

# CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

## I.1 Datos generales del proyecto

### I.1.1. Nombre del proyecto

Construcción y Operación de una Casa de Playa en Chicxulub Puerto.

### I.1.2 Ubicación del proyecto

El predio donde se desarrollará el proyecto se encuentra ubicado en la calle 17-A, con número de tablaje catastral 02024-A, lotes 102 y 104 en la localidad de Chicxulub Puerto, del municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán. El predio se encuentra ubicado en la denominada “segunda fila”, por lo que no colinda con la playa, estando ésta a una distancia de 131 metros aproximadamente.



Fig. 1.1 Ubicación del predio donde se realizará el proyecto.

Cuadro 1.2. Poligonal con referencias geográficas del área del proyecto (DATUM WGS84)

POLÍGONO GENERAL DEL PREDIO		
ID	X	Y
1	233163,2240	2357567,3711
2	233172,4594	2357517,5804
3	233146,5168	2357512,6873
4	233137,0671	2357563,7808

### I.1.3. Duración del proyecto

El proyecto se pretende construir en su totalidad en un **período máximo de 2 años**. Ahora bien, en la etapa de operación del proyecto y por las características del mismo y su consecuente mantenimiento, se considera tenga un tiempo de vida útil de 50 años.

### I.2. Datos generales del promovente

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

### I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

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

Eliminado: Tres renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

### I.3. Responsable de la elaboración del Documento Técnico unificado

#### I.3.1. Nombre o Razón Social

Bióloga. María Celina Cervantes Buenfil

#### I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

CEBC760112KI1

**I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento**

Calle 21 No. 339 F x 18 A y 20 A Fraccionamiento Montebello. Mérida, Yucatán.  
Teléfono móvil. 9991.26.17.48

**I.3.4. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal.**

**PRESTADOR DE SERVICIOS TECNICO FORESTALES**

---

**M.C. Nancy Guadalupe May EK**

Inscripción en el Registro Forestal Nacional: Libro México, Tipo UI, Personas físicas prestadoras de servicios técnicos forestales- Inscripciones, Volumen 2 número 38.

Inscrito con fecha 20 de abril de 2006.

**Copia de identificación oficial y Registro:** (Se presenta en el anexo 5).

## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general del proyecto

#### II.1.1 Naturaleza y objetivo del proyecto

El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa de playa de un solo nivel con una superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 511 m<sup>2</sup> que constituye la casa de un solo nivel, piscina, terraza, andador-estacionamiento y la bodega, en el predio marcado con el número de tablaje catastral 02024-A, lotes 102 y 104 con una superficie total de 1,354 m<sup>2</sup>, ubicado en la localidad de Chicxulub Puerto, municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán.

El predio se encuentra ubicado a una distancia de 131 metros aproximadamente de la línea de playa, por lo que no afectará la primera duna. Colinda en sus costados Norte y Sur con casas de verano y en los extremos Este y Oeste con vegetación nativa de duna costera, propia de matorral de duna. El objetivo del proyecto es realizar la construcción de una casa habitación que será utilizada como segunda residencia, por lo que no se trata de un proyecto turístico con fines comerciales.

#### II.1.2 Ubicación física del proyecto

El predio donde se desarrollará el proyecto se encuentra ubicado en la calle 17-A, con número de tablaje catastral 02024-A, lotes 102 y 104 en la localidad de Chicxulub Puerto, del municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán. El predio se encuentra ubicado en la denominada “segunda fila”, por lo que no colinda con la playa, estando ésta a una distancia de 131 metros aproximadamente.

Cuadro 2.1. Poligonal con referencias geográficas del área del proyecto (DATUM WGS84)

POLÍGONO GENERAL DEL PREDIO		
ID	X	Y
1	233163,2240	2357567,3711
2	233172,4594	2357517,5804
3	233146,5168	2357512,6873
4	233137,0671	2357563,7808



Fig. 2.1. Ubicación del predio donde se desarrollará el proyecto

#### II.1.4. Urbanización del área.

##### Disponibilidad de servicios básicos:

**Vías de acceso:** Existen dos vías de acceso al sitio del proyecto: la primera es a través de la carretera que comunica la población de Chicxulub Pueblo con Chicxulub Puerto y la segunda vía de acceso es a través de la carretera Mérida-Progreso, ambas vías conectan con la carretera costera que va de la localidad de Progreso hacia Telchac Puerto. A 6.5 kilómetros al Este de la Población de Progreso se encuentra el sitio donde se desarrollará el proyecto.

**Agua potable:** El agua requerida durante la etapa de construcción será traída a través de pipas. El abastecimiento de agua durante la etapa de operación estará provisto por un sistema de bombeo de 1 pozo con bomba sumergible a una cisterna de almacenamiento para la casa.

**Energía eléctrica:** Existen líneas de transmisión eléctrica en la zona, por lo que el proyecto realizará la conexión a la línea existente.

**Servicios de apoyo:** Para la correcta operación del proyecto será necesaria la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales que posteriormente se describe en este capítulo.

En el caso de los residuos sólidos, se dispondrá de un área techada para su disposición temporal y debido a que no existe en el área un sistema de recolecta de residuos sólidos urbanos, el transporte estará a cargo de la propietaria de la casa, quien lo dispondrá en sitios autorizados por el municipio de Progreso.

### II.1.5 Inversión requerida

La inversión total para el desarrollo del proyecto será de **\$ 3, 750,000** (son tres millones setecientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N), lo cual incluye el presupuesto destinado a las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que serán de **\$84,000.00** (ochenta y cuatro mil pesos 00/100 M.N).

## II.2. Características particulares del proyecto

### II.2.1. Dimensiones del proyecto

A continuación se enlistan cada una de las obras y actividades que comprende el proyecto con sus respectivas dimensiones. En un cuadro posterior se describen a detalle cada una de estas obras (Ver plano general de planta en el anexo 2):

**Cuadro 2.1.Obras y actividades que comprende el proyecto**

Concepto	superficie m <sup>2</sup>	% ocupación
Casa habitación planta baja	355.76	26.27
Terraza con piscina	67.50	4.98
Estacionamiento-acceso	77.96	5.39
barda	2.53	0.19

Concepto	superficie m <sup>2</sup>	% ocupación
bodega	12.32	0.91
<b>Superficie sometida a cambio de uso de suelo</b>	<b>511.07</b>	<b>37.74</b>
<b>Áreas de conservación**</b>	<b>843.24</b>	<b>62.26</b>
<b>Poligonal envolvente</b>	<b>1,354.31</b>	<b>100</b>

NOTA\*\*: Las áreas de conservación son definidas en este estudio como zonas donde la vegetación nativa por ningún motivo será removida.

**Cuadro 2.2.** Descripción detallada de cada una de las obras y actividades del proyecto

OBRA	CARACTERÍSTICAS
Casa habitación	Consiste en una casa habitación de un solo nivel con una altura de 5 metros.
Terraza con piscina	Consiste en la construcción de una piscina y terraza en una superficie de 67.50 m <sup>2</sup> . La piscina tendrá un sistema de filtración para recircular el agua y evitar el desagüe continuo hacia el subsuelo.
Estacionamiento -acceso	El acceso o andador y el estacionamiento ocuparán una superficie de 77.96 m <sup>2</sup> y serán construidos con materiales impermeables, por lo que se consideran dentro de la superficie de ocupación del proyecto.
Bodega	Cerca de la entrada de la casa, se construirá una bodega para resguardo de insumos y/o herramientas de la casa. Esta bodega tendrá una superficie de 12.32 m <sup>2</sup> .
Áreas de conservación	En el predio actualmente predomina vegetación nativa de duna costera. En ese sentido, se propone el establecimiento de un área de conservación que constituye una superficie de 843 m <sup>2</sup> . En el plano de áreas de conservación, esta superficie se ha dividido en 3 zonas: las dos primeras constituyen áreas cercanas a la entrada de la casa colindantes al camino de arena y una zona mayor alrededor de toda la casa. Sin importar su ubicación, todas estas áreas conservarán la vegetación nativa de la duna costera.

## Sistema de tratamiento de aguas residuales.

Para el tratamiento de las aguas residuales que sean generadas en la etapa de operación del proyecto, se instalará un biodigestor de 3000 litros, cuyas especificaciones de diseño y funcionamiento cumplen con lo establecido en la NOM-006-CONAGUA-1997. En el biodigestor, el agua entrará por un tubo donde iniciará el proceso de descomposición atravesando posteriormente un filtro; la materia orgánica que escapa es atrapada por las bacterias fijadas en los arcos de plástico.

No obstante lo anterior y tal y como señala la misma Norma, este sistema efectúa únicamente un proceso preparatorio en la depuración de las aguas residuales domésticas, por lo que se propone realizar un tratamiento al efluente mediante **zanjas de infiltración**.

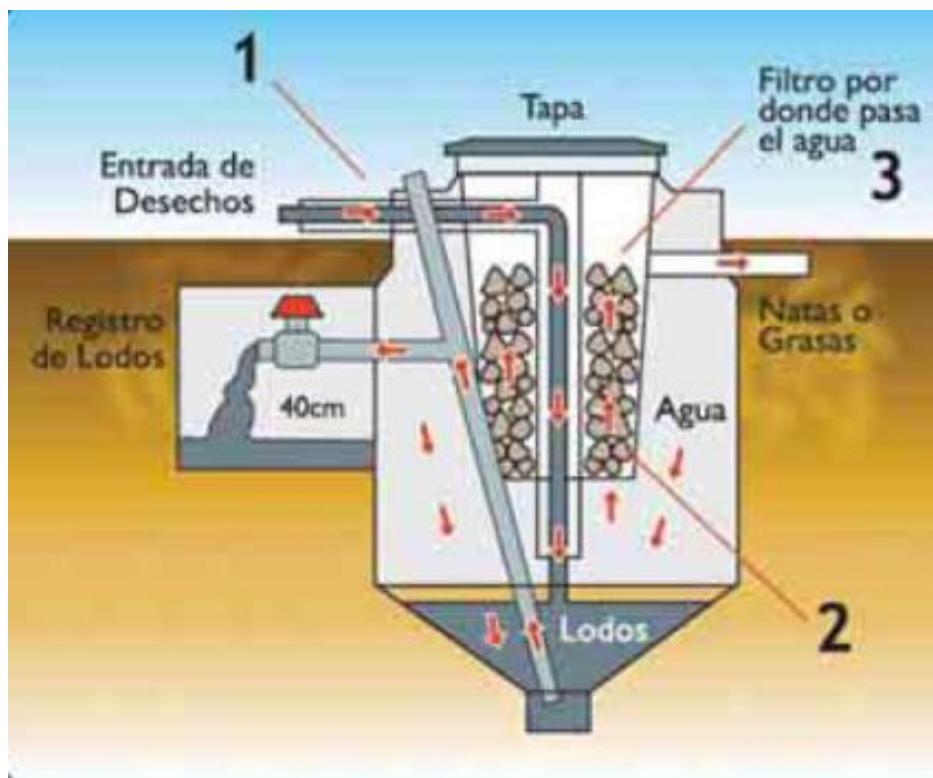


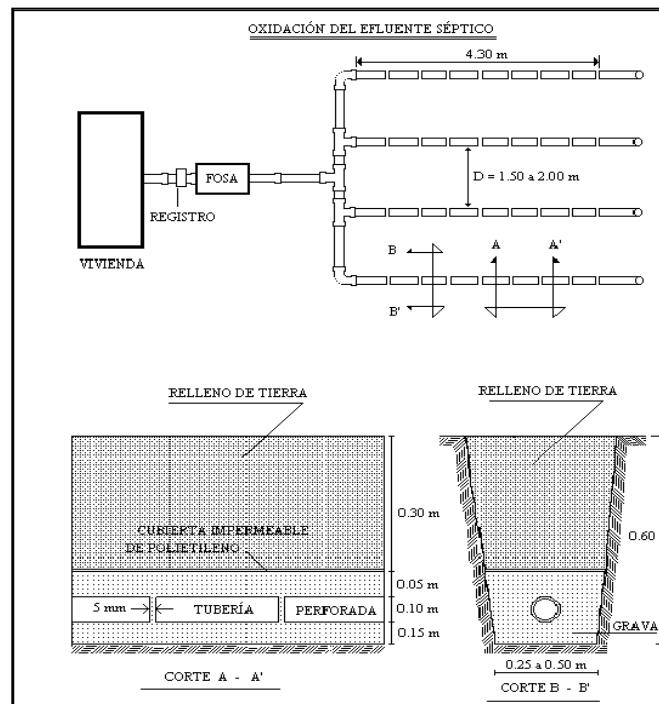
Fig. 2.3. Esquema del biodigestor a instalar para el tratamiento de las aguas residuales.

La zanja de infiltración recibe directamente el efluente del biodigestor y está conformada por una serie de tuberías, que estarán colocadas en unas zanjas de 25 cm. de ancho (dimensión mínima recomendada) a 60 cm. de profundidad, y con un espaciamiento entre cada una de 1.50 m.

La construcción de la zanja de infiltración contará con los siguientes materiales: Grava o piedras trituradas de granulometría variable (entre 20 y 50 mm.), tubería de 100 mm. de diámetro con perforaciones y una cubierta impermeable de polietileno. Las tuberías serán instaladas sin juntar con las aberturas de 0.05 m.

Para evitar obstrucciones, se recubrirán las juntas en la parte superior con una nueva capa de grava o piedras trituradas de manera que cubra los tubos y deje una capa de 50 mm. de espesor mínimo por encima del borde superior de la tubería.

Posteriormente se colocará la cubierta impermeable de polietileno, cuya función será mantener el lecho de grava libre de partículas de tierra y finalmente, cubrir la zanja con una capa de tierra compactada de 0.30 m. de espesor mínimo para aislar la zanja. Es importante señalar que los lodos resultantes serán recolectados por una empresa autorizada para su disposición final.



**Figura 2.4** Zanjas de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales

## II.2.2. Representación gráfica regional

El área donde pretende desarrollarse el proyecto se encuentra ubicada en la Región hidrológica 32, constituida por una cuenca criptorreica que abarca el Estado de Yucatán y el norte de Quintana Roo. Esta cuenca criptorreica corresponde a un sistema geológico-hidrológico único formado por un sistema cárstico, en donde el escurrimiento encontrado es totalmente subterráneo dada la permeabilidad de la roca caliza.



Figura 2.5. Ubicación de la región hidrológica 32.

## II.2.3. Representación gráfica local

Como se mencionó anteriormente, el proyecto se encuentra ubicado en el predio con número de tablaje catastral 02024-A, lotes 102 y 104 de la calle 17-A, en la localidad de Chicxulub Puerto, del municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán. El proyecto está localizado a una distancia de 3.6 kilómetros al Este del centro de la población del Puerto de Progreso.



Figura 2.6. Ubicación del sitio donde se desarrollará el proyecto.

El plano y la poligonal con las referencias geográficas del área sujeta a cambio de uso de suelo se presentan en el anexo 8 de este estudio.

#### **II.2.4. Preparación del sitio**

La preparación del sitio corresponde a la remoción de la cobertura vegetal que existe en el predio. Dicha remoción se llevará a cabo de manera manual. Para el caso de las obras fijas, además del desmonte, se realizará el retiro de la capa superficial del suelo. El material que se genere, deberá ser esparcido en áreas propuestas para jardines o carentes de componente edáfico del predio.

#### **II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

Únicamente se implementará una bodega de láminas de cartón para el resguardo de material y herramientas durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, la cual estará ubicada en el área donde se establecerá la bodega de la casa, por lo que se aprovechará la superficie de las zonas contempladas para afectación. No está previsto el almacenamiento de combustibles, la reparación de vehículos en el predio, ni el uso de explosivos o materiales riesgosos.

#### **II.2.6. Descripción de obras asociadas el proyecto**

No se prevé la realización de obras asociadas al proyecto.

## II.2.7. Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas el cambio de uso de suelo

Para la estimación de los volúmenes maderables por especie, se realizó un recorrido en el predio para reconocer el tipo y estado de desarrollo de la vegetación; así como determinar la cantidad y tamaño de los sitios de muestreo para estimar los volúmenes forestales a remover. Se observó vegetación perturbada proveniente de matorral costero predominantemente herbáceo y con un algunos arbustos aislados o en grupos pequeños dominado la especie *Cordia sebestena* (al norte) y *Coccothrinax readii* (al sur).



Debido a las características particulares de la vegetación (dominancia arbustiva, homogeneidad estructural), se levantaron dos sitios de muestreo de 5 m de radio ( $78.54 \text{ m}^2$  cada uno), esto para estimar la cantidad de individuos y volúmenes de materias primas forestales por especie.

En tanto que el listado de especies y cobertura de las especies predominantemente herbáceas y algunas arbustivas, se determinaron delimitando una línea de Canfield (descrito en el capítulo IV del presente estudio).

La intensidad del muestreo realizado en la zona de matorral de duna costera fue del 11.7 %, considerando la superficie total del predio y del 30.9 % al considerar solo la superficie de cambio de uso del suelo; con lo cual se realizó la estimación de volúmenes de las materias primas por especie. Ver Figura 1 y planos Anexos.

Fórmula:

$$IM\% = (n / N) * 100$$

- 1)  $IM\% = (158 / 1,354) * 100 = 11.7$
- 2)  $IM\% = (158 / 511) * 100 = 30.9$

Dónde:

n = superficie muestreada 158 m<sup>2</sup>

N1 = superficie total del predio 1354 m<sup>2</sup>

N2 = superficie de cambio de uso del suelo 511 m<sup>2</sup>

Las condiciones generales de la vegetación de matorral de duna costera mostraron una gran homogeneidad en la vegetación presente, donde dominó la presencia de arbustos y herbáceas característicos de este tipo de vegetación en sucesión secundaria. La ubicación de los sitios de muestreo se realizó buscando registrar las condiciones representativas de la vegetación del área de estudio.

Cuadro 2.3. Coordenadas de los sitios de muestreo, unidades UTM, Datum WGS 84.

Sitio	X	Y	Tipo de vegetación
SS	233148	2357563	Vegetación secundaria de Matorral de duna costera
CE1	233160	2357549	Vegetación secundaria de Matorral de duna costera
CE2	233154	2357523	Vegetación secundaria de Matorral de duna costera

En cada uno de los sitios de muestreo se midieron las plantas leñosas de 2.5 cm o más de diámetro normal<sup>1</sup>, considerando formas de vida arbóreas, arbustivas y palmas, también se midió la altura total de los individuos. En las plantas herbáceas y pertenecientes a las familias de las agavaceae y cactaceae, solamente se consideró el número de individuos para estimar la abundancia y realizar la caracterización de la vegetación (Capítulo IV).



