental, su rareza, su utilidad o importancia para la comunidad local (económica, cultural, social), su importancia para el bioma, y la existencia de legislación para su protección. El valor intrínseco de cada factor se obtuvo por medio de la sumatoria de todos los atributos considerados según los valores establecidos en el Cuadro V.2 y la aplicación de la siguiente fórmula:

$$V.I. = (\sum A - 5) / (25-5)$$

Donde:

V.I. = Valor intrínseco del factor

A= Atributos de cada factor

Cuadro VIII. 3. Valores asignados a cada uno de los atributos considerados para establecer el valor intrínseco de los factores ambientales.

Valor asignado	Calidad	Rareza	Utilidad local	Protección legal	Nivel de importancia en el ecosistema
1	Muy mala	Muy común	Sin utilidad	Sin protección	Elemento
2	Mala	Común	Poca utilidad	Protegido por tratados o convenios voluntarios	NA
3	Regular	Poco común	Útil	Protegido por NOM	Proceso
4	Buena	Raro	Muy útil	Protegido por leyes nacionales	NA
5	Muy buena	Muy raro	Indispensable	Protegido por leyes nacionales y tratados internacionales	Ecosistema

La fórmula aplicada considera el valor mínimo posible, que corresponde a 5, dividido entre el valor máximo posible, que corresponde a 25 para poder obtener un resultado posible mínimo de 0 y máximo de 1. El valor máximo se dividió entre cinco categorías para dar la siguiente escala de V.I. (Cuadro V.3).

Cuadro VIII.4. Escala numérica del Valor Intrínseco (V.I.) calculado para los factores del medio natural.

Valor intrínseco	Valor intrínseco del factor
0-0.2	Muy bajo
0.21-0.4	Bajo
0.41-0.6	Medio
0.61-0.8	Alto
0.8-1	Muy alto

Para el caso del proyecto se identificaron un total de 11 factores del medio, de los cuales 2 presentaron un valor intrínseco bajo, 4 un valor medio, 4 un valor alto y un factor, que corresponde al manglar, que presentó un valor muy alto (Cuadro V.4).

Cuadro VIII.5 .Factores del medio identificados en el SA del proyecto.

Factor	Calidad	Rareza	Utilidad local	Protección legal	Nivel	TOTAL	Ind. Imp.	Valor
Aire	5	1	5	1	1	13	0.40	bajo
Agua	3	5	5	3	1	17	0.60	medio

Factor	Calidad	Rareza	Utilidad local	Protección legal	Nivel	TOTAL	Ind. Imp.	Valor
Suelo	3	3	3	1	1	11	0.30	bajo
Flora	3	3	4	4	1	15	0.50	medio
Fauna	4	4	3	4	1	16	0.55	medio
Paisaje	4	5	5	1	3	18	0.65	alto
Hidrología	5	4	3	1	3	16	0.55	medio
Matorral costero	5	4	4	1	5	19	0.70	alto
Vegetación de duna costera	3	5	5	1	5	19	0.70	alto
Playa	5	5	5	1	5	21	0.80	alto
Manglar	5	4	3	5	5	22	0.85	muy alto

Asimismo, para cada factor del medio identificado se seleccionaron uno o varios indicadores de su estado en el SA, los cuales consisten en características medibles, representativas e independientes que brindan información sobre cambios, positivos o negativos en un factor dado.

### VIII.3.2. Identificación de los impactos potenciales por etapa del proyecto

Para cada uno de los factores del medio identificados como susceptibles de ser modificados por el proyecto se estableció una serie de impactos relevantes con base en los indicadores seleccionados (Cuadro V.5).

Cuadro VIII.6. Impactos probables para cada factor del medio identificado con base en los indicadores seleccionados.