Figura 2.7. Distribución de los sitios de muestreo en el predio, localidad Chicxulub, Yucatán.

<sup>1</sup> Diámetro medido a 1.3 m sobre el nivel del suelo.

Atendiendo al tipo de vegetación, el principal criterio que se tomó para la clasificación de la vocación forestal del sitio y la evaluación de los recursos forestales que serían alterados, fue con base en el tipo de vegetación y vocación forestal del predio, seguida de la estimación de existencias maderables.

Con la información recabada de los sitios muestreados, se realizaron las estimaciones de área basal y volúmenes maderables que serían removidos al realizarse el cambio de uso del suelo; de acuerdo a las fórmulas y criterios que a continuación se indican:

- Superficies

Las estimaciones se realizaron para cada sitio de muestreo y se extrapolaron a una hectárea, siendo ésta la unidad base. Posteriormente se realizó el cálculo para los 511 m<sup>2</sup> (0.0511 ha) en los cuales se pretende realizar el cambio de uso del suelo para la construcción de la casa-habitación y sus accesos (Ver planos anexos).

Para clasificar la vegetación presente y la vocación de uso del sitio, se consideraron los conceptos de terreno y vegetación forestal señalados en el artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que establece en sus fracciones:

XL. *Terreno forestal*: El que está cubierto por vegetación forestal;

XLI. *Terreno preferentemente forestal*: Aquel que habiendo estado, en la actualidad no se encuentra cubierto por vegetación forestal, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía resulte más apto para el uso forestal que para otros usos alternativos, excluyendo aquéllos ya urbanizados;

XLII. *Terreno temporalmente forestal*: Las superficies agropecuarias que se dediquen temporalmente al cultivo forestal mediante plantaciones forestales comerciales. La consideración de terreno forestal temporal se mantendrá durante un periodo de tiempo no inferior al turno de la plantación;

XLV. *Vegetación forestal*: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

Artículo 2 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, fracción:

**XL. Vegetación forestal de zonas áridas**, aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

Considerando que la vegetación de la zona es clasificada por el INEGI (*serie V de vegetación y uso del suelo*), la cual establece la clasificación de los tipos de vegetación del país, a las características físicas y biológicas del sitio y atendiendo a la fracción antes señalada, **toda el área se considera como de vocación preferentemente forestal y corresponde a vegetación forestal de zonas áridas**, donde se tiene un área basal promedio menor a 2 m<sup>2</sup>/ha y la superficie del suelo cubierta por el dosel de arbustos y por las plantas herbáceas, es superior al 85 %. Cabe aclarar, que si bien se trata de un predio inmerso en un área urbanizada, no se considera no forestal debido a que aún conserva especies típicas del ecosistema albergado en la zona, incluyendo especies bajo algún estatus de protección.

- **Área basal por especie por hectárea**

Se obtuvo con la siguiente fórmula y el resultado se extrapoló a una hectárea.

n

$$ABsp = \left[ \sum_{a=1}^n \frac{\pi(d)^2}{4} \right] / T$$

Dónde:

d = diámetro normal en cm

a = árbol vivo, desde 1 hasta n

T = tamaño del sitio de muestreo, (0.007854 ha)

### Número de árboles por hectárea

$$Na/\text{ha} = \frac{N}{T} \times 10000$$

T

Dónde:

N = número de individuos de una especie

T = tamaño del sitio de muestreo, (0.007854 ha)

- **Volumen por especie/hectárea**

Se obtuvo de manera individual por especie y sitio de muestreo, aplicando la fórmula siguiente. El resultado se expresa en  $\text{m}^3/\text{ha}$ .

$$\text{Vol esp} = \frac{(AB * AT * CM)}{T}$$

Donde AB = área basal por especie

AT = altura total

CM = coeficiente mórfico de 0.5

T = tamaño del sitio de muestreo (0.007854 ha)

- **Especies consideradas en la estimación de área basal y volumen**

Se tomaron en cuenta las especies leñosas con diámetros iguales o mayores a 5 cm de diámetro normal.

- **Especies consideradas en la estimación de número de individuos por hectárea y porcentaje de cobertura del suelo**

En la estimación del número de individuos por hectárea, se tomaron en cuenta todos los individuos con forma de vida arbustiva y palmas. También se incluyeron los registros de las especies pertenecientes a las familias Agavaceae y Cactaceae.

Es importante mencionar que en el predio se registraron individuos de *Mammillaria gaumeri*, *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*; especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y catalogadas como Amenazadas, así como 1 solo individuo de *Conocarpus erectus* cuya talla y diámetro, lo ubican en el estrato herbáceo.

## Resultados

La superficie que se solicita para cambio de uso de suelo es de 511 m<sup>2</sup>, que representan el 38 % de la superficie total del predio. Esta superficie es de acuerdo a la clasificación siguiente:

Cuadro 2.4. Superficie solicitada para cambio de uso del suelo en terrenos preferentemente forestales.

CONCEPTO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	% DEL AREA TOTAL
CUS para Acceso y construcción de vivienda	511	38
Área destinada a conservación	843	62
<b>Área Total del Terreno</b>	<b>1,354</b>	<b>100</b>

La superficie solicitada para cambio de uso del suelo se clasificó como preferentemente forestal derivada de vegetación secundaria de matorral de duna costera. Los valores de área basal, obtenidos de acuerdo a las estimaciones realizadas en cada sitio de muestreo en la vegetación secundaria de matorral de duna costera, se señalan de manera concentrada en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.5. Sitios de muestreo en el predio, área de cobertura superior a 1500 m<sup>2</sup>/ha.

Individuos /ha	Sitio	Área basal m <sup>2</sup> /ha	Volumen m <sup>3</sup> /ha
1910	CE1	2.1342	1.0671
127	CE2	0.0676	0.0338
9	SS	0.0232	0.0116

Una descripción más detallada de las características de la vegetación presente en estos sitios se indica a continuación:

- 1) Solo se obtuvo el registro de 3 especies con diámetros normales iguales o mayores a 2.5 cm
- 2) Especies como *Metopium brownei*, *Chrisobalanus icaco*, entre otras arbustivas solo se reportan en el listado de especies presentes, sin que fuera posible cuantificar su volumen por sus diámetros reducidos y estar fuera de los sitios definidos.
- 3) Las especies arbustivas tuvieron un diámetro promedio de 4.5 cm
- 4) Se registraron dos especies de palma
- 5) La cobertura del suelo es superior al 85%
- 6) Se tiene una dominancia del estrato herbáceo en el cual se distribuyen especies típicas de duna costera y especies ruderales de vegetación secundaria.

#### Presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Las especies registradas fueron: *Mammillaria gaumeri* (17), *Thrinax radiata* (5), *Coccothrinax readii* (22) y *Conocarpus erectus* (1).

Cuadro 2.6. Registro de especies en estatus de protección, incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, presentes en el predio.

Individuos	Especie	Diámetro cm	Altura cm	X	Y
2	<i>Mammilaria gaumeri</i>	9	8	233164	2357543
1	<i>Mammilaria gaumeri</i>	14	15	233165	2357519
1	<i>Mammilaria gaumeri</i>	6	5	233151	2357523
2	<i>Mammilaria gaumeri</i>	10	8	233148	2357522
1	<i>Coccothrinax readii</i>		50	233148	2357525
3	<i>Mammilaria gaumeri</i>	9	8	233157	2357525
4	<i>Coccothrinax readii</i>		100	233158	2357524
1	<i>Coccothrinax readii</i>		70	233161	2357527
1	<i>Thrinax radiata</i>		120	233160	2357524
2	<i>Coccothrinax readii</i>		80	233160	2357524
2	<i>Coccothrinax readii</i>		60	233160	2357530
2	<i>Thrinax radiata</i>		160	233165	2357521
3	<i>Coccothrinax readii</i>		200	233165	2357520
3	<i>Coccothrinax readii</i>		70	233165	2357520
2	<i>Coccothrinax readii</i>		30	233165	2357520
1	<i>Coccothrinax readii</i>		130	233156	2357519
1	<i>Mammilaria gaumeri</i>	9	9	233159	2357516
1	<i>Thrinax radiata</i>		230	233160	2357521

Individuos	Especie	Diámetro cm	Altura cm	X	Y
1	<i>Coccothrinax readii</i>		100	233149	2357515
1	<i>Thrinax radiata</i>		70	233150	2357517
1	<i>Coccothrinax readii</i>		140	233153	2357518
1	<i>Coccothrinax readii</i>		200	233159	2357521
1	<i>Conocarpus erectus</i>		127	233165	2357521
1	<i>Mammillaria gaumeri</i>	15	13	233170	2357519
5	<i>Mammillaria gaumeri</i>	11	9	233154	2357537
1	<i>Mammillaria gaumeri</i>	10	9	233162	2357521

### **Estimación de volúmenes maderables a remover como producto del cambio de uso del suelo.**

#### **Volúmenes por especie.**

En el área de afectación del proyecto de 511 m<sup>2</sup> solicitados para cambio de uso del suelo, se estimaron existencias de 0.1323 m<sup>2</sup> de área basal y 0.0661 m<sup>3</sup> de volumen maderable.

Este volumen está compuesto por 3 especies en estado arbustivo y que se componen principalmente de tallos de diámetro reducido, menor de 5 cm. Las áreas basales y volúmenes maderables para cada una de las especies que serían removidas se describen en el cuadro 2.7.

Cuadro 2.7. Número de individuos y Volúmenes maderables estimados a remover en los 511 m<sup>2</sup> solicitados para cambio de uso de suelo.

Especies	Individuos	Área basal m <sup>2</sup>	Volumen m <sup>3</sup>
<i>Cordia sebestena</i>	94*	0.1155	0.0577
<i>Croton punctatus</i>	7	0.0090	0.0045
<i>Sideroxylon americanum</i>	7	0.0078	0.0039
<b>Total general</b>	<b>107</b>	<b>0.1323</b>	<b>0.0661</b>

\*El número de individuos corresponde principalmente a ramas de individuos que se bifurcan desde la base o a menos de 1.3 m sobre el nivel del suelo

En cuanto a las especies en estatus de protección, se propone el rescate y reubicación de todos los individuos que queden dentro del área de cambio de uso del suelo y sean reubicados en el área de conservación del proyecto (ver descripción detallada en el anexo 6).

#### **II.2.8. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo**

El costo por la destrucción de los recursos naturales es un proceso muy difícil de definir dada la complejidad de los elementos que intervienen para su cálculo. Uno de los parámetros que actualmente se toman para estimar el valor económico son los servicios ambientales y el capital natural que el ecosistema ofrece por su propia existencia.

En el artículo de Robert Constanza y colaboradores (1997), denominado “*The value of the world's ecosystem services and natural capital*” se realiza una estimación del valor económico en términos generales de 17 servicios que proporcionan 16 diferentes biomas.

En virtud de que los biomas descritos en dicho artículo son abordados de manera general, se tomó como referencia el ecosistema costero para llevar a cabo una estimación del valor económico de los recursos biológicos presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo del proyecto.

Los autores consideran para este bioma los siguientes servicios ambientales: Regulación de perturbaciones, ciclo de nutrientes, control biológico, hábitat/refugio, producción de alimentos, materia prima, recreación y cultural. Tomando los valores estimados por Constanza y colaboradores (*op. cit.*) para estos servicios ambientales en este bioma, tendríamos estos resultados:

<b>Servicios ambientales (1994 US \$ ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)</b>	
<b>Ecosistema costero</b>	
Regulación de perturbaciones	88
Ciclo de nutrientes	3,677
Control biológico	38
Hábitat/refugio	8
Producción de alimentos	93
Materia prima	4
Recreación	82
Cultural	62
<b>Valor total por ha. (US. ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)</b>	<b>4,052</b>

Tomando como referencia estos datos, se realizó una estimación del valor económico que implicaría el daño provocado por el cambio de uso del suelo en una superficie de **511 m<sup>2</sup>** en el predio en cuestión.

Con la suma de los valores parciales estimados para cada uno de los servicios ambientales que corresponden al ecosistema costero se tiene un costo de 4,052 dólares por hectárea por año, que proyectado a los 511m<sup>2</sup> donde se llevará a cabo el CUSTF, **el costo ambiental total sería de 207.05 dólares por año.**

#### **Valor de mercado de los productos forestales:**

Para este análisis se eligieron 4 especies de duna costera que son comúnmente comercializadas en algunos viveros como plantas de ornato y que fueron registradas en el área del proyecto: *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii*, *Cordia sebestana* y *Mamillaria gaumeri*. Si bien, existen otras especies que son comercializadas, se eligieron estas 4 por ser las más solicitadas en los viveros. Para calcular el valor de estas especies, se tomaron en consideración los siguientes precios establecidos en el vivero del Centro de Investigación Científica de Yucatán y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente:

Especie	Valor en pesos c/u	Número de individuos registrados	TOTAL (pesos)
<i>Thrinax radiata</i>	\$102	5	510
<i>Mamillaria gaumeri</i>	\$350	17	5,950
<i>Coccothrinax readii</i>	\$82	21	1,722
<i>Cordia sebestana</i>	\$40	3	120
<b>TOTAL</b>			<b>\$8,302</b>

Considerando únicamente el costo de estas especies y el número de individuos registrados, se tendría un valor de mercado de \$8,302.00 pesos. Sin embargo hay que considerar que muchas otras especies presentes en el predio tienen un gran potencial para ser utilizadas como plantas de ornato, pero ya que no se obtuvieron registros de su venta en los viveros consultados, no se tomaron en cuenta para este análisis.

#### **Valoración económica de la fauna silvestre**

Existen diversos estudios que presentan una clasificación de los valores de la fauna silvestre. Sin embargo en la mayoría de los casos, no se ha podido llegar a datos específicos sobre el valor económico de muchas especies, ya que algunas de estas no se comercializan (ej. Algunas especies de insectos, anfibios, reptiles, etc.).

En el área de estudio y el predio se registraron avistamientos directos de fauna silvestre de potencial importancia económica. Entre los componentes de la fauna silvestre, muchas especies de aves tienen una estrecha relación con la economía de las comunidades nativas asentadas en las comunidades cercanas, ya que son fuentes de ingreso económico a través de la venta de animales vivos. El precio depende de la especie y el tamaño pero fluctúa entre los 150-2,000 pesos.

Para obtener una valoración económica real de la fauna silvestre en el predio, se tendrían que realizar estudios más detallados como monitoreo poblacional para cada grupo faunístico y aun teniendo esta información, los datos presentados estarían subestimados ya que se desconoce el valor económico de muchas de las especies ahí presentes.

#### **II.2.9 Etapa de operación y mantenimiento**

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos principalmente, por lo que se contará con un área techada para el resguardo temporal de estos residuos que estará ubicada dentro de la casa, realizando la disposición final en sitios destinados por el municipio.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales contará con un programa de mantenimiento tal y como señala la NOM-006-CNA-1997, a fin de comprobar su óptimo funcionamiento. Es importante señalar que los lodos resultantes serán recolectados por una empresa autorizada para su disposición final.

#### **II.2.10. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

Una vez concluida la vida útil del proyecto y en caso de no pretender solicitar la ampliación del proyecto, se llevará a cabo la remoción total de la infraestructura existente hasta sus cimientos, restableciendo la cubierta vegetal y restaurando en su caso, las áreas perturbadas.

**II.2.11. Programa de trabajo.** El proyecto se pretende construir en su totalidad en un período máximo de **2 años**. Ahora bien, en la etapa de operación del proyecto y por las características del mismo y su consecuente mantenimiento, se considera tenga un tiempo de vida útil de 50 años.

**Cuadro 2.9. Cronograma de actividades**

Etapa	Descripción de las actividades	Años										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	20	→ 50
<b>Preparación del sitio</b>	Trazo y nivelación											
	Despalme de la superficie de construcción											
<b>Construcción</b>	Cimentaciones y excavación											
	Construcción de la casa (incluye todas las obras descritas en el cuadro 2.2)											
	Instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas											
<b>Operación</b>	Ocupación											

#### **II.2.12. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones**

Los tipos de residuos que se generarán en las diferentes etapas del proyecto consisten principalmente en desechos vegetales, residuos sólidos, de construcción y de las aguas residuales. A continuación se describe de manera general el tipo de manejo y disposición adecuada que tendrán cada uno de ellos.

No obstante es importante señalar que durante el desarrollo de los siguientes capítulos se explica de manera detallada cada una de las medidas de mitigación y prevención que se implementarán para evitar la contaminación en el ecosistema.

**Cuadro 2.10.** Etapas del proyecto e infraestructura para el manejo y disposición de residuos. **Nota:** (P=Preparación, C= Construcción y O= Operación).

ETAPAS DEL PROYECTO			TIPO DE RESIDUOS	INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA
P	C	O		
X			Residuos vegetales	Los que se ubiquen en el área de afectación, serán triturados en el sitio y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el municipio.
	X		Residuos de construcción	Serán trasladados al sitio de disposición final que autorice el municipio.
X	X	X	Residuos sólidos	<p>Se colocarán contenedores rotulados y con tapa para la recepción de los residuos sólidos.</p> <p>Éstos serán depositados temporalmente en la casa, para su posterior disposición final en los sitios autorizados por el municipio.</p>
X	X	X	Aguas residuales	<p>Se contratarán sanitarios móviles durante la preparación y construcción del proyecto, quedando responsable del mantenimiento y disposición final de los efluentes la empresa contratada.</p> <p>Durante la operación del proyecto se instalará un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas, que consiste en un biodigestor y zanjas de filtración (para mayor detalle leer Apartado II.2. de este DTU.)</p>

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

A continuación se realiza la vinculación con los principales instrumentos jurídicos aplicables al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto.

### III.1. LEYES Y REGLAMENTOS

#### III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente.

La **Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente (LGEEPA)** en su **Artículo 28** señala lo siguiente: “*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...quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:...*

*VII. Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros...*”

Así mismo, el **Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**, señala en su Artículo 5º **Apartados O) y Q)** lo que a continuación se cita:

O) *Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:*

*Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario...en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores de 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo del arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial...*

**Vinculación con el proyecto:** El predio donde se desarrollará el proyecto es mayor de 1,000 m<sup>2</sup>, se pretende realizar la remoción de vegetación en una superficie mayor a 500 m<sup>2</sup> y existen especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que queda incluido en el apartado O de este Reglamento.

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros:

*Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general...que afecten ecosistemas costeros, con excepción de:*

- a) *los que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas*
- b) *las actividades recreativas cuando no requieran algún tipo de obra civil, y*
- c) *la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.*

**Vinculación con el proyecto:** En virtud de que el proyecto que se pretende desarrollar constituye una obra en el ecosistema costero y no se encuentra dentro de los supuestos de excepción, se somete a evaluación en materia del impacto ambiental esta obra.

### III.1.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable señala en su artículo 117 lo siguiente: “La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y que, los usos alternativos del suelo que se proponen sean más productivos a largo plazo...”

**Vinculación con el proyecto:** Como se describe en el capítulo VI de este estudio, el proyecto demuestra que no se comprometen la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y que, los usos alternativos del suelo que se proponen sean más productivos a largo plazo.

## Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El **Artículo 120** del Reglamento de la citada Ley establece que para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría y el cual contendrá lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
- II. Lugar y fecha;
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el Estudio Técnico justificativo, así como una copia simple de identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como una copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio de uso de suelo en el terreno respectivo, así como una copia simple para su cotejo...

**Vinculación con el proyecto:** para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo del Reglamento, se presenta el Documento Técnico Unificado con toda la documentación solicitada.

**ACUERDO por el que se expide los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.**

V. Trámite Unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B. Es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en la fracción VII mas las descritas en cualquier otra fracción prevista en la fracción V de dicho numeral

y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

**Vinculación con el proyecto:** Dado que el proyecto se encuentra dentro de los supuestos de la fracción VII y IX de la LGEEPA, corresponde presentar el Documento técnico Unificado en su modalidad B.

**Decreto por el que se adiciona un Artículo 123 BIS al Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

**Artículo 123 Bis.** “Para efectos de lo dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización.

La Secretaría deberá de integrar el programa, con base en la información sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, referidos en la fracción VIII del artículo 121 de este Reglamento.

Con base en la información proporcionada por el interesado en el estudio técnico justificativo, el programa deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los períodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento”.

**Vinculación con el proyecto:** Para dar cumplimiento a este artículo, se presenta en el anexo 6 el programa de rescate y reubicación de las especies de la vegetación forestal afectadas.

### III.2. PLANES Y PROGRAMAS

#### III.2.1. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE PROGRESO, YUCATÁN (publicado en el DOF el 31 de enero del 2007).

De acuerdo a lo señalado en el Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Progreso, se describen 58 paisajes o geosistemas, dentro de los cuales el proyecto sometido a evaluación quedaría incluido en el siguiente:

De acuerdo a lo señalado en el Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Progreso, se describen 58 paisajes o geosistemas, dentro de los cuales el proyecto sometido a evaluación quedaría incluido en el siguiente:

##### IA 202 Urbano/Veraniego (Chicxulub Puerto-Uaymitun).

Política ambiental: Aprovechamiento

Impacto ambiental: Alto

Vulnerabilidad: Alto

Usos sociales predominantes: turístico veraniego, campamento de pescadores, desarrollo urbano

Compatible: manejo de flora y fauna

Condicionado: Equipamiento, Infraestructura

Incompatible: Agricultura, pecuario, acuacultura, forestal, minería, extracción de arena, industrial.

Se propone que los grupos representantes de los usos predominantes y compatibles promuevan la conformación de un Comité de Usuarios del G80sistema Mixto 1A202.

Se plantea la actualización del Reglamento de Construcción del Municipio de Castro y definir la zona costera de 100 metros al sur del límite de Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, y establecer criterios de construcción acordes a garantizar la adecuada construcción y su permanencia a largo plazo, tomando en cuenta las afectaciones por deslave, Inundación, socavamientos, etc.

## Criterios de Uso y su vinculación con el proyecto

C1.-Queda prohibido la construcción, nivelación y alteración de la zona con vegetación de tipo duna costera pionera, así como el uso de arena, tanto de la primera duna móvil como de la zona federal marítimo terrestre.

**Vinculación con el proyecto:** *El proyecto se encuentra ubicado a una distancia de 131 metros de la línea de costa, por lo que no afectará la primera duna ni la zona federal marítimo terrestre, dando cabal cumplimiento a este criterio.*

C2.- Realizar un Programa de Concienciación hacia los operadores de maquinaria de cualquier otra actividad (urbana o turística), para que estos reduzcan al mínimo la superficie de afectación, desmontando estrictamente las áreas que se requieren; esto con la finalidad de disminuir la destrucción de hábitats, respetando la cobertura de vegetación original.

**Vinculación con el proyecto:** *Dentro de las medidas de mitigación propuestas en este DTU., se establecen áreas de conservación en una superficie de 843m<sup>2</sup> con vegetación nativa de duna costera en el predio.*

C4.- Llevar a cabo un Programada Reforestación de especies pioneras de duna costera y presentar a la PROFEPA, y al Consejo Municipal de Ecología los avances obtenidos de la ejecución del mismo. De la misma manera, el programa deberá generar acciones donde se considere necesario el rescate de aquellos organismos vegetales juveniles que puedan resistir el transplante, principalmente las especies incluidas en la NOM-059-ECOL-1994.

**Vinculación con el proyecto:** *Ya que el predio no se ubica en la zona de la primera duna, no es aplicable este criterio de reforestación. No obstante, se ha contemplado el rescate y reubicación de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal y como se muestra en el anexo 6 de este estudio.*

C5.- Realizar los trámites para obtener la(s) concesión(es) correspondiente, ante la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre de la SEMARNAT.

**Vinculación con el proyecto:** *No aplica ya que el predio donde se desarrollará el proyecto no colinda con la ZOFEMAT.*

C6.-Disponer suficientes contenedores de basura con tapa, para uso de los turistas y del personal.

**Vinculación con el proyecto:** *El proyecto contempla el uso de contenedores para los residuos sólidos que se generen en la casa, cuyo destino final será el que determine el municipio.*

7.- En el caso de palapas que ocupen la zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar, se deberá contar con la autorización de ocupación por parte de las oficinas de Zona Federal y deben contar con los permisos para el aprovechamiento de madera y huano, emitido por las autoridades correspondientes, o en su caso, una copia de los permisos del aprovechamiento de huano y madera de la persona o empresa que le distribuya este recurso.

**Vinculación con el proyecto:** *No aplica ya que el proyecto no ocupa la ZOFEMAT ni terrenos ganados al mar. De igual forma, no se pretende utilizar huano y madera en sus instalaciones. No obstante en caso de requerirse a futuro por alguna ampliación o modificación del proyecto, se solicitará la copia del permiso a la empresa vendedora.*

C8.- Depositar de manera periódica los residuos sólidos generados, en los sitios que determine la autoridad local competente.

**Vinculación con el proyecto:** *Se acatará cabalmente este criterio, por lo que los residuos sólidos generados en las diferentes etapas del proyecto serán dispuestos en los sitios que determine la autoridad.*

C12.- Suspender las actividades de cualquier proyecto en caso de detectarse huracanes y/o eventos similares.

**Vinculación con el proyecto:** *Se cumplirá este criterio en caso de presentarse dichos eventos.*

C13.- Garantizar el libre paso por la Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

**Vinculación con el proyecto:** No aplica al proyecto, ya que éste se encuentra 131 metros aproximadamente de la línea de playa

### III.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO COSTERO DEL ESTADO DE YUCATÁN (DECRETO 138/2015)

El área donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra dentro del ámbito de regulación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 14 de octubre del 2015.

De acuerdo con lo señalado en el Decreto número 138 por el que se modifica el Decreto 160 en el que se formula y expide el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra incluido en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA): **PRO08-BAR\_AP1** ubicada en la localidad de Chicxulub Puerto, municipio de Progreso, dentro del paisaje de **isla de barrera**, cuya política ambiental es de “**Aprovechamiento sustentable de baja intensidad**”.



Figura 3.1. Unidad de Gestión Ambiental donde se encuentra ubicado el proyecto.

#### USOS COMPATIBLES

1. Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.
2. Aprovechamiento doméstico de flora y fauna
3. Apicultura.

4. Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.
9. Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales)
20. Turismo de muy bajo impacto (pasadía, palapas, senderos, pesca deportiva en mar o ría, observación de aves, fotografía, acampado).
21. Turismo alternativo (hoteles, vivienda unifamiliar y servicios ambientalmente compatibles)
22. Vivienda unifamiliar
23. Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
25. Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

A continuación se describen cada uno de los criterios establecidos en dicha UGA y su correspondiente vinculación con el proyecto:

**Cuadro 3.** Criterios aplicables al proyecto y su respectiva vinculación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
5	<p>Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo</p>	<p><b>El proyecto acatará esta disposición, ajustándose a la extracción máxima de agua de hasta 2l/s.</b></p>

	establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	
9	La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autorizaciones municipales y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, con excepción de las zonas de acumulación en las escolleras orientales de los puertos de abrigo habilitadas como bancos de préstamo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aquellos que se encuentren en zonas federales, en cuyo caso, deberán contar con autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en aquellas que se encuentren en áreas naturales protegidas, deberán contar con la autorización de la dirección de la reserva.	<b>El proyecto no llevará a cabo la extracción de arena.</b>
10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.	<b>Existe un Programa de Desarrollo Urbano en el municipio donde se pretende desarrollar el proyecto, por lo que se realizará la vinculación correspondiente en este capítulo.</b>
11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos naturales, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la	<b>Se somete a evaluación de esta Secretaría, la propuesta de una barda con espacios abiertos en la parte</b>

	autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	<b>colindante al suelo a fin de permitir el libre paso de la fauna silvestre. Ver figura 3.1A</b>
12	La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte del litoral, tales como espigones, espolones, escolleras, geotubos y bardas, que obstruyan o modifiquen los cauces principales del flujo y reflujo de marea, así como proyectos de restitución de playas, quedarán restringidas y sujetas a evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la presentación de un programa de monitoreo y mantenimiento de transporte litoral de sedimento.	<b>No aplica al proyecto ya que no contempla la realización de alguna de estas obras.</b>
19	Las autorizaciones de construcción de hoteles, condominios, villas, casas-habitación, desarrollos habitacionales y urbanos, piscinas, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles y calles de los predios ubicados frente a la playa requerirán de una delimitación de la zona federal marítimo terrestre y los promotores deberán identificar en un plano topográfico la primera duna, o en su caso, la presencia de matorral costero, el cual deberá ser protegido, por lo que no nivelarán ni destruirán la primera duna y respetarán la vegetación rastrera y de matorral existente tanto en la duna como en la playa. Se exceptúa de este criterio la instalación de estructuras que no requieran de cimentación y que sean desmontables y fácilmente removibles mantenimiento la	<b>El predio no se encuentra ubicado frente a la playa por lo que no le aplica este criterio.</b>

	<p>condición de protección total a la vegetación de duna presente.</p> <p>Estos criterios aplican también a los permisos para ampliación, remodelación, o reconstrucción de edificaciones preexistentes, los cuales también requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental.</p>	
20	<p>Para las autorizaciones de construcción de predios ubicados frente a la playa cuyas dimensiones no les permitan cumplir con la disposición señalada en el criterio anterior, podrán optar por sistemas de construcción elevados sobre pilotes, que mantengan la duna y la vegetación previa evaluación en materia ambiental.</p>	<p><b>El predio no se encuentra ubicado frente a la playa por lo que no le aplica este criterio.</b></p>
21	<p>En caso de que la primera duna esté alterada o poco definida, las construcciones deben incluir trampas de arena para reconstruirla; si la vegetación está alterada, es escasa o inexistente, la obra debe incluir la reforestación con vegetación rastrera y de matorral desde la duna hasta la playa.</p>	<p><b>El predio no se encuentra ubicado frente a la playa por lo que no le aplica este criterio.</b></p>
22	<p>Las construcciones en la barra arenosa de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios deberán sujetarse al procedimiento del cálculo de la capacidad de carga (anexo I), se podrá exceptuar los resultados del anexo I en los predios cuya capacidad de carga sea menor que el resultado del estudio de contexto. Las construcciones de apegarán a los reglamentos de construcción municipales, en su caso. En paisajes fuera de la barra arenosa, los desarrollos de tipo habitacional, turístico comercial y de servicios no requerirán del análisis del anexo I. En todos los casos se requerirán evaluaciones de impacto ambiental.</p>	<p><b>En el anexo 4 se presentan los resultados del estudio de capacidad de carga, ajustando el diseño del proyecto a las dimensiones y altura permitidas en dicho estudio.</b></p>
23	<p>El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de</p>	<p><b>El diseño de la construcción ha</b></p>

	250 Km/h.	contemplado este criterio.
24	La altura máxima de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga determinada por el anexo I o el estudio de contexto será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares que pudiera establecerse en la superficie máxima de aprovechamiento para el desarrollo, es decir el número máximo de lotes que puede ser distribuidos de manera horizontal o vertical. Se tomará como base para este cálculo lotes con una superficie mínima de 300 m <sup>2</sup> y las restricciones por concepto de vialidades o circulaciones y áreas de destino o áreas comunes. Para el cálculo de altura en metros, se tomará como base que la altura máxima por piso se considerará de tres metros. En el caso de vivienda unifamiliar, la altura máxima de dicha vivienda será de diez metros.	Tal y como se observa en el plano de cortes y fachadas presentado en el anexo 2, la altura máxima de la casa será de 5 metros y un piso, por lo que se cumple con el criterio.
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.	El proyecto no es un desarrollo urbano ni turístico sino una casa habitación. Sin embargo, se presentan las medidas de mitigación que involucran el manejo adecuado de los residuos sólidos en todas las etapas del proyecto.
30	Los accesos peatonales a la playa, ya sean públicos o privados, deberán consistir en andadores elevados sobre pilotes para no	El predio no se encuentra ubicado frente a la playa por lo

	destruir la vegetación fijadora de la arena o accesos serpenteados no mayores a 1.5 m de ancho.	que no le aplica este criterio. Para el acceso a la playa, se utilizará el camino de arena existente.
31	Las áreas actuales ocupadas por desarrollos turísticos, vivienda y las de futura expansión, deberán contemplar el acceso al público a la Zona Federal Marítimo Terrestre, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, recomendándose distancias máximas de 200m.	El predio no se encuentra ubicado frente a la playa por lo que no le aplica este criterio.
32	La SEMARNAT dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos motorizados, así como la realización de actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, áreas de anidación de tortugas marinas y la porción correspondiente a la primera duna costera, salvo en casos de inspección, vigilancia y emergencias.	El proyecto no contempla la utilización de vehículos motorizados ni alguna otra actividad que ponga en peligro la zona de anidación de las tortugas marinas, por lo que acatará esta disposición.
33	Con objeto de no perturbar a las tortugas marinas durante el periodo de anidación y eclosión, se debe restringir la iluminación directa al mar y a la playa durante dicho periodo.	Se acatará esta disposición a cabalidad, aunque el predio no se encuentra ubicado frente a la playa.
34	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas durante el periodo de anidación y eclosión, se controlará el acceso a las playas tortugueras durante dicho periodo.	Se acatará esta disposición a cabalidad.

35	De acuerdo con el artículo 122, fracción VI, de la Ley General de Vida Silvestre, se considera una infracción el manejar ejemplares de especies exóticas fuera de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado. Solo en casos justificados o de ornato se permitirá el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera	<b>El proyecto no contempla la utilización de especies de flora exóticas en el proyecto, por lo que acatará esta disposición.</b>
37	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos lagunares con el mar requerirán de evaluación en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los términos de lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, excepto cuando tengan como finalidad el drenaje de cuerpos lagunares o charcas salineras derivados de fenómenos hidrometeorológicos severos.	<b>No aplica al proyecto, ya que no se pretenden realizar ninguna de estas actividades.</b>
38	Las vialidades de acceso público a las playas deberán mantener su permeabilidad por lo que cualquier propuesta de recubrimiento o pavimentación deberá cumplir con este requisito.	<b>No aplica al proyecto, ya que no se pretenden realizar ninguna de estas actividades.</b>
39	La construcción de nuevos caminos así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares.	<b>No aplica al proyecto ya que no se contempla la construcción y/o ensanche de nuevos caminos.</b>

	A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/o puentes en los cauces principales de agua.	
40	El uso de fuego deberá considerar las regulaciones que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley de Prevención y Combate de Incendios agropecuarios y Forestales del Estado de Yucatán.	<b>No aplica al proyecto, ya que no se pretenden realizar ninguna de estas actividades.</b>
41	Dada la vulnerabilidad y fragilidad del sitio, no se permite la construcción de campos de golf.	<b>El proyecto no contempla la construcción de campos de golf por lo que se cumple con esta disposición.</b>
55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuestos en el Artículo 121 de la LGEEPA.	<b>El proyecto cuenta con un sistema de tratamiento de las aguas residuales sin que éstas sean vertidas a un pozo de absorción (ver descripción detallada en el apartado III.3).</b>
57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorreadores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previniendo la separación de aguas grises de	<b>El proyecto contempla sistemas ahorreadores de agua así como un sistema de tratamiento de las aguas residuales (ver descripción detallada en el apartado III.3).</b>

	las negras.	
<b>58</b>	Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes pesticidas y se deberá fomentar el uso de productos ambientalmente compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico.	<b>El proyecto no contempla el uso de estas substancias, por lo que se cumple con este criterio.</b>
<b>61</b>	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	<b>Todos los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen en las diferentes etapas del proyecto serán trasladados a los sitios autorizados por la autoridad municipal. Así mismo, no se contempla la generación de residuos peligrosos, tóxicos y/o biológico-infecciosos en este proyecto.</b>
<b>63</b>	Los residuos de la actividad pesquera como eviscerados, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en dicha actividad, están regulados por la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que su disposición en las playas está restringida.	<b>No aplica ya que no se trata de una actividad pesquera.</b>
<b>64</b>	No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizales.	<b>En el sitio donde pretende desarrollarse el proyecto no existen humedales y/o cuerpos de agua, ni se pretende realizar el vertimiento de salmueras.</b>



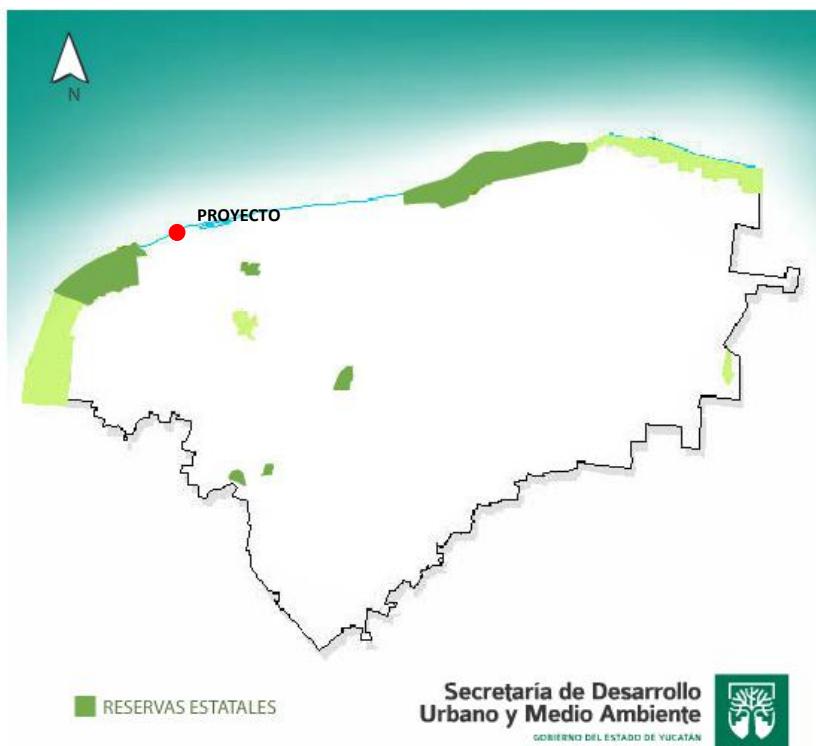
**Fig. 3.1. A. Propuesta de barda perimetral para el predio.**

## RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CAPACIDAD DE CARGA

El método utilizado y análisis a detalle se presentan en el anexo 4 de este DTU. A continuación se presentan los resultados obtenidos de dicho análisis: El valor obtenido del CCR se entiende como la superficie máxima de aprovechamiento para el desarrollo, que para este proyecto sería de **970 m<sup>2</sup>**, lo que representaría el 71% de la superficie total del predio. El proyecto sometido a evaluación solicita la ocupación de una superficie total de **511 m<sup>2</sup> y un piso**, lo que representará el 37% de la superficie total del predio, lo que **se encuentra por debajo del valor permitido por Ley, por lo que el proyecto cumple con lo establecido en este Ordenamiento**. Es importante señalar que no se llevó a cabo el cálculo de la Capacidad de carga habitacional efectiva (CCE), ya que este análisis aplicará cuando se trate de desarrollos habitacionales y conforme a las definiciones descritas en la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán, este proyecto no se encuentra dentro de los supuestos de Ley.