Factor	Indicador	Impacto
agua	calidad	contaminación
aire	calidad	contaminación por gases y polvos
		contaminación por ruido
suelo	calidad	contaminación
		recuperación
		compactación
fauna	riqueza-abundancia	pérdida de individuos
		generación de hábitat
flora	riqueza-abundancia	reintroducción de individuos
		conservación de individuos
paisaje	continuidad	fragmentación del paisaje
hidrología	patrones hidrológicos	cauce y volumen de los flujos hídricos superficiales y subterráneos
matorral costero	extensión, diversidad	pérdida de superficie, pérdida de diversidad

Factor	Indicador	Impacto
vegetación de duna costera	extensión, diversidad	aumento de superficie, aumento de la diversidad
playa	extensión, calidad	disminución en la extensión y calidad de la playa
manglar	extensión, diversidad	pérdida de superficie, pérdida de diversidad
socioeconomía	oferta turística	aumento de la oferta turística
	empleos	generación de empleos directos e indirectos

Para identificar los impactos potenciales a ser generados por el proyecto en cada una de sus etapas de desarrollo, se crearon las listas de chequeo en donde se relaciona cada acción del proyecto con los impactos que pudiera generar y los factores del medio sobre los que estos podrían incidir (Cuadros V.6 y V.7).

Como ha sido mencionado, debido a que en el sitio ya existen obras que formarán parte del proyecto y a que no será necesario excavar, nivelar ni compactar, no será necesaria la preparación del sitio. Es por ello que en el análisis de impactos únicamente se considera la construcción y operación del campamento.

La etapa de abandono no fue considerada debido a que el proyecto pretende contar con una vida útil de más de 50 años, tiempo en el que las condiciones ambientales y sociales pueden cambiar significativamente, por lo que no es posible determinar los procedimientos más adecuados en términos de la conservación del medio ambiente relacionado con dicha etapa.

Cuadro VIII.7. Lista de chequeo para la etapa de construcción del proyecto. VDC: Vegetación de duna costera.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Generación de residuos líquidos	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	suelo	calidad	contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	agua	calidad	contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
Uso de agua	agua	calidad	contaminación	n	
	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	aire	calidad	contaminación por ruido	n	
	socioeconomía	empleos	generación de empleos		p
Uso de combustibles	aire	calidad	contaminación por ruido	n	
	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Generación de residuos sólidos	agua	calidad	contaminación	n	
	suelo	calidad	contaminación	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
Reforestación	fauna	densidad y riqueza	generación de hábitat		p
	VDC	diversidad	aumento de la diversidad		p
<b>TOTAL</b>				<b>13</b>	<b>3</b>

Cuadro VIII.8. Lista de chequeo para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. VDC: Vegetación de duna costera.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Uso de instalaciones	aire	calidad	contaminación por ruido	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
	VDC	cobertura	pérdida de cobertura	n	
	socioeconomía	empleos	generación de empleos directos e indirectos		p
Generación de residuos líquidos	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	suelo	calidad	contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	agua	calidad	contaminación por residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
Uso de agua	agua	calidad	contaminación	n	
	hidrología	hidrología subterránea	alteración de hidrología subterránea	n	
	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	aire	calidad	contaminación por ruido	n	
	socioeconomía	empleos	generación de empleos		p
Uso de combustibles	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
Generación de residuos sólidos	aire	calidad	contaminación por gases y polvos	n	
	agua	calidad	contaminación	n	
	suelo	calidad	contaminación	n	
	fauna	densidad y riqueza	pérdida de individuos	n	
Oferta de bienes y servicios	socioeconomía	empleos	generación de empleos directos e indirectos		p
	socioeconomía	oferta turística	aumento de la oferta turística		p
<b>TOTAL</b>				<b>16</b>	<b>4</b>

## VIII.4 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA

### *Análisis Raster:*

El entorno ambiental del sitio de estudio y de la vegetación se realizó a partir del análisis digital de una imagen de satélite (Raster) de la empresa *Digital Globe*, descargada del software Google Earth versión 7, con una resolución de 4800 x 2895 , configurada en una composición de color real, a 8 bits de resolución. La georreferenciación de la imagen se realizó por medio de puntos semejantes tomados del software *Google Earth*.

### *Clasificación de la imagen de Google Earth:*

El procedimiento para la clasificación de la vegetación se realizó mediante la digitalización de la imagen (vectorización) y para esto se utilizaron el conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000, Serie V del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y la capa vectorial de Distribución de los manglares en México en 2015.