### III.2.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El proyecto no se encuentra ubicado en algún Área Natural Protegida (ANP) de competencia Estatal y/o Federal, tal y como puede corroborarse en la siguiente figura emitida por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, donde se indica la ubicación de las ANP's dentro del estado.



**Figura 3.2** Ubicación del proyecto con respecto a las ANP's presentes en Yucatán

### III.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

**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.**

En la caracterización de la vegetación y fauna realizada en el predio donde pretende desarrollarse el proyecto se obtuvieron los siguientes resultados: Se registraron cuatro especies de flora incluidas en la citada Norma: *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii*, *Mammillaria gaumeri* y *Conocarpus erectus*.

Como se observa en la siguiente figura, la mayoría de las especies protegidas se encuentran dentro del área de conservación del proyecto. Únicamente dos individuos de *M. gaumeri* estarían en el área de afectación, por lo que se espera que los trabajos de rescate y reubicación de los individuos de las especies protegidas sean mínimos.



Figura 3.3. Ubicación de las especies protegidas dentro del predio.

Es muy importante señalar que se registró únicamente un individuo aislado de *Conocarpus erectus* y éste se ubica dentro del área de conservación, por lo que no será afectado. Contrario a lo reportado en otros estudios para esta zona de matorral de duna, es la primera vez que se registra esta especie, probablemente debido a la dispersión accidental de sus semillas por aves, haciendo hincapié de que se trata de un individuo aislado, por lo que no conforma una comunidad de manglar.

En cuanto a la fauna se registraron cinco especies que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos de ellas (*Campylorhynchus yucatanicus* y *Doricha eliza*) se encuentran en la máxima categoría de protección y únicamente se distribuyen en la parte norte de la Península de Yucatán.

*Campylorhynchus yucatanicus* se alimenta básicamente de insectos que busca debajo de piedras y hojas secas. Anida en arbustos densos con fibras naturales, por lo que al conservar el 62% de la vegetación del predio, se espera pueda seguir haciendo uso del sitio, sobre todo porque este porcentaje estará ubicado en su mayoría en la zona más densa del matorral de duna.

Por su parte, *Doricha eliza* fue detectada en el predio visitando algunas de las siguientes plantas que se sabe utiliza para alimentarse, por lo que al conservarlas se espera pueda seguir haciendo uso del sitio.

**Cuadro 3.1. Especies de plantas que utiliza *Doricha eliza* (MacKinnon, 2005)**

Especie	Nombre común	Uso
<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite, siricote de playa	Néctar como alimento.
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón, pi'its il	Néctar como alimento.
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan de monte, tupkin	Néctar como alimento.
<i>Passiflora foetida</i>	XPOCH, poch'k'aak	Néctar sirve de alimento

#### **NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.**

Para cumplir con lo señalado por esta norma, durante la etapa de construcción del proyecto se realizará la contratación de letrinas portátiles, siendo la empresa contratada la encargada de dar limpieza y mantenimiento. Durante la operación del proyecto se instalará un biodigestor cuyas especificaciones de diseño y funcionamiento cumplen con lo establecido en la NOM-006-CONAGUA-1997.

Este sistema incluye un tratamiento preliminar de las aguas residuales de tipo doméstico, consistiendo en una fosa séptica prefabricada completamente hermética, que estará conectada a la red hidrosanitaria de la casa, que al recibir las descargas de aguas residuales y retenerlas un periodo determinado ocasionará la separación parcial de los sólidos suspendidos, digerirá una fracción de la materia orgánica presente y retendrá temporalmente los lodos, natas y espumas generadas.

La fosa séptica prefabricada, de acuerdo a las especificaciones técnicas de la marca comercial, está compuesta por una cámara de digestión y un ascendente, dispone de una tapa para inspección y mantenimiento, y está diseñada para dar servicio a 5 personas en áreas urbanas y 8 personas para medio rural.

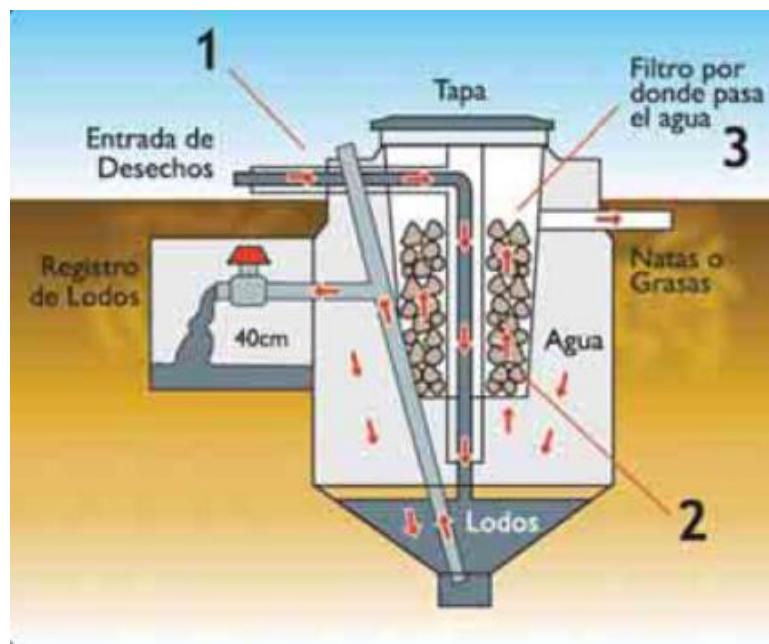


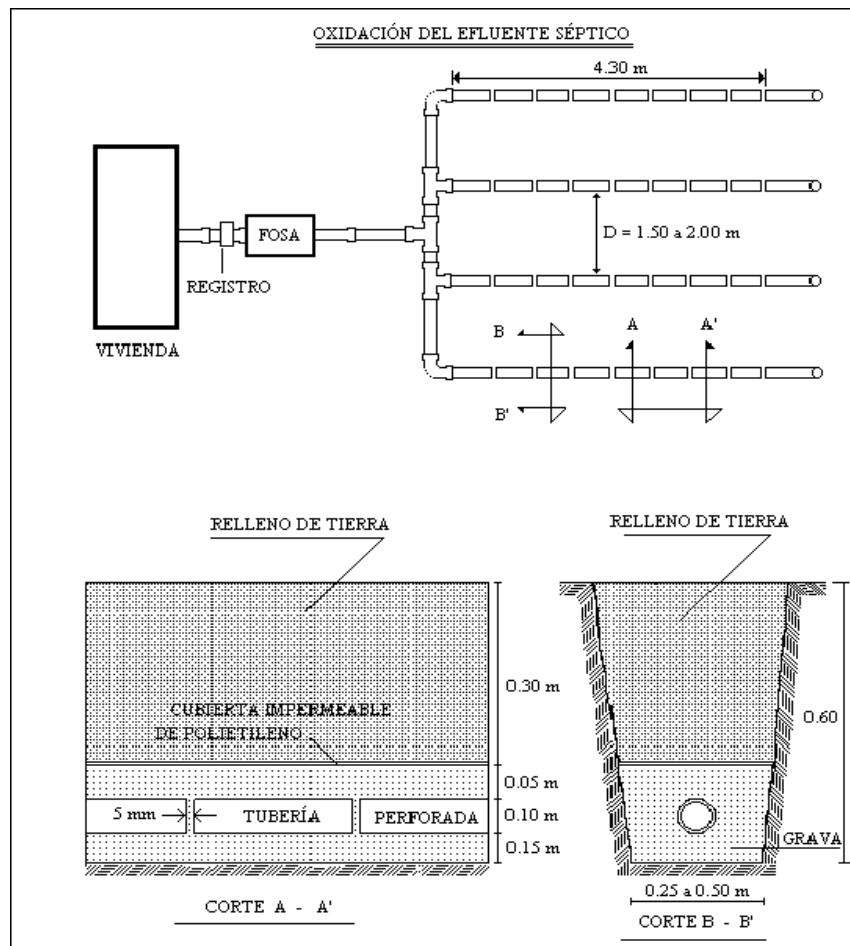
Fig. 3.3. Esquema del biodigestor a utilizar para el tratamiento de las aguas residuales.

En virtud de que el biodigestor efectúa únicamente un proceso preparatorio en la depuración de las aguas residuales domésticas, se propone realizar un tratamiento al efluente mediante **zanjas de infiltración**.

La zanja de infiltración recibe directamente el efluente del biodigestor y está conformada por una serie de tuberías, que estarán colocadas en unas zanjas de 25 cm. de ancho (dimensión mínima recomendada) a 60 cm. de profundidad, y con un espaciamiento entre cada una de 1.50 m. La construcción de la zanja de infiltración contará con los siguientes materiales: Grava o piedras trituradas de granulometría variable (entre 20 y 50 mm.), tubería de 100 mm. de diámetro con perforaciones y una cubierta impermeable de polietileno.

Las tuberías serán instaladas sin juntar con las aberturas de 0.05 m. Para evitar obstrucciones, se recubrirán las juntas en la parte superior con una nueva capa de grava o piedras trituradas de manera que cubra los tubos y deje una capa de 50 mm. de espesor mínimo por encima del borde superior de la tubería.

Posteriormente se colocará la cubierta impermeable de polietileno, cuya función será mantener el lecho de grava libre de partículas de tierra y finalmente, cubrir la zanja con una capa de tierra compactada de 0.30 m. de espesor mínimo para aislar la zanja. Cabe aclarar que el agua de cada piscina será descargada a este sistema de tratamiento. Es importante señalar que los lodos resultantes serán recolectados por una empresa autorizada para su disposición final.



**Figura 3.4.** Zanjas de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales.

### III.4. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (CONABIO)

El proyecto se encuentra dentro de la denominada Región Terrestre Prioritaria No. 145, tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.5. Regiones Terrestres Prioritarias. Región Sureste.

### III.5. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (CONABIO)

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Zona Marina Prioritaria No. 61 denominada “Sisal-Dzilam”.

Problemática:

- Modificación del entorno: daño al ambiente por remoción de pastos marinos, arrastres camarones y perturbación de fondos, así como por embarcaciones en general y por asentamientos irregulares.
- Uso de recursos: presión sobre crustáceos y peces (pesca intensiva). Hay pesca ilegal, tráfico de especies y saqueo de huevos de tortuga.

Conservación: Se considera que por su actividad pesquera intensiva y su potencial turístico creciente, debe elaborarse un programa de manejo de recursos, monitoreo y conservación de zonas naturales.



Figura 3.6. Ubicación de las Regiones marinas prioritarias en México.

### III.6. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (CONABIO).

El proyecto se encuentra dentro del Área de Importancia para la Conservación de Aves denominada Ichka'Ansijo, cuyas principales amenazadas son la deforestación, ganadería, agricultura, turismo, desarrollo urbano, entre otros.

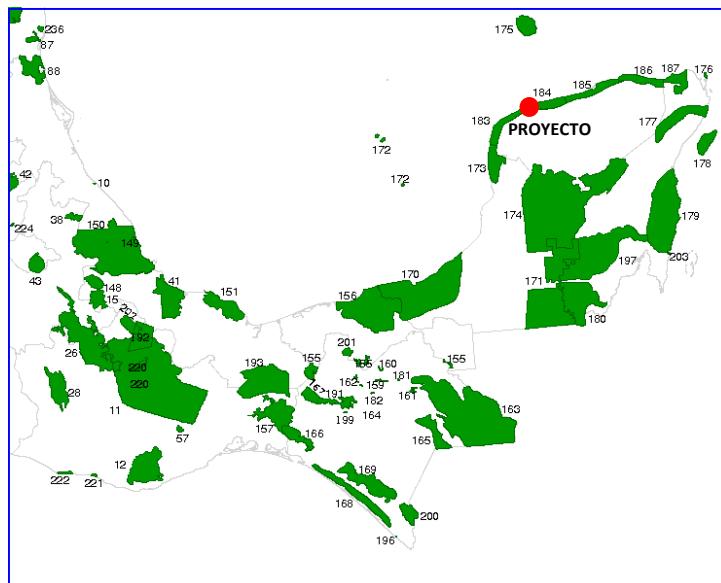


Figura 3.7. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.

**Vinculación con el proyecto:** La clasificación de estas áreas por parte de la CONABIO se realiza con el fin de fomentar una estrategia de promoción a nivel nacional e internacional para el conocimiento de la biodiversidad de país, pero no involucra el establecimiento de restricciones o regulaciones ambientales como tal.

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

### IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

En la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental sector turismo, se señala que para delimitar el área de estudio se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico. Sin embargo, no se espera que los principales impactos ambientales generados por el proyecto sometido a evaluación, puedan englobar una superficie tan amplia como la que representa la UGA PRO08-BAR-AP1. Por lo tanto, se optó por llevar a cabo una delimitación propia del área de estudio con base en los siguientes criterios urbanísticos. Se realiza la aclaración que para fines de este estudio, se emplearán como sinónimos los términos de “sistema ambiental”, “cuenca” y “área de estudio”.

Como se observa en la figura No. 4.1, el margen Sur del sistema ambiental queda definido por la carretera federal Progreso-Telchac Puerto, ya que ésta constituye en sí misma una barrera física; la zona Norte tiene como frontera la parte marina que forma parte de otro tipo de ecosistema al que se somete a evaluación; el límite Este corresponde al límite de la UGA PRO08-BAR-AP1 y el costado Oeste termina justo antes de que la barra arenosa se reduzca drásticamente, ya que ahí las condiciones ambientales serían diferentes a la zona donde se llevará a cabo el proyecto.



Figura 4.1. Delimitación del sistema ambiental a evaluar.

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA).

Para el desarrollo de esta sección se analizaron de manera integral los elementos del medio fisicoquímico y biótico del sistema ambiental que se consideraron tendrían alguna interacción relevante con el proyecto, tales como los que a continuación se citan y describen:

### Elementos fisicoquímicos

**Suelo:** El tipo de suelo presente en el sistema ambiental es el mismo al identificado en el área de influencia y en el sitio del proyecto y corresponde a arena caliza casi pura con pocas partículas de arcilla que retienen la humedad y los nutrientes. El nitrógeno es escaso por la nula descomposición de materia orgánica. El agua de lluvia se filtra rápidamente en este tipo de suelo y en ausencia de vegetación la arena se transfiere tierra adentro formando montículos conocidos como “dunas móviles”. Cuando las dunas se cubren de vegetación, las raíces fijan la arena y se acumula materia orgánica, iniciando la formación del suelo.

**Agua subterránea:** En el sistema ambiental evaluado, la porosidad de la arena permite la recarga de agua en época de lluvias; el agua de lluvia se filtra y se colecta por encima del agua salada debido a la diferencia de densidad, por lo que este acuífero es la única fuente de agua dulce. Por las características del flujo de las aguas subterráneas, las amenazas de contaminación por aguas residuales pueden repercutir en la fuente principal de agua potable.

### Elementos bióticos

**Vegetación terrestre:** La vegetación dentro del sistema ambiental corresponde al de duna costera, representado por una zona de pioneras y la de matorral costero. Para realizar una caracterización a detalle de las especies de flora presentes y a fin de poder comparar con los datos obtenidos en el predio, se utilizó un muestreo de dos cuadrantes de 10 x 10 m (100m<sup>2</sup>) cada uno, localizados en la zona de matorral de duna (como el caso del proyecto) y las siguientes coordenadas:



Figura 4.1A. Ubicación de los sitios de muestreo como referencia de la cuenca (sistema ambiental).

Cuadro 4.1.- Especies registradas en el sistema ambiental.

Especies	No. de individuos
<i>Mammilaria gaumeri</i>	3
<i>Semialarium mexicanum</i>	14
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	56
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	18
<i>Thrinax radiata</i>	24
<i>Agave angustifolia</i>	11

Especies	No. de individuos
<i>Gossipium hirsutum</i>	3
<i>Coccothrinax readii</i>	1
<i>Opuntia stricta</i>	3
<i>Metopium brownei</i>	5
<i>Lantana involucrata</i>	1
<i>Cascabela gumeri</i>	2
<i>Chysobalanus icaco</i>	2
<i>Malvaviscus arboreus</i>	2
<i>Sideroxylon americanum</i>	1
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	1
<i>Bonellia macrocarpa</i>	1
<i>Chamaecrista chamaecristoides</i>	1
<i>Whalteria americana</i>	1

### Diversidad en el sistema ambiental.

La biodiversidad o diversidad biológica puede definirse como la variedad y abundancia de especies en una unidad definida de estudio e incluye varios niveles de la organización biológica tales como: la diversidad de especies de plantas y animales que viven en un sitio, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.

También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes (Magurran 2004<sup>2</sup>, CONABIO, 2014<sup>3</sup>). Se realizó una estimación de la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener, siendo que este tipo de modelos es un medio efectivo para evaluar los patrones observados de la composición de especies y la diversidad (Magurran, 2004<sup>1</sup>). Los resultados de diversidad para las especies de flora el sistema ambiental son los siguientes:

Muestra	Riqueza	No indiv /ha	Shannon (H')	Simpson
Cuenca 1	10	10,800	1.537	3.037
Cuenca 2	9	4,200	1.707	4.393

Más adelante en este capítulo se realizará una comparación de los datos obtenidos en el sistema ambiental con relación al predio, realizando los análisis y conclusiones correspondientes.

#### Fauna terrestre en el Sistema Ambiental:

La caracterización de la fauna en el sistema ambiental se realizó a través del establecimiento de 2 transectos lineales cuyo recorrido inició a las 09:00 am y concluyó a 12:00 horas con un esfuerzo de muestreo de 3 horas/persona. A continuación se definen las dimensiones y ubicación de cada uno de los transectos:

TRANSECTOR	DIMENSIONES	UBICACIÓN	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
T2 	757 metros lineales	Área influencia	X:233173 Y:2357259 X:233289 Y:2357282
T3 	1000 metros lineales	Sistema ambiental	X:233244 Y:2357552 X:234009 Y:2357767

<sup>2</sup> Magurran, A. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell publishing company. Oxford, Australia. 256 pp.

<sup>3</sup> Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Consulta electrónica realizada con fecha 3 de marzo de 2014.  
[http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que\\_es.html](http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html)

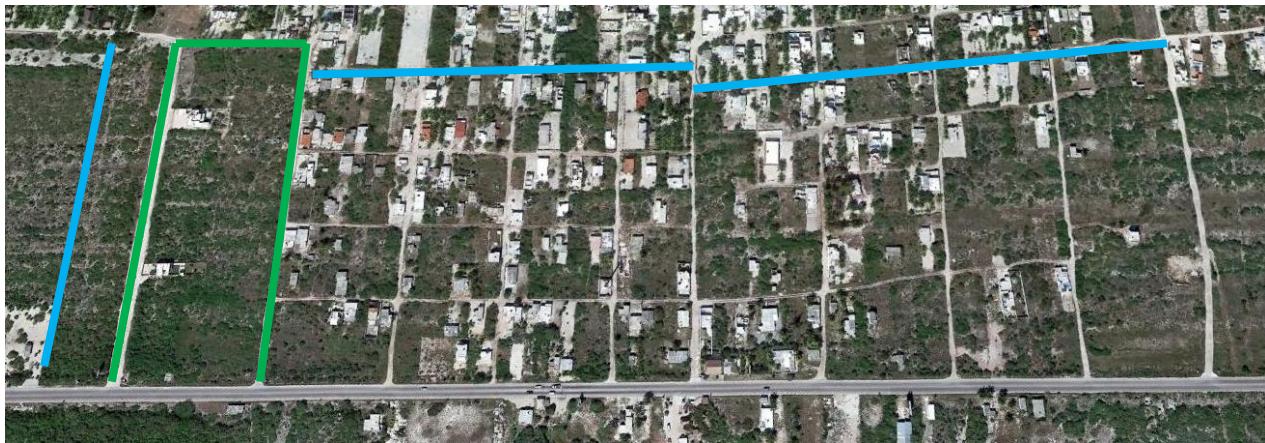


Figura 4.6. Ubicación de los transectos realizados para la caracterización de la fauna

Como se observa en la figura anterior, los transectos se realizaron en el área de influencia y parte del sistema ambiental a fin de comparar los resultados registrados con los obtenidos únicamente en el predio. La metodología utilizada es la misma que para el predio (la cual se describe a detalle más adelante).

Cuadro 4.5A. Fauna reportada en el Sistema ambiental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	NOM059
TEIIDAE	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	1	N/E
TEIIDAE	<i>Ameiva sp.</i>	-----	1	N/E
IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	8	A
COLUMBIDAE	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	1	N/E
COLUMBIDAE	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	9	N/E
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	2	N/E

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	NOM059
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	16	N/E
HIRUNDINIDAE	<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	3	N/E
ICTERIDAE	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano (Cau)	12	N/E
ICTERIDAE	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado	3	N/E
FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	1	N/E
PSITTACIDAE	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio	7	Pr
PELECANIDAE	<i>Pelicanus occidentales</i>	Pelícano pardo	1	N/E
RAMPHASTIDAE	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1	N/E
TROCHILIDAE	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	1	N/E
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	siriri	6	N/E
CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	N/E

### Índices de Riqueza Específica

Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el 'número total de individuos observados' o (n), que se incrementa con el tamaño de la muestra. Entre estos índices se destacan el índice de Margalef (1958)

$$I = (S-1)/\ln N$$

Donde  $I$  = biodiversidad

$S$ = número de especies presentes

$N$ = número total de individuos encontrados pertenecientes a todas las especies

$$I = (17-1)/\ln 74$$

$$I = 3.71$$

### **Conclusiones de la fauna registrada en el sistema ambiental**

El sistema ambiental representa un sitio de mediana diversidad, con la presencia de especies indicadoras de perturbación como es el caso de *Quiscalus mexicanus*, cuyo número de individuos fue mayor que para las otras especies observadas. De acuerdo a la literatura, se sabe que esta especie suele desplazar a otras aves endémicas de la región que comúnmente utilizan este ecosistema como sitio de refugio, alimentación, paso, reproducción y/o crianza.

Como se observa en la figura 4.1 y 4.2, el sistema ambiental y área de influencia presenta muchas áreas ocupadas con infraestructura, aun en las zonas de matorral de duna, lo que puede influir en el desplazamiento de las especies hacia zonas más conservadas.

#### IV.3. Delimitación del área de influencia y señalamiento de la problemática ambiental detectada.

Entendiendo el área de influencia como la zona geográfica dentro de la cual los impactos ambientales ocasionados por el proyecto se producirán de manera directa y con mayor intensidad, se propuso delimitar dicha área con base en los siguientes criterios urbanísticos-ambientales: el límite Norte y Sur al igual que en el sistema ambiental quedará definido por la zona marina que constituye otro tipo de ecosistema y la carretera. El lado Este y Oeste quedará delimitado por la calle de arena más próxima al predio que podría ser utilizada como vía alterna de acceso en alguna de las etapas del proyecto.



Figura 4.7. Delimitación del área de influencia del proyecto.

El área de influencia del proyecto conserva gran parte de la vegetación propia de matorral de duna, pero la zona de las pioneras ya es prácticamente inexistente por la presencia de casas de playa. La principal problemática ambiental que se observa en el área de influencia es la presión antropogénica que está reduciendo la cobertura vegetal. La construcción de algunas casas en esta zona no parece haber respetado la vegetación nativa de matorral, por lo que de seguir esta tendencia, este fragmento de vegetación quedará reducido a parches tan insignificantes que la fauna ya no podrá hacer uso de ellos.



Fig. 4.8. Construcción de casas en el área de influencia del proyecto donde la vegetación de matorral de duna ha sido eliminada en su mayoría.

#### **IV.4. Caracterización del sitio donde se desarrollará el proyecto.**

Una vez descritas las condiciones ambientales que presenta el sistema ambiental y el área de influencia del proyecto, a continuación se realizará una caracterización detallada del sitio donde pretende desarrollarse el proyecto:

#### IV.4.1 Caracterización de flora

##### Aspectos Generales.

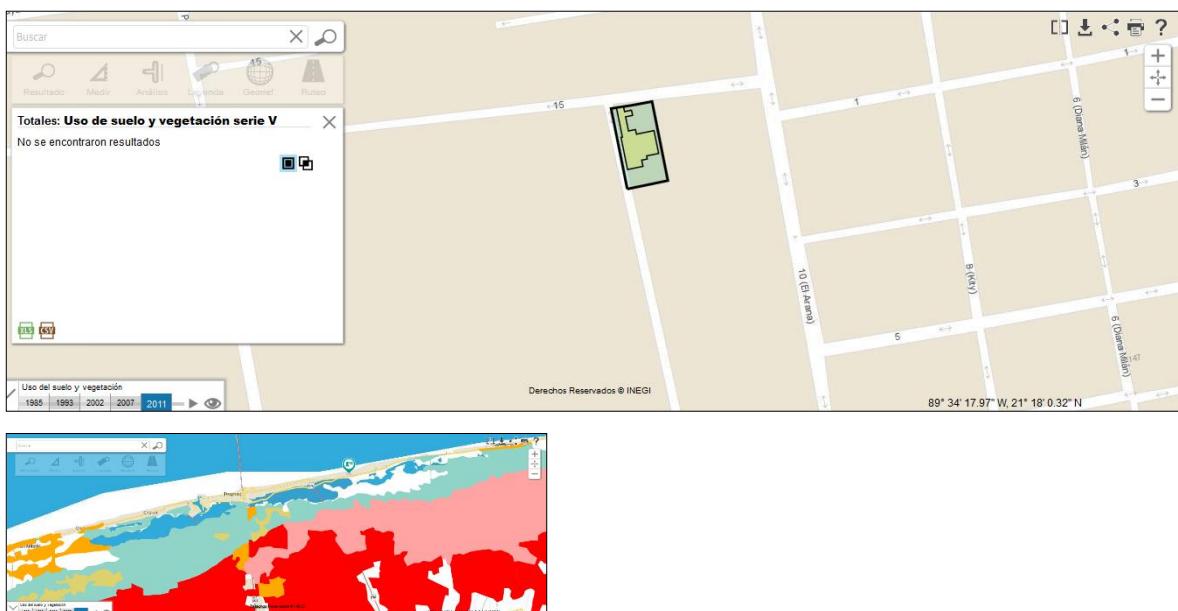
De acuerdo a Espejel y Rodríguez (1981) y Espejel (1982; 1983), en el área del proyecto la vegetación potencial es la denominada Vegetación de dunas costeras, la cual puede dividirse en dos tipos principales: 1) la zona de pioneras con halófitas anuales localizada entre la línea de costa y lo que se llama primera duna con pendiente hacia sotavento, y el otro tipo denominado 2) matorral con especies arbustivas que puede tener espinas o carecer de ellas.

La zona de pioneras corresponde a la vegetación que se encuentra en las playas y la cual crece básicamente sobre arena móvil. En ella las especies de plantas son herbáceas, tolerantes a medios de extrema salinidad, viento muy fuerte y la acción de las mareas altas. Las más comunes son: el ts'aykan (*Sesuvium portulacastrum*), ts'aypek (*Suaeda linearis*), hawayche' (*Ageratum littoralis*), kabal chunuup (*Portulacca oleracea*), ch'ilixtux (*Lycium carolinianum*), chaknuk (*Tribulus cistoides*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), *Canavalia rosea*, *Euphorbia buxifolia*, *Cakile lanceolata*, *Atriplex canescens*, *Sporobolus virginicus*, *Distichlis spicata* y *Ambrosia hispida*. La mayoría de estas especies presentan poco crecimiento vertical y mucho lateral, adquiriendo un hábito de tipo postrado. En esta zona el movimiento de arena y la salinidad son los factores limitantes de la distribución de las especies.

Por otra parte la zona de matorrales presenta, a su vez, dos fases de desarrollo de la vegetación: la primera se establece frente a la playa y constituye una barrera de arbustos rompevientos, de hojas suculentas y follaje denso, cuyas principales especies son *Suriana maritima*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Ernodea littoralis* y *Scaevola plumieri*. La otra fase corresponde al interior de la duna, en una zona donde la arena se encuentra más fija y la altura de la vegetación varía entre 3 y 5 m, las especies más comunes en esta zona son el hulub (*Bravaisia berlandieriana*), akits (*Thevetia gaumeri*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*), anacahuita (*Cordia sebestena*), Caimitillo (*Sideroxylon americanum*), Siit (*Jacquinia aurantiaca*), *Caesalpinia vesicaria*, chechem (*Metopium brownei*), *Pithecellobium keyense*, *Lantana involucrata*, *Erithalis fruticosa*, *Gossypium hirsutum* y *Agave angustifolia*.

Debido a que el terreno caracterizado presenta una distancia de al menos 130 m con respecto a la línea de costa, no se observa una zona de pioneras, no obstante la cobertura herbácea incluye algunas de las especies típicas de esta zona, principalmente *S. portulacastrum* y otras generalistas en menor abundancia, como es el caso de *S. linearis* y *Dactyloaenium aegyptium*, esta última, de hábitos ruderales y de amplia distribución en la península. De igual forma en el predio de interés se observan remanentes de vegetación de matorral interior de duna, cuya estructura ha sido modificada por el uso de suelo urbano que impera en las colindancias inmediatas, observándose un predominio del caimitillo (*Sideroxylon americanum*), Sak chuum (*Croton punctatus*) y algunos arbustos de anacahuita (*Cordia sebestena*) de hasta 3.5 m de altura, dispersos en la porción norte del predio.

De acuerdo con el mapa de uso de suelo y vegetación serie V del INEGI, en el área del proyecto no se tiene identificado algún tipo de vegetación prístina, pues se identifica como un área de asentamientos humanos. No obstante, si bien se trata de un ecosistema fragmentado e impactado, el predio aún alberga especies típicas del matorral costero.



**Figura 4.9.** Tipo de vegetación albergada en el área de ubicación del proyecto, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie V del INEGI. Fuente: Mapa digital de México, INEGI, 2017.

Adicionalmente, la vegetación observada se compone de especies típicas del ecosistema mencionado, pero sin una estructura que refleje condiciones prístinas.

### **Descripción fisionómica de la vegetación en el predio**

El área caracterizada no presenta colindancia con la playa. Se localizan en la segunda o tercera línea de viviendas paralelas a la costa. Forman parte de un área previamente lotificado, el cual se encuentra rodeado por infraestructura urbana conformada por residencias de verano, vialidades rústicas y de abastecimiento eléctrico. De hecho, el predio colinda directamente con una vivienda en su linderío Oeste, mientras que al norte se delimita por una vialidad con línea de distribución eléctrica y posteriormente por un condominio. El linderío sur colinda con un predio rural sin construcción actual cuyas dimensiones sugieren que se trata de otro lote privado, posteriormente se ubica otra residencia de dos plantas. Hacia el Este se ubican predios propiedad privada, cuyo uso probable es el de vivienda. Todos estos factores han tenido efectos sobre la estructura de la vegetación y la composición de especies, ya que se observan residuos sólidos derivados del paso de la gente por el lugar

La vegetación presente en el área de interés presenta una predominancia arbustiva, sin conformar una matriz uniforme dada la existencia de áreas a manera de “claros”, donde la cobertura vegetal está dada por especie cespitosas principalmente *Sesuvium portulacastrum*, al frente del predio, mientras que en el centro sur se observa principalmente *Dactyloaenium aegyptium*, *Cenchrus sp.* y *Suaeda linearis*, y arbustos de muy baja altura, principalmente *Gossypium hirsutum*. Cabe mencionar que no se observa dominancia de alguna de estas especies, siendo que debajo de las áreas donde se observa la agrupación algunos arbustos, principalmente de caimitillo (*Sideroxylon americanum*), no se observa un estrato herbáceo o sotobosque, dada la falta de luz solar. Sin embargo, en estas áreas es posible observar juveniles de *Agave angustifolia*, y algunos individuos dispersos de cactáceas, entre las que se encuentran *Selenicereus grandiflorus*, juveniles de *Acanthocereus tetragonus* y *Opuntia stricta* destacando *Mammillaria gaumeri* dado su estatus de especie protegida.



**Figura 4.10.** Se observan las colindancias inmediatas del predio inmerso en zona urbanizada. De Derecha a izquierda, y de arriba hacia abajo: Colindancia Norte, colindancia Sur, Colindancia Oeste, Colindancia Este.

Dada la perturbación existente en la zona, el remanente de matorral interior de duna que se distribuye en el predio muestreado conforma un estrato fragmentado de vegetación arbustiva donde el Julub (*B. berlanderiana*) domina en la porción noreste del predio ya que en el resto del predio no se observa esta especie. Hacia el centro del polígono también es frecuente observar arbustos de especies arbóreas en desarrollo tales como *M. brownwei*, *C. vesicaria* y *C. sebestena*, esta última es la mejor desarrollada estructuralmente, presentando individuos arbustivos con una diámetro medio de 5.7 cm localizados principalmente en la porción norte.

En general, para el estrato arbustivo se observa una altura de hasta 2.5 m, observándose un promedio general de 0.71 m y donde ocasionalmente alternan algunas cactáceas de hábito escandente o rastrero, como *S. grandiflorus* y *A. tetragonos*.

Es importante mencionar que en el sitio destaca la presencia de palmas Chiit (*Thrinax radiata radiata*), y Naak'ax (*Coccothrinax readii*), las cuales se distribuyen en la zona sur del predio, con individuos juveniles considerando la altura (1.13 m promedio) y estado de desarrollo del estipe. Adicionalmente, se observó un solo ejemplar juvenil de *Conocarpus erectus*, con altura de 1.27 m y diámetro menor a 1 cm, también localizado en la porción sur del predio.

En términos generales, se observa una dominancia arbustiva de baja altura, con algunas porciones de suelo desprovisto de vegetación conformando un ecosistema fragmentado y fuertemente impactado por el uso de suelo de la zona, aunque aún se mantienen especies típicas de matorral costero, incluyendo especies bajo estatus de protección.



**Figura 4.11.** Aspecto general de la vegetación remanente de matorral de duna en el interior del predio. A) Vista en sentido sur norte, observándose la colindancia oeste; B) Vista a partir del vértice sureste y C) Porción central del predio.

## Origen Florístico

Únicamente se cuenta la herbácea *Dactyloctenium aegyptium* como especie introducida – naturalizada. Esta especie presenta hábitos ruderales y se encuentra ampliamente distribuida en todo el país, y aunque no desarrolla hábitos alelopáticos ni tiene efectos tóxicos para animales o personas, su propagación es muy exitosa, por lo que se le considera una especie invasora (DOF-SEMARNAT, 2016<sup>4</sup>). Por otra parte, no se registraron especies exóticas de hábito arbustivo o arbóreo en el predio.

En lo que concierne a las especies endémicas, cabe mencionar cuatro especies: *Selenicereus grandiflorus*, *Cascabela gaumeri*, *Coccothrinax readii* y *Mammillaria gaumeri*. De éstas, las dos primeras presentan una amplia distribución en la península, y solamente *C. readii* y *M. gaumeri* presenta un endemismo geográfico, por lo que es preponderante establecer actividades de rescate para los individuos de esta especie.

## Metodología para la estimación de parámetros estructurales

Debido a las dimensiones del predio a caracterizar, así como por la hegemonía arbustiva de la vegetación, los datos necesarios para la descripción cuantitativa de la vegetación se obtuvieron mediante el método de la línea de intercepto, el cual se emplea frecuentemente para determinar la cobertura y otras características cuantitativas en vegetación baja y compacta. Este método puede definirse como un procedimiento de muestreo de vegetación basado en la medición de todas las plantas interceptadas por un plano vertical de líneas, localizadas aleatoriamente y de igual longitud, lo cual permite determinar la cobertura de la corona y la densidad vegetal (Canfield, 1941<sup>5</sup>). La estimación de la cobertura vegetal por línea intercepto se basa en comparar las proyecciones de las partes aéreas de la vegetación en el suelo, interceptadas por una línea de muestreo. Es decir, indica la proporción de terreno cubierto por vegetación.