Para la preparación de la imagen de satélite se utilizó el software Arcgis 10.2, y el complemento *Image Analysis* (para la georreferencia y el manejo de imágenes de satélite). La vectorización (rodalizado) del área de estudio se realizó con el software de sistemas de información geográfica Arcgis 10.2, con una escala de rodalizado de 1:750.

Las zonas “rodalizadas” se identificaron por medio de la técnica de foto interpretación tomando en cuenta principalmente las características de la forma de los elementos terrestres, las sombras, el tono que indica la reflectividad en la región del espectro visible y la textura (tipo de grano), así como la distribución de los elementos geográficos.

### *Definición de la leyenda:*

La leyenda de trabajo resultante de la clasificación de la vegetación se estableció en función de los diferentes tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el polígono del área de estudio, considerando las observaciones realizadas durante los trabajos de campo, así como de la descripción del sistema de clasificación de vegetación de la Cartografía de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250,000 diseñada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

### *Cartografía y análisis espacial con sistemas de información geográfica:*

La simbología antes mencionada se puede apreciar en el mapa de vegetación que forma parte de este estudio. Este mapa fue generado con el software Arcgis 10.2. Toda la

información procesada fue construida en coordenadas Universal Transversa de Mercator, con *Datum* WGS84.

## VIII.5 BIBLIOGRAFÍA

Acosta-Aburto, J. 2001. Riqueza y abundancia de la avifauna del Jardín Botánico “Dr. Alfredo Barrera Marín”, ECOSUR, Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis para obtener el grado de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 98 p.

Aranda-Sánchez, J.M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Xalapa, Veracruz, México. 198 p.

Arrecifes de Sian Ka'an. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 481 pp.

Action on Hearing Loss. <https://www.actiononhearingloss.org.uk/hearing-health/protect-your-hearing/how-loud-is-too-loud/> Fecha de consulta 13 de marzo de 2019.

Bautista F., D. Palma-López, W. Huchin-Malta. 2005 Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán, p. 105-122. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) Caracterización y Manejo de Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 282 p.)

Begon M., Townsend C.R. 1990. Ecology. Blackwell Science Ltd. UK.

Calderón-Mandujano R., Bahena B. H., Calmé S. 2005 Guía de los Anfibios y reptiles de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. COMPACT, ECOSUR, CONABIO y SHM A.C. México. 111 pp.

Canfield R.H. 1941. Application of the Line Interception Method in sampling range vegetation. Society of American Forestry.

Carabias, J., J. Meave, T. Valverde, Z. Cano-Santana. 2009. Ecología y medio ambiente en el siglo XXI. Pearson Educación. México. 250 pp.

Cintrón G., Schaeffer N. Y. 1984. Methods for studying mangrove structure. En: Snedaker S.C. y Snedaker J. G. (Eds.) The mangrove ecosystem: research methods. UNESCO, Paris, Francia. Pp. 91:113.

Day, G.I., S.D. Schemnitz y R.D. Taber. 1980. Captura y marcación de animales silvestres. En: Rodríguez-Tarrés, R. (Ed). Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. Word Wide Found. The Wildlife Society: 63-94.

Diario Oficial de la Federación. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Jueves 30 de diciembre de 2010.

Domínguez, A. 1996. Avifauna de la selva “El Ocote”. En: Vázquez-Sánchez, M.A. y I. March. (Eds.). Conservación y Desarrollo Sustentable en la selva “El Ocote”, Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad: 149-177.

Elzinga, C., D. Salzer, J. Willoughby, J. Gibbs. 2001. Monitoring plant and animal populations. Blackwell Science. USA. 360 pp.

Espejel I. 1986. Studies on coastal sand dune vegetation of the Yucatan Peninsula. Comprehensive summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science. 32. Acta Universitatis Uppsaliensis. Uppsala University.

Gaviño, G., C. Juárez y H.H. Figueroa. 1979. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y campo. LIMUSA, México. 251 p.