---

<sup>4</sup> Diario Oficial de la Federación; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016. Acuerdo por el que determina la lista de especies exóticas invasoras para México.

<sup>5</sup> Canfield, H. R. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. J. of For- estry. 388-394.

Para tal efecto, se trazó una línea central a lo largo de todo el predio (50 m), sobre la cual se establecieron perpendicularmente líneas rectas a intervalos constantes (10 m). La longitud total de las líneas se considera como el 100% para calcular la cobertura de cada especie, el transecto se ubicó entre las coordenadas siguientes (ver también Figura 4.12.):

Tabla 4.6. Coordenadas de los sitios de muestreo, unidades UTM, Datum WGS 84.

Sitio	X	Y
Inicio	233149	2357564
Final	233160	2357517

Para calcular la cobertura y la frecuencia, se utilizaron las fórmulas siguientes:

$$\text{Cobertura (C)} = \frac{\text{Longitud de los individuos de la especie } i}{\text{Longitud total de las líneas}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia: (F)} = \frac{\text{Número de veces que la especie es interceptada por las líneas}}{100 \text{ Total de las especies interceptadas}} \times X$$

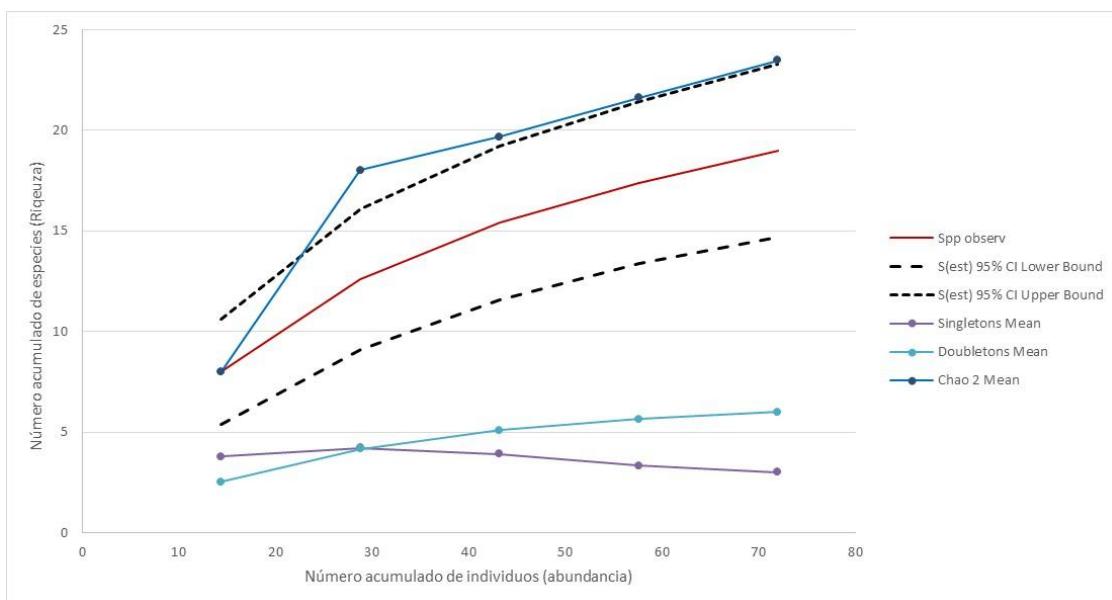


**Figura 4.12.** Croquis de distribución de muestreo implementado

Adicionalmente todos los individuos contabilizados fueron identificados en campo hasta el nivel de especie y adicionalmente se registró su altura total.

Con respecto a la representatividad del tamaño de muestra realizado, y tomando como base el muestreo realizado para el inventario realizado para los cinco líneas de intersección, se elaboró una curva de acumulación de especies, la cual se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, permitiendo observar cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras (Halffter y Moreno 2001<sup>6</sup>).

Estas curvas se realizaron con el programa EstimateS (Colwell, 2013<sup>7</sup>), el cual se ajustó para que aleatorice 1,000 veces los datos observados y obtenga los valores esperados usando varios métodos. De esta manera es posible determinar si la muestra es representativa del atributo medido.



**Figura 4.13** Curva de acumulación de especies para la muestra obtenida en el área del proyecto.

<sup>6</sup> Moreno C. y G. Halffter . 2001. Spatial and temporal analysis of  $\alpha$  ,  $\beta$  , and  $\gamma$  diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation* 10:367 -382.

<sup>7</sup> Colwell, R. 2013. EstimateS. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0.

En el gráfico, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos. También se utilizan estimadores no paramétricos, para estimar el número total de especies existentes en cada localidad, en el supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado en ella fuera el máximo; el rango mínimo y máximo esperado en el muestreo se representan en el gráfico mediante las líneas punteadas, así se puede apreciar que las especies observadas (Sobs) se encuentran dentro del rango esperado.

También con esta finalidad se consideran las especies raras (singletons y doubletons), definidas para efecto del análisis como aquellas especies que solo cuentan con uno o dos individuos en todo el inventario.

La relación entre el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por singletons y doubletons, se estima mediante modelos no paramétricos aplicables cuando se cuenta con datos de abundancia. Los análisis se realizaron utilizando el estimador Chao 2, siendo éste uno de los más adecuados para analizar muestras pequeñas (Hortal, et al. 2006<sup>8</sup>).

De esta manera, con las abundancias obtenidas en el muestreo se puede observar una tendencia a la asymptota, en donde las especies que presentaron un solo registro o que se registraron en una sola línea también marcan una tendencia a la estabilización, hecho que indica que el muestreo es suficiente.

Con las especies y abundancias observadas se obtuvo el 80.91% de los valores máximos esperados acorde al estimador utilizado, por lo que se considera que la muestra es representativa, sobre todo considerando el estado actual del ecosistema.

---

<sup>8</sup> Hortal, J., Borges, P., y C. Gaspar. 2006. Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. *Journal of animal ecology*. 75, 274-287.

## RESULTADOS

### Composición de especies

Se realizó un inventario florístico para el área y sus colindancias inmediatas, con el objetivo de conocer la riqueza florística del área e incluir las especies cuyo registro no se incluyó en los cuadrantes de muestreo. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie.

**Tabla 4.7.** Listado de especies encontradas en el predio. Los nombres científicos se presentan a continuación de acuerdo a Carnevalli, et al (2010<sup>9</sup>).

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Julub	Arbustiva
Acanthaceae	<i>Justicia</i> sp	aka' xiú	Herbácea
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Babki, Ch'elem	Herbácea
Amarillidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de Mar	Herbácea
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Box cheechem	Arbórea
Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.)Lippold	Akits	Arbustiva
Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Kaabal muk	Arbustiva

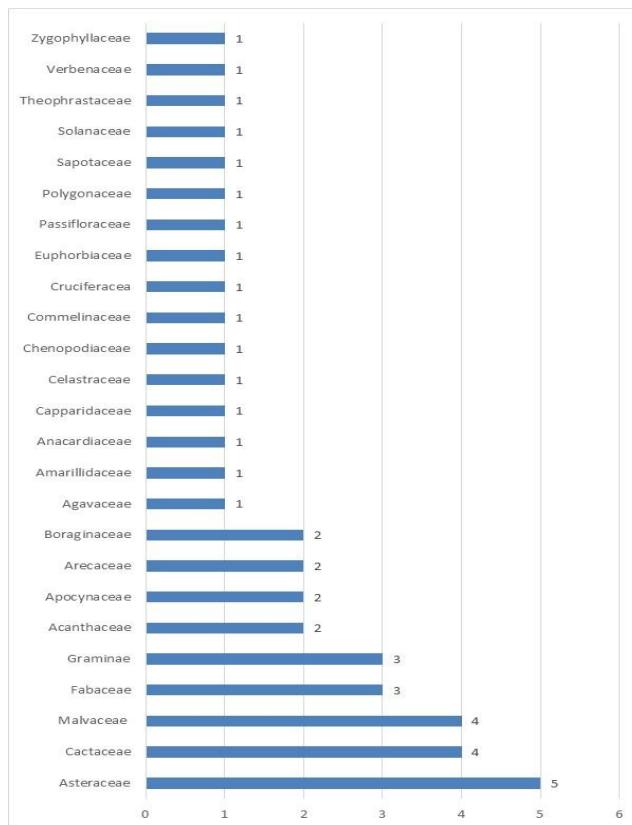
<sup>9</sup> Carnevalli G., Tapia-Muñoz, J., Duno de Stefano, R. e I. Ramírez-Morillo (Editores Generales). 2010a. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Mérida, Yucatán, México. 328 pp.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. Ex. Schult.	Chiit	Arbustiva
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i> H.J. Quero R.	Naak'ax,	Arbustiva
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh	Altaniza de mar	Herbácea
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	K'aan mul	Herbácea
Asteraceae	<i>Borrachia arborescens</i> (L.)DC.	Margarita de mar	Herbácea
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'anlol xiw	Herbácea
Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Susuk	Herbácea
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	Anacahuita	Arbórea
Boraginaceae	<i>Heliotropium procumbens</i> Mill.	Cola de mico	Herbácea
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Xnumtsuytsuy	Herbácea
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose)	Pool mis	Herbácea
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Nopal de playa	Herbácea
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (Salm-Dick) Britton & Rose	Pool Tsutsuy	Herbácea

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
Capparidaceae	<i>Capparis flexuosa L.</i>	Xbayun ak'	Arbustiva
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma (Sw.) Hitchc.</i>	Bayas de soltera	Herbácea
Chenopodiaceae	<i>Suaeda linearis Moq.</i>	Kanol-xiu	Herbácea
Commelinaceae	<i>Commelina sp</i>	X-pantsiu	Herbácea
Cruciferacea	<i>Cakile lanceolata (Willd) O. Schultz</i>	Xaal	Herbácea
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus Jacq.</i>	Hierba de jabalí	Herbácea
Fabaceae	<i>Caesalpinea vesicaria L.</i>	ya'ax k'iin che'	Arbórea
Fabaceae	<i>Chamaecrista chamaecristoides (Collad.) Greene. var. chamaecristoides</i>	Tamarindo xiw	Herbácea
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense Britton</i>	Kya'ax eek	Arbórea
Graminae	<i>Cenchrus echinatus L.</i>	Muul	Herbácea
Graminae	<i>Cynodon dactylon L. Pers</i>	K'aan su'uk	Herbácea
Graminae	<i>Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.</i>	Chimés su-uk	Herbácea
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum L.</i>	Algodón	Arbustiva
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus Cav.</i>	Tulipán de	Arbustiva

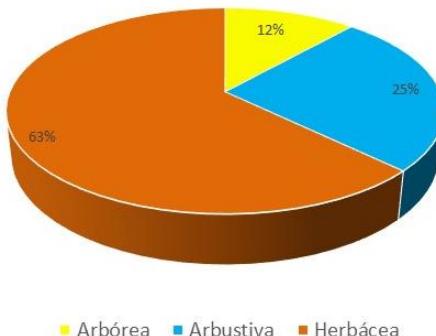
Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
		monte	
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Chi'chi'bej	Herbácea
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis lib	Herbácea
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Pochka' ak'	Herbácea
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uva de mar	Arbustiva
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Mill.) T.D. Penn.	X-muyché	Arbórea
Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i> Walter	Ch'ilib tux	Arbustiva
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) ssp. Macrocarpa	Si'ik, limoncillo	Arbustiva
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i> L.	Orégano k'aax	Herbácea
Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Chakxnuk	Herbácea

Se obtuvo el registro de 43 especies contenidas en 25 familias taxonómicas, de las cuales dominan la Asteraceas o compuestas, con 5 especies. También se encuentran bien representadas las familias Malvaceae, Gramineae y Cactaceae, con 4 especies por familia. El resto de las familias halladas está representada por tres o menos especies.



**Figura 4.14.** Distribución de las especies registradas en el predio según familia taxonómica. Las familias mejor representadas son las compuestas (asteraceae), Cactáceas, Malvaceas y Leguminosas (Fabaceae)

**Estructura:** Considerando las especies registradas se observa una dominancia de las formas de vida herbáceas, habiendo un mayor número de especies con esta forma biológica.



**Figura 4.15.** Distribución de las especies registradas acorde a su forma biológica

Lo anterior se ve respaldado por los rangos de altura registrados en el muestreo por línea intercepta, los cuales demuestran que existe un mayor número de individuos que presentan una altura entre 20 cm y 1 m, así como entre 1 y 2 m, observándose un menor número de individuos con alturas mayores a los 2 m, siendo 2.5 m la altura máxima registrada en los transectos.



**Figura 4.16.** Rangos de altura observados en la vegetación a lo largo del predio. Se observa dominancia de estratos bajos

Considerando que por el carácter aleatorio del método de muestreo empleado, algunos de los ejemplares mejor desarrollados pudieron no registrarse, de manera complementaria se realizaron dos muestreos adicionales en parcelas circulares ( $5\text{ m de radio} = 78.54\text{ m}^2$ ) para la estimación de volúmenes forestales, los cuales se ubicaron tratando de abarcar las áreas con vegetación más densa.

Con base en estos datos, cabe mencionar que se obtuvieron registros de ejemplares arbóreos de entre 3 y 3.5 m de altura, que en todos los casos se trató de la especie anacahuita (*Cordia sebestena*). Esta especie se encuentra en todo el litoral costero formando parte importante de la vegetación de duna costera, aunque algunas veces se le puede encontrar tierra adentro, principalmente en poblados donde se cultiva esporádicamente.

## Especies Incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Para fines de este estudio en materia de flora, se registraron cuatro especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 dentro del área de afectación definida para el proyecto. Se realizó un recorrido por todo el predio, ubicando todos los ejemplares posibles y tomando su ubicación geográfica, con estos datos se obtuvo la densidad de individuos que se menciona en la tabla siguiente:

**Tabla 4.8.** Listado de especies bajo alguna categoría de protección registradas en el predio.

Familia	Especie	Nombre común	Categoría NOM-059	Ind/ha
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	Amenazada	37
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Naak'ax	Amenazada	162
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri</i>	Pool mis	Peligro de extinción	126
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	Amenazada	7

De las especies protegidas, la más abundante en el predio es la cactácea *M. gaumeri*. Las dos palmas registradas presentan distribución en la zona sur del predio, sin conformar rodales definidos, como suele ocurrir con estas especies en áreas mejor conservadas, ya que se observan ejemplares juveniles de distribución segregada y cuya presencia en el predio se restringe a la zona sur. Cabe mencionar que en el caso particular del *C. erectus*, únicamente se encontró un ejemplar juvenil de menos de 1 cm de diámetro.



**Figura 4.18.** Croquis general de distribución en el predio de las especies bajo alguna categoría de protección.

### Valor de Importancia por especie

Con el índice de Valor de Importancia (IVI) se midió de forma comprehensiva el aporte de frecuencia, y cobertura estimada para cada una de las especies según los datos de muestreo, como una forma de ilustrar la composición de la flora. Se capturaron y analizaron en formato Excel los datos recabados en campo por especie con nombre común y científico, calculando los parámetros de cobertura y frecuencia. El Índice de valor de importancia (IVI) está compuesto por la suma de la dominancia relativas (en este caso cobertura relativa), frecuencia relativa y densidad relativa, esta última calculada con base en el número de registros totales para cada especie.

Su máximo valor es de 300 e indica la importancia estructural de una especie en particular respecto a la comunidad florística muestreada, y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{IVI} = \text{DeR} + \text{CoR} + \text{FR}$$

Donde IVI = Índice de Valor de Importancia;

DeR = Densidad Relativa;

CoR = Dominancia Relativa

FR = Frecuencia Relativa

El valor de frecuencia relativa, nos indica la distribución de la especie en toda la superficie del predio. El valor de densidad relativa, está directamente relacionado con el de densidad absoluta, pues toma en cuenta el número de individuos presentes, por lo que las especies con mayor densidad relativa son las mismas con mayor densidad absoluta.

Cabe aclarar que en los muestreos se contabilizaron un total de 20 especies, siendo la especie con mayor cantidad de individuos, en orden de abundancia: *G. hirsutum*, *M. arboreus*, *O. stricta*, y *S. americanum*. Especies como *T. radiata* y *C. sebestena*, no se registraron en las líneas de Canfield implementadas, debido al carácter aleatorio del muestreo y a la distribución de estas especies en el predio, por lo que no figuran entre las especies con algún valor de importancia, sin embargo se contabilizaron los ejemplares distribuidos en el predio para calcular su densidad.

**Tabla 4.9.** Valor de Importancia Ecológica, con los valores de sus componentes

Especie	Abundancia	Cobertura	DeR	CoR	FR	VIR
<i>Sideroxylon americanum</i>	6	19.6173976	8.21917808	19.6173976	8.21917808	27.8365757
<i>Gossypium hirsutum</i>	11	9.31239848	15.0684932	9.31239848	15.0684932	24.3808916
<i>Croton punctatus</i>	6	9.20411478	8.21917808	9.20411478	8.21917808	17.4232929

Especie	Abundancia	Cobertura	DeR	CoR	FR	VIR
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	5	10.3230464	6.84931507	10.3230464	6.84931507	17.1723615
<i>Bravaisia berlanderiana</i>	1	14.6543945	1.36986301	14.6543945	1.36986301	16.0242575
<i>Malvaviscus arboreus</i>	7	5.57661072	9.5890411	5.57661072	9.5890411	15.1656518
<i>Opuntia stricta</i>	7	5.55856344	9.5890411	5.55856344	9.5890411	15.1476045
<i>Lantana involucrata</i>	5	6.00974553	6.84931507	6.00974553	6.84931507	12.8590606
<i>Cordia sebestena</i>	3	4.63815196	4.10958904	4.63815196	4.10958904	8.747741
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	3	0.83017506	4.10958904	0.83017506	4.10958904	4.9397641
<i>Suaeda linearis</i>	2	1.69644469	2.73972603	1.69644469	2.73972603	4.43617071
<i>Bonelia macrocarpa</i>	2	1.62425555	2.73972603	1.62425555	2.73972603	4.36398158
<i>Metopium brownei</i>	2	1.58816098	2.73972603	1.58816098	2.73972603	4.32788701
<i>Dactylotenium aegyptium</i>	2	1.49792456	2.73972603	1.49792456	2.73972603	4.23765059
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	2	1.33549901	2.73972603	1.33549901	2.73972603	4.07522503
<i>Justicia carthagrenensis</i>	2	0.79408049	2.73972603	0.79408049	2.73972603	3.53380652
<i>Coccothrinax readii</i>	1	2.00324851	1.36986301	2.00324851	1.36986301	3.37311152
<i>Tephrosia cinerea</i>	1	1.19112074	1.36986301	1.19112074	1.36986301	2.56098375
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	1	0.03609457	1.36986301	0.03609457	1.36986301	1.40595758

No obstante a la abundancia, con base en la cobertura y frecuencia calculadas, el caimitillo (*S. americanum*) resultó ser la especie con mayor valor de importancia en el predio, lo cual coincide con las observaciones a simple vista, ya que esta especie se encuentra en fructificación y es notoria su presencia en todo el predio, además de observarse como arbustos de baja altura pero con copa prominente. El mismo hábito se observa en el algodón (*G. hirsutum*), y hierba de jabalí (*C. punctatus*), las cuales son comunes en toda la costa, típicas de la vegetación de matorral costero pero también frecuentemente observadas en ecosistemas impactados como especies pioneras.

Con el método de muestreo utilizado, fue posible calcular el suelo desnudo, el cual se estima en 2.5 m<sup>2</sup> del total muestreado, con una frecuencia relativa del 5.5%, cifra que indica un aproximado de lo que puede encontrarse en el predio sin cobertura vegetal.

Es importante mencionar que especies con un único registro, como *C. readii*, *T. cinerea* y *S. grandiflorus*, son comunes en otras zonas de la costa, de hecho en el caso particular de las dos últimas, son comunes también en ecosistemas selváticos. *C. readii* es endémica de la península biótica de Yucatán, con distribución en algunas partes de la costa de Sonora (CONABIO, 2017<sup>10</sup>)

## Índice de diversidad

Para realizar el cálculo de la diversidad presente en el polígono del predio, se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el cual refleja la heterogeneidad de una comunidad basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. El índice de diversidad Shannon-Wiener mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n1 individuos de especie 1, n2 de especie 2,... y nS individuos de la especie S. Este análisis se realizó mediante el programa Diversity 3.02<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2017. Consulta por internet. fecha de consulta: 26 Agosto 2017. <http://www.naturalista.mx/taxa/206176-Coccothrinax-readii>

<sup>11</sup> Henderson and Seaby, 2002. Diversity 3.02. Pisces Conservation Ltd.

Se trata de un índice estructural de equidad, que se utiliza para comparar la diversidad entre los sitios, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, midiendo el grado promedio de incertidumbre es predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001<sup>12</sup>).

Línea	H'
F 1	2.37
F 2	2.244
F 3	1.957
F 4	<u>1.876</u>
F 5	1.386

Como se puede observar, las líneas de muestreo localizadas en la porción sur presentan una mayor diversidad. La menor diversidad en las últimas tres franjas, localizadas al centro y norte del predio, donde se observa una menor altura de la vegetación y una cobertura dominante de algunas especies entre las que destacan como el julb (*B. berlanderiana*), caimitillo (*S. americanum*) y el algodón (*G. hirsutum*), siendo que a mayor dominancia, menor diversidad. Así, considerando el grado de afectación y la homogenidad del área muestreada.

## Conclusiones

En el sitio de interés domina el suelo arenoso, calcáreo o coralino. El área en estudio se ubica en cercanía con el mar, por lo que la vegetación presente en el sitio es característica de este tipo de ecosistemas y se conforma por especies halófitas que se establecen sobre dunas de arena (Miranda y Hernández, 1963<sup>13</sup>).

---

<sup>12</sup> Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España.  
Págs.84 pp.

<sup>13</sup> Miranda, F. y Hernández, E., 1963. Los tipos de Vegetación de México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. (28): 29-179

Esta comunidad vegetal es relativamente rica en cuanto a número de especies, ya que a la fecha se ha documentado la existencia de 271 especies de plantas vasculares, de las cuales, 19 son endémicas de la Península de Yucatán y de éstas, dos crecen exclusivamente en el estado (Durán, et al. 2010<sup>14</sup>). Actualmente se reconoce que estas comunidades aportan importantes servicios ambientales a la sociedad, siendo el más relevante su función como barrera de protección a la acción de vientos y mareas, protegiendo a las construcciones en caso de tormentas tropicales y huracanes (Miller et al., 2010)<sup>15</sup>

En este sentido, considerando que se obtuvo un registro para el predio de 43 especies de plantas vasculares, se tiene una riqueza del 15.8% del total estimado para la costa. Si bien la vegetación en el predio de interés se muestra fuertemente impactada en su estructura, debido al desarrollo urbano preponderante en la zona, la composición de especies sugiere un ecosistema en recuperación que puede considerarse preferentemente forestal, dada la composición de especies y la presencia de especies protegidas, aún cuando su distribución ocurre principalmente en la porción sur del predio. Al respecto, cabe destacar la importancia de su rescate o preservación, cuya factibilidad está dada por la ubicación de los ejemplares en el predio, ya que se distribuyen principalmente fuera del área de desplante.

El mayor número de especies presenta una forma de vida herbácea o arbustiva, hecho que puede observarse a simple vista pero que también es característico del ecosistema en cuestión. No obstante, cabe destacar que se observa amplia dominancia de unas cuantas especies como el caimitillo, algodón y julub, hecho de disminuye la diversidad.

---

<sup>14</sup> Durán, R., Torres, W. e I. Espejel. (2010). Vegetación de dunas costeras. En: Durán R. y M. Méndez (Eds), 2010 *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Merida Yuc, pp. 136-137.

<sup>15</sup> Miller T.E., Gornish E.S. y Buckley H.L. 2010. Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. *Plant ecology* 206:97-104.

---

En un trabajo previo realizado por Torres *et al* (2010<sup>16</sup>) en diferentes sitios de la costa yucateca y por ende de incluyendo la cuenca hidrológico forestal, para sitios localizados en la parte oeste del litoral, como es el caso del predio, la especies de mayor importancia son Naak'ax (*C. readii*), Julub (*B. berlanderiana*) y chechem (*M. browneii*).

En el predio estas especies si se encuentran registradas, sin embargo no son las mejor representadas, salvo el caso de *B. berlanderiana*, que coloniza la porción norte del predio; cabe mencionar que esta especie es una de las primeras en colonizar posterior a una perturbación, lo que nos indicaría que se trata de un ecosistema en recuperación. En estos sitios, los índices de diversidad van de 0.95 a 1.21 por lo que los registros en el predio se encuentran en ese rango, excediéndolo solamente en la porción sur del predio, donde se observa una mayor diversidad dada por la abundancia de herbáceas alternando con las palmas Chiit, Naak'ax y ejemplares arbustivos de especies comunes como el Chechem.

La composición florística en relación con las formas de vida encontradas en este estudio, corrobora que la estructura de la vegetación analizada corresponde a una comunidad de matorral, cuyos patrones de altura y diversidad no difieren de los encontrados en otras caracterizaciones para el resto de la cuenca. Si bien se trata de un área en recuperación, cabe destacar la ausencia de especies representativas como es el caso de *Chrysobalanus icaco*.

---

<sup>16</sup> Torres W., Méndez M., Dorantes A. y Durán R. 2010. Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Bol.Soc.Bot.Méx. 86: 37-51

## Análisis comparativos de la biodiversidad de flora registrada en el predio y la estimada en ecosistemas similares existentes en la cuenca ó sistema ambiental (SA)

### Comparación de los Valores de Importancia Relativa (VIR)

Se entiende este valor, como un índice que indica la relevancia y el nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a las demás en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985<sup>17</sup>). Para tener parámetros de comparación se tomaron datos de un muestreo realizado en la cuenca, fuera del predio pero en el mismo tipo de ecosistema.

Con base en los datos de muestreo de las parcelas circulares para inventario forestal, respecto a la cuenca se obtuvieron los VIR para toda la muestra, y estos valores se compararon con los obtenidos en los sitios de muestreo con ubicación en el interior de la cuenca delimitada para el proyecto (Tabla 4.9.A). Cabe destacar que debido a que para la caracterización general se utilizó el método de intercepción lineal, no se consideraron estos datos, ya que no se obtuvieron parámetros como DAP, altura de fuste y copa, ya que se basa en la medición de coberturas.

**Tabla 4.9A Valores de Importancia relativa (VIR) para el área sujeta a CUSTF y de los sitios localizados en la cuenca**

ESPECIES	CUENCA	PREDIO
<i>Mammillaria gaumeri</i>	49.57159003	94.06808024
<i>Semialarium mexicanum</i>	42.60648848	
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	42.0952381	
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	27.54652067	

---

<sup>17</sup> Krebs, C.J. 1985. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Third Edition. Harper and Row, New York. 800 pp.

---

<i>Thrinax radiata</i>	20.76190476	22.11538462
<i>Agave angustifolia</i>	16.85714286	
<i>Gossypium hirsutum</i>	15.32384181	
<i>Coccothrinax readii</i>	13.99050848	54.80769231
<i>Opuntia stricta</i>	11.52380952	
<i>Metopium brownei</i>	8.095238095	
<i>Lantana involucrata</i>	6.199145763	
<i>Cascabela gumeri</i>	6.095238095	
<i>Chysobalanus icaco</i>	6.095238095	
<i>Malvaviscus arboreus</i>	6.095238095	
<i>Sideroxylon americanum</i>	5.428571429	31.78957636
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	5.428571429	
<i>Bonellia macrocarpa</i>	5.428571429	
<i>Chamaecrista chamaecristoides</i>	5.428571429	
<i>Whalteria americana</i>	5.428571429	
<i>Cordia sebestena</i>		66.00980024
<i>Croton punctatus</i>		16.78638931
<i>Conocarpus erectus</i>		14.42307692

## Riqueza específica

Como es posible observar en la tabla anterior, para los sitios de cuenca se registró un total de 19 especies, de las cuales 4 son especies compartidas con la muestra del predio. En el predio en cambio, se tiene un registro de tres especies que no se observan en la cuenca. Se trata de Anacahuita (*C. sebestena*), Hierba de jabalí (*C. punctatus*) y Botoncillo (*C. erectus*). Si bien estas no se registraron en la muestra de cuenca, esto se debe al carácter aleatorio del muestreo.

En el caso de botoncillo, si bien se trata de una especie que carece de las adaptaciones propias de los manglares (dispersión hidrócora, raíces con estructuras respiratorias por encima del nivel de inundación, estructuras para excretar sal y viviparidad), ecológica y tradicionalmente se encuentra ligada a los manglares (Tomlinson, 1986<sup>18</sup>; Trejo-Torres, 2009<sup>19</sup>). En este sentido, cabe mencionar que ni en el predio ni en sus colindancias se identifica vegetación de manglar, por lo que la presencia de este único individuo puede deberse a la dispersión fortuita de alguna de sus semillas. Con base en lo anterior, es posible concluir que el ejemplar hallado en el predio no forma parte de una población particular de esta especie, por lo que el efectuar el cambio de uso de suelo no pone en riesgo a las poblaciones de la misma, las cuales son más frecuentes en marismas, petenes y sabanas. Adicionalmente, este ejemplar se encuentra fuera del área de desplante, por lo que será preservada en las áreas de conservación del proyecto habitacional.

De acuerdo con lo antes mencionado, y considerando el impacto observado en el predio y sus colindancias, con la implementación del proyecto no se ponen en riesgo las poblaciones de las especies de plantas vasculares en la vegetación de matorral costero presentes en la cuenca.

**Valores de Importancia Relativa.** En cuanto a los valores de importancia, tanto para el proyecto como para la cuenca, la especie de mayor VIR resultó ser *Mammillaria gaumeri*. Esto se debe a que la abundancia de ejemplares contabilizados en los sitios de muestreo.

---

<sup>18</sup> Tomlinson, P. B. 1986. The botany of mangroves. Cambridge University Press. Cambridge, England. 413 p.

<sup>19</sup> Trejo-Torres, J. 2009. Un mangle de Plata: *Conocarpus erectus*. Desde el Herbario CICY. 1: 21-22.

Particularmente, para el predio el VIR resulta más alto; esto se debe a que el sitio 2 del predio tuvo lugar en un sitio que se localizó en el vértice sureste del predio, donde se observa un relictico de vegetación arbustiva que ha favorecido la permanencia de esta especie, cuya distribución es más evidente en esta zona (ver coordenadas de ubicación de ejemplares en NOM, cap. II). Por tanto, su mayor valor de importancia está dado por la abundancia de ejemplares en un solo sitio de muestreo, tratándose de un evento azaroso. No obstante, es preponderante ejecutar acciones de conservación y rescate sobre esta especie, ya que además es endémica de la costa yucateca.

En relación a lo anterior, si tomamos en cuenta los resultados de la caracterización estructural con base en líneas de Canfield (Capítulo IV), se observa que con otro método de muestreo más específico para cobertura arbustiva y herbácea, las especies con mayor VIR son *Sideroxylon americanum*, *Gossipun hirsutum* y *Croton punctatus*, y pese a que con este método se cubrió todo el predio, no se obtuvieron registros de *M. gaumeri* o *Thrinax radiata*, lo que demuestra que la falta de registros en los sitios de muestreo no implican la ausencia total de la especie en la zona caracterizada.

Por otra parte, las especies arbustivas de mayor VIR para la cuenca y que no se registraron en el predio son *S. mexicanum*, *B. berlandieriana*, *C. Vesicaria* son especies típicas del ecosistema. No obstante, su presencia fuera del sitio indica que existen áreas mejor desarrolladas fuera del predio. En el caso de las palmas chiit y Nakax, se observa que en la cuenca el valor de importancia es menor, lo cual se debe a que en el predio se observan ejemplares más jóvenes que si bien no conforman rodales, presentan una distribución restringida a la porción sur y sureste del polígono muestreado, donde coincidió la ubicación del sitio de muestreo.

Así, en cuanto a los valores de importancia, los análisis demuestran que el desmonte que se requerirá para la ejecución del proyecto no pone en riesgo la estructura de la vegetación en la cuenca, ya que las especies con mayor importancia ecológica se encuentran ampliamente distribuidas e incluso mejor representadas en la cuenca.

### Comparación de los índices de diversidad

Bajo el supuesto de que para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad (Moreno, 2001<sup>3</sup>), se realizó una estimación de la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener, siendo que este tipo de modelos son un medio efectivo para evaluar los patrones observados de la composición de especies y la diversidad (Magurran, 2004<sup>1</sup>). De acuerdo con Ramírez (2006<sup>20</sup>), el estudio de abundancias de dos o más muestras son comparables sólo en unidades porcentuales; en densidades son comparables sólo si se expresan en una misma unidad, ya sea que provengan de igual o distinto tamaño, pero a la vez, pueden compararse como densidades relativas.

En este sentido, se compararon los resultados obtenidos mediante las parcelas en el predio, y los dos sitios en cuenca. Cabe mencionar que se utilizó el software Diversity 3.02. Los resultados demuestran que los datos de abundancia y riqueza de las especies registradas en la Cuenca, son ligeramente más altos que los obtenidos para los sitios del área del proyecto (ver Tabla 4.9.B).

**Tabla 4.9.B. Comparación de la diversidad de especies entre la Microcuenca y el Área del Proyecto**

Muestra	Riqueza	No indiv /ha	Shannon (H')	Simpson
Cuenca 1	10	10,800	1.537	3.037
Cuenca 2	9	4,200	1.707	4.393
CE 1 (predio)	3	955	0.458	1.346
CE2 (predio)	5	2355	1.106	2.476

También se realizaron comparaciones con otros trabajos, fuera de la Microcuenca, pero en ecosistemas con el mismo tipo de vegetación, observándose que fuera del área del proyecto se tienen índices que sugieren que la biodiversidad vegetal no se pone en riesgo con la implementación del proyecto.

---

<sup>20</sup> Ramírez, A. 2006. Ecología: Método de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia, Universidad Javeriana. Bogotá, Col. 273 pp.

---

**Tabla 4.9.C Comparación de los índices de diversidad de la cuenca y Área del Proyecto, con respecto a otros índices de diversidad para el mismo tipo de vegetación**

Fuente	Riqueza (No de Sp en muestra)	Diversidad de Shannon (H')
Cuenca	19	1.622
Predio	7 (cuadrantes); 20 (canfield)	1.282 (parcelas) 2.761 (canfield)
Torres, et al. 2010 <sup>21</sup>	71	1.41

### Recomendaciones

Ferrer, et al.(2011<sup>22</sup>), reporta que para la porción de Chicxulub Puerto, donde tiene lugar el proyecto, la densidad de *M. gaumeri* es de 2,133 ind/ha, mientras que para el predio se estimó una densidad de 126 ind/ha, considerando no solo los ejemplares registrados en los sitios de muestreo, sino todos los encontrados en el predio.

No obstante, cabe mencionar que la totalidad de los ejemplares registrados en el predio son adultos de más de 7 cm, encontrándose sólo un ejemplar de 6 cm de diámetro. Esto es relevante porque aunque los individuos de *Mammillaria gaumeri* comienzan a reproducirse cuando alcanzan los 4 cm de diámetro, los individuos adultos de 7 a 10 cm de diámetro son los más productivos (*Op cit.*).

Así mismo, este autor ha reportado que la permanencia de los adultos tuvo la mayor contribución a la tasa de crecimiento poblacional, por lo que la protección de estos individuos, así como la conservación del hábitat son medidas prioritarias para la permanencia de esta especie.

<sup>21</sup> Torres W., Méndez M., Dorantes A. y Durán R. 2010. Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Bol.Soc.Bot.Méx. 86: 37-51

<sup>22</sup> Ferrer. M., Durán, R., Méndez, M. Dorantes, A. y G. Dzib. Dinámica poblacional de genets y ramets de *Mammillaria gaumeri*, cactácea endémica de Yucatán. Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana. 89: 83-105.