Gómez-Orea D., Gómez-Villarino T. 2013. Evaluación de impacto ambiental. 3ª. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 745 p.

González, G.F. 1992. Avifauna de la Selva Lacandona, Chiapas, México. En: Vázquez-Sánchez, M.A. y M.A. Ramos. Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su Conservación. Publicaciones especiales ECOSFERA. 173-200.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico y northern Central America. Oxford University Press. 851 p.

INEGI 2016. Estructura económica de Quintana Roo en síntesis 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI 2017. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Recuperado de: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825095130.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095130.pdf)

INEGI 2019. Banco de indicadores. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/##divFV5300000132>

INECC 2017 Guía metodológica para la estimación de emisiones de PM2.5 Recuperado el 14 de marzo de 2019 de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/695/queson.pdf>

Lee, J. C. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya World: The lowlands of Mexico, Northern Guatemala and Belize. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca. 402 pp.

Mackinnon de Montes, B. 2017. Listado de aves de la Península de Yucatán. (Mecanoscrito).

Manzanilla, J. y J.E. Péeffaur. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. Rev. Ecol. Lat. Am. 7(1-2):17-30.

Moreno C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T- Manuales y Tesis SEA Vol. 1. Zaragoza. 84 pp.

Naturalista, CONABIO <http://www.naturalista.mx>. Recuperado el 22 de octubre de 2018.

Nique-Álvarez, M. 2011. Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Departamento de Ciencias Ambientales. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. República del Perú. 16 p. (mecanoscrito).

Norma Ambiental NADF-024-AMBT-2013 sobre separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del Distrito Federal. <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/index.html>. Fecha de consulta: 13 de marzo de 2019.

Olmsted I., Durán R. 1990 Vegetación de Sian Ka'an. En: Navarro D., y Robinson J. G. Eds. Diversidad Biológica en la Reserva de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. University of Florida. Pg. 1-9.

Petingill, O. S. Jr. 1969. Ornithology in the laboratory y Field. 4th Edition. Burgess Pub. Comp. Minnesota. XVII. 525 p.

Reid, F. 1997. A field guide to the mammals of Central America y Southeast Mexico. Oxford University Press, New York, E.U.A. 334 pp.

SEDESOL 2013. Cédula de Información Municipal. Isla Mujeres, Quintana Roo. Unidad de Microregiones. Dirección General Adjunta de Planeación Microregional. Secretaría de Desarrollo Social. Recuperado de: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=23&mun=009> recuperado el 15 de febrero de 2019.

SEMARNAP s/f. Reserva de la biósfera Sian Ka'an. Programas de Manejo 3. Áreas Naturales Protegidas. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.

SEMARNAT/CONANP 2014. Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biósfera SEMARNAT s/f. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Turístico Modalidad: Particular.

SEMARNAT s/f. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Turístico Modalidad: Particular.

Supe G. H., Gawande S. M. 2013 Effects of dustfall on vegetation. International Journal of Science and Research. ISSN (online): 2319-7064. Recuperado el 14 de marzo de 2019 de <https://www.ijsr.net/archive/v4i7/SUB156895.pdf>

UQROO s/f  
[http://sigc.uqroo.mx/Documentos%20Internos/Documentos%20para%20evaluacion%20CIEES/Documentos%20externos/PEDQROO\\_Los%20entornos.pdf](http://sigc.uqroo.mx/Documentos%20Internos/Documentos%20para%20evaluacion%20CIEES/Documentos%20externos/PEDQROO_Los%20entornos.pdf).

Vulcan Materials Company 2017. Piedra caliza de CALICA. Hoja de datos de seguridad. Fecha de vigencia 6/01/2017. Recuperado el 14 de marzo de 2019 de [https://www.vulcanmaterials.com/docs/default-source/msds/3239-057-s-piedra-caliza-de-calica-\(calica-limestone\)-sds-spanish-6-1-17.pdf?sfvrsn=2](https://www.vulcanmaterials.com/docs/default-source/msds/3239-057-s-piedra-caliza-de-calica-(calica-limestone)-sds-spanish-6-1-17.pdf?sfvrsn=2)