#### IV.4.2. Caracterización de fauna

##### Metodología general de muestreo

La caracterización de la fauna se realizó a través del establecimiento de 3 transectos lineales cuyo recorrido inició a las 08:00 am y concluyó a 12:00 horas con un esfuerzo de muestreo de 4 horas/persona. A continuación se definen las dimensiones y ubicación de cada uno de los transectos:

TRANSECTOR	DIMENSIONES	UBICACIÓN	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
T1 	51 metros lineales	Predio	X: 233163 Y: 2357567 X: 233137, Y: 2357563
T2 	757 metros lineales	Área influencia	X:233173 Y:2357259 X:233289 Y:2357282
T3 	1000 metros lineales	Sistema ambiental	X:233244 Y:2357552 X:234009 Y:2357767

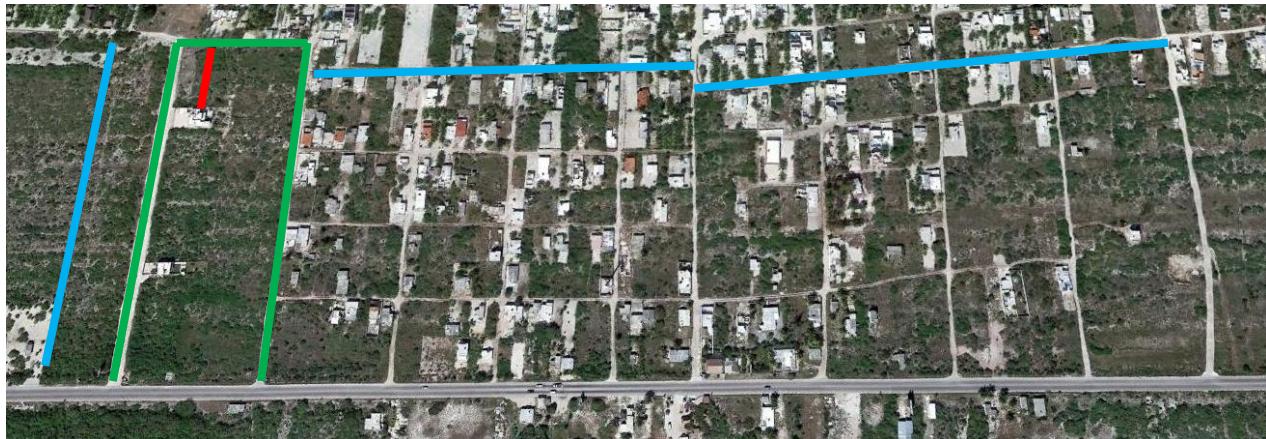


Figura 4.17. Ubicación de los transectos realizados para la caracterización de la fauna

##### Anfibios y reptiles

Se emplearon dos métodos, Observación Directa (OD) y Observación Indirecta (OI), el método de OD consiste en contabilizar aquellos individuos que pudiesen observarse en los transectos y en el método de OI se contabilizan aquellos rastros, huellas, pieles

o excretas que pudiesen haber dejado los organismos en alguna de sus actividades cotidianas. Esta técnica resulta muy rápida para obtener listados en corto tiempo. Para la identificación de los ejemplares se utilizaron guías especializadas como las de Cedeño-Vázquez *et al.* (2006) y López *et al.* (2009) para anfibios, y Lee (2000) y Campbell (1998) para los reptiles.

## Aves

Durante el recorrido se contabilizaron las aves observadas y escuchadas dentro de los transectos, así como aquellas que pasaban sobrevolando. La observación y la identificación de las aves se apoyaron en guías de campo especializadas para la zona (Howell, y Webb, 2010 y National Geographic, 2002). La nomenclatura en el listado así como los nombres comunes, se obtuvieron del trabajo de Chablé *et al.*, (2010) y Llamosa-Neumann (2008).

## Mamíferos medianos

El registro de este grupo se realizó mediante métodos directos (avistamientos) e indirectos a través de rastros como huellas, excretas, madrigueras, residuos de alimento, letrinas, talladeros, entre otros (Aranda, 2000; Reid, 2010). Fue usada la Guía de mamíferos de la Península de Yucatán de Alcerreca *et al.* 2009, como herramienta para la identificación en campo.

# RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA

## Anfibios y reptiles

Se registraron en total 4 especies de reptiles, dos de ellas en alguna categoría de protección: *Sceloporus cozumelae* y *Ctenosaura similis*, que a pesar de estar incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, son frecuentemente observados en el ecosistema de duna costera de Yucatán. Los individuos de *Ctenosaura similis* fueron observados sobre bardas y/o construcciones abandonadas que abundan en el área. En el caso de *Aspidoscelis angusticeps* y *Ameiva sp*, fueron registradas en el área de influencia.



Fotografía 4.18 A). Construcciones abandonadas en el área de influencia. B) *Ctenosaura similis*.

### Aves

Por el método de observación directa se registraron 15 especies de aves, de las cuales 6 fueron observadas dentro del predio. Dos de ellas son endémicas y están incluidas en la máxima categoría de protección: *Campylorhynchus yucatanicus* y *Doricha eliza*.



Fotografía 4.19. Individuo de la especie *Campylorhynchus yucatanicus* observado en el predio.

**Mamíferos medianos:** Durante los recorridos a través de los transectos establecidos, se observó un individuo de la especie *Urocyon cinereoargenteus* atravesando la carretera en dirección hacia el matorral de duna costera que cubre gran parte del sistema ambiental.

Cuadro 4.13. Fauna reportada únicamente en el predio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	NOM059
PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija escamosa de Cozumel*	1	Pr
COLUMBIDAE	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	5	N/E
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	1	N/E
HIRUNDINIDAE	<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	1	N/E
TROCHILIDAE	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	1	N/E
TROCHILIDAE	<i>Doricha eliza</i>	Dzunum	1	P
TROGLODYTIDAE	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	2	P

Pr=Protegida, P= Peligro de extinción, A= Amenazada.

Cuadro 4.14. Fauna reportada en el área de influencia y sistema ambiental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	NOM059
IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	8	A
TEIIDAE	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	1	N/E
TEIIDAE	<i>Ameiva sp.</i>	-----	1	N/E

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	NOM059
COLUMBIDAE	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	1	N/E
COLUMBIDAE	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	9	N/E
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	2	N/E
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	16	N/E
HIRUNDINIDAE	<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	3	N/E
ICTERIDAE	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano (Cau)	12	N/E
ICTERIDAE	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado	3	N/E
FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	1	N/E
PSITTACIDAE	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio	7	Pr
PELECANIDAE	<i>Pelicanus occidentales</i>	Pelícano pardo	1	N/E
RAMPHASTIDAE	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1	N/E
TROCHILIDAE	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	1	N/E
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	siriri	6	N/E
CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	N/E



Fotografía 4.20. *Amazilia rutila* visitando un árbol de la especie *Cordia sebestena* en el predio.



Fotografía 4. 21. Diversos individuos de la especie *Aratinga nana* en el área de influencia.

## Índices de Riqueza Específica

Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el ‘número total de individuos observados’ o (n), que se incrementa con el tamaño de la muestra. Entre estos índices se destacan el índice de Margalef (1958)

$$I = (S-1)/\ln N$$

Donde I = biodiversidad

S= número de especies presentes

N= número total de individuos encontrados pertenecientes a todas las especies

$$I = (17-1)/\ln 74$$

**I = 3.7** (valor registrado para el sistema ambiental)

$$I = (7-1)/\ln 12$$

**I = 2.4** (valor registrado para el predio)

## Análisis y conclusiones de la caracterización de fauna

De acuerdo a la información y análisis de diversidad realizados para la fauna silvestre registrada en campo, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El predio donde se pretende realizar el proyecto no constituye un sitio con alta biodiversidad (valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad). Sin embargo y a pesar de tener dimensiones pequeñas, se encontraron especies relevantes para el ecosistema, lo que indica que aún conserva las condiciones para ser utilizado como parte del hábitat de estas especies.

El área de influencia y sistema ambiental arroja valores más altos de biodiversidad, sin embargo tampoco se podría decir que se trata de un sitio altamente diverso ( $I=3.7$ ). La razón probable de esto es, que gran parte del área de influencia ya está altamente perturbada por la construcción de infraestructura aun en la zona de matorral de duna, donde se esperaría

encontrar menor perturbación. Muchas de las casas se encontraban abandonadas, por lo que a pesar de esta evidente perturbación, las especies de aves, todavía hacen uso de los parches de vegetación ahí existentes.

- Cinco especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos de ellas (*Campylorhynchus yucatanicus* y *Doricha eliza*) se encuentran en la máxima categoría de protección y únicamente se distribuyen en la parte norte de la Península de Yucatán.

*Campylorhynchus yucatanicus* se alimenta básicamente de insectos que busca debajo de piedras y hojas secas. Anida en arbustos densos con fibras naturales, por lo que al conservar el 62% de la vegetación del predio, se espera pueda seguir haciendo uso del sitio, sobre todo porque este porcentaje estará ubicado en su mayoría en la zona más densa del matorral de duna.

Por su parte, *Doricha eliza* fue detectada en el predio visitando algunas de las siguientes plantas que se sabe utiliza para alimentarse, por lo que al conservarlas se espera pueda seguir haciendo uso del sitio.

**Cuadro 4.15.** Especies de plantas que utiliza *Doricha eliza* (MacKinnon, 2005) y que fueron registradas en el predio.

Especie	Nombre común	Uso
<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite, sircote de playa	Néctar como alimento.
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón, pi'its il	Néctar como alimento.
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan de monte, tupkin	Néctar como alimento.
<i>Passiflora foetida</i>	Xpoch, poch'kaak	Néctar sirve de alimento

#### IV.4.4. Medio socioeconómico

De acuerdo a la guía para la elaboración del Documento Técnico Unificado modalidad B, el objetivo de incluir el análisis socioeconómico en un estudio de impacto ambiental radica en que el sistema ambiental se puede ver profundamente modificado por la

nueva infraestructura. Sin embargo, en el caso de este proyecto, no se considera que el impacto para este medio sea significativo principalmente por los siguientes motivos:

- Por las características y dimensiones del proyecto, no se considera que este medio se vea profundamente modificado. Como se verá en los siguientes capítulos, el proyecto en sus diversas etapas, producirá la generación de empleos, pero casi todos serán temporales y/o en cantidades no significativas.
- No se considera que habrá comunidades afectadas por el desarrollo de este proyecto, ya que se trata únicamente de una casa-habitación de verano y como se aprecia en la figura 4.1. y 4.2., tanto en el sistema ambiental como el área de influencia, el desarrollo de casas de verano es muy común en esta zona.

De igual forma se ha visto en otras localidades del Estado (ej. Progreso, Chelem, etc) que el establecimiento de casas de verano trae consigo mayores oportunidades de empleo para los pobladores de la localidades más cercanas, sin embargo no es posible realizar un análisis del impacto socioeconómico que tendrá en el área de estudio o en poblaciones cercanas, ya que el proyecto sometido a evaluación solo considera el establecimiento de una sola casa de verano y no el efecto acumulativo que tendría en un futuro la construcción de varias residencias dentro del sistema ambiental. No obstante lo anterior, en el capítulo VI de este estudio, se realiza una estimación de los probables beneficios socioeconómicos que traería la construcción y operación de este proyecto.

- No se considera que existan factores socioculturales o recursos culturales dentro del área de estudio que pudieran verse afectados por el desarrollo del proyecto. Así mismo, se sabe que el uso que actualmente se le da a los recursos naturales en el área de influencia y sistema ambiental es de la misma naturaleza del proyecto sometido a evaluación, en donde no se desarrollarán normas o costumbres diferentes a las que actualmente están operando.

#### **IV.4.5. Paisaje**

La descripción del paisaje se realizará de manera general con base en tres aspectos importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

*Visibilidad.*- Como se describió en la caracterización de la flora del predio, en la zona sur se registraron las especies más desarrolladas en cuanto a su altura, y ya que la casa estará ubicada en la zona centro-Norte, se favorecerá la visibilidad en el paisaje. No obstante lo anterior, y dado que el predio se ubica en la denominada segunda fila, ya existen construcciones frente a la playa con alturas mayores a las de la obra en cuestión, por lo que esto será una limitante en la visibilidad del paisaje.

*Calidad paisajística.*- De acuerdo a los resultados obtenidos en la caracterización de la vegetación y fauna, tanto el predio como el sistema ambiental aún conservan vegetación nativa de duna costera, con valores que indican una mediana biodiversidad tanto en flora como en fauna.

*Fragilidad del paisaje.*- El sistema ambiental evaluado, el área de influencia y el predio aún conservan manchones de vegetación, por lo que aún guardan las condiciones ambientales que puedan proveer el hábitat de muchas especies de flora y fauna silvestre. Sin embargo, estas condiciones cada vez se van mermando debido a la construcción de mayor infraestructura turística.

Es importante señalar que el proyecto sometido a evaluación se ubicará en la zona de matorral de duna, estableciendo un área de conservación de duna costera que representará el 62% de la superficie total del predio.

#### **IV.5. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.**

Los servicios ambientales a considerar y analizar en esta sección serán los que establece el Artículo 7 de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable que en su Fracción XXXVII, donde se señala lo siguiente:

*“XXXVII. Servicios ambientales: Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros;”*

Es por ello que se realizará una breve descripción de cada uno de los servicios ambientales, analizando su importancia y grado de afectación en el contexto del área de estudio -definida en capítulos anteriores- justificando si se pondrán o no en riesgo estos servicios ambientales por el desarrollo del proyecto y presentando en su caso, las medidas de prevención y mitigación correspondientes.

### **IX.1. Provisión del agua en calidad y cantidad:**

Los suelos porosos y la vegetación densa de las playas, dunas y humedales de la zona costera actúan como una serie de filtros del agua de lluvia que va hacia el subsuelo. La gran cantidad de poros permite que el agua fluya rápido, y al mismo tiempo se eliminan, absorben y transforman primero las partículas sólidas suspendidas y después las impurezas finas, que ayudan también a mantener una buena calidad de la misma.

En las tierras bajas de las zonas costeras, cuando el substrato es permeable, las aguas dulces, debido a su menor peso, están por encima de las saladas (que son más pesadas) y a un nivel inferior. La existencia de estas masas de agua dulce se debe en general a la presencia de humedales costeros. Al eliminar o sobreexplotar estas masas, se facilita que las masas de agua salada emerjan hacia la superficie y se "salinice" el manto freático. Cuando esto ocurre, se afecta muy seriamente, y de manera permanente, la calidad del agua dulce subterránea.

Ello trae fuertes consecuencias para llevar a cabo las actividades de la vida diaria de las comunidades, pues la agricultura y la industria ya no pueden utilizar los pozos para obtener agua. Un buen manejo de los humedales, una regulación de los volúmenes de agua extraídos y la promoción de prácticas adecuadas de uso y restitución del agua extraída evitan estos problemas.

#### **Importancia en el contexto de área de estudio y grado de afectación**

El área de estudio (Sistema Ambiental) delimitado para este proyecto tiene una superficie de 210 hectáreas y la superficie que será sometida al cambio de uso de suelo será de tan solo 511 m<sup>2</sup>, lo que representa el 0.024% del área de estudio.

Como se observa, la magnitud de afectación de este proyecto en el contexto del área de estudio es de poca importancia.

Incluso si se evalúa a una escala menor como el predio (1,354 m<sup>2</sup>), el área de afectación del proyecto representa tan solo el 37% de la superficie total del predio y, de acuerdo a los análisis presentados en el capítulo VI, la capacidad de infiltración se reduciría en menos del 3%.

### **Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales**

Considerando la información proporcionada anteriormente, y debido a que este proyecto tendrá una afectación puntual sobre el ecosistema, se considera que no se pondrá en riesgo la provisión de agua en calidad y cantidad, siempre y cuando se cumplan con las medidas de mitigación que a continuación se proponen.

### **Medidas de mitigación a implementar**

- Se contará con un área de conservación que representa el 62% del total de la superficie del predio en donde la vegetación nativa no podrá ser retirada. Considerando que los resultados de la capacidad de carga para el predio, establecían una superficie de conservación de tan solo el 29%, nuestra propuesta incrementa las superficies que permitirán la infiltración de agua al suelo, reduciendo los efectos negativos del proyecto en el ecosistema.
- Para evitar la contaminación del manto freático en el desarrollo del proyecto, se establecerá un sistema de tratamiento de las aguas residuales. Este sistema consiste en biodigestores y zanjas de infiltración. Los lodos serán recogidos por una empresa autorizada. Con esta medida, se garantizará que las descargas de agua al manto freático sigan siendo de buena calidad.

### **IX.2. Captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales:**

Se sabe que los bosques representan un papel importante en la regulación del clima mundial. Las plantas verdes toman el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo. Las plantas almacenan el carbono en la madera y en otros tejidos, hasta su muerte cuando empiezan a descomponerse. Después, pueden liberar el carbono a la atmósfera en forma de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), o de metano (CH<sub>4</sub>), los cuales también pueden integrarse al suelo como materia orgánica.

La captura forestal de carbono se basa principalmente en dos perspectivas: la absorción activa de la nueva vegetación y las emisiones evitadas gracias a la vegetación existente. La primera incluye a las actividades que implican la plantación de árboles nuevos (como la forestación, la reforestación o la agrosilvicultura) o el aumento en las tasas de crecimiento de la cubierta forestal existente. La segunda considera la prevención o reducción de la deforestación y del cambio de uso de suelo o la reducción del daño a los bosques existentes.

Existen análisis que determinan el potencial de captura de carbono en los diferentes tipos de vegetación. Ordoñez (2004) señala en el caso de la vegetación semiárida, un índice de captura de carbono total de 80mg/C/Ha, que es donde podría quedar incluida la vegetación de duna costera.

Sin embargo, si se toma en cuenta lo señalado en el “*ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación*”, la vegetación de dunas costeras queda incluida en el ecosistema de humedales y transición tierra mar. En ese contexto, se presentan los siguientes valores de captura de carbono tomados de Hernández María 2010 para algunos tipos de humedales.

Tipo de ecosistema	Captura de Carbono
Humedales naturales en zonas tropicales	10Mg C Ha año
Humedales con especies herbáceas y leñosas en trópicos	11 Mg C Ha año
Humedales con especies leñosas en zonas templadas	16-32 Mg C Ha año
Planicies inundables	12-20 Mg C Ha año

### **Importancia en el contexto de área de estudio y grado de afectación**

Si tomamos como referencia el cuadro anterior y considerando que el predio donde se desarrolla el proyecto podría quedar incluido en el ecosistema definido como

humedales con especies herbáceas y leñosas en trópicos, se tendría una captura de carbono de 11Mg por hectárea por año. Por lo tanto, con la superficie que será sometida a cambio de uso de suelo (0.0511has), se estaría perdiendo una captura de carbono de 0.5621 miligramos de carbono al año.

Analizando la pérdida de carbono en el contexto del área de estudio, tendríamos los siguientes resultados: el área de estudio con una superficie de 210 hectáreas, tiene una captura de 2,310 Mg de carbono por año, por lo que una pérdida de 0.5621 Mg resultaría en este contexto de escasa magnitud e importancia ya que representaría el 0.0243%.

#### **Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales y medidas de mitigación a implementar**

Además de los valores que se proporcionaron en los párrafos anteriores, una de las justificaciones más importantes de que este proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales es el siguiente:

Aunque se reconoce que habrá una pérdida en la captura de carbono y de otros contaminantes por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, el desarrollo de este proyecto garantizará la conservación de la vegetación forestal en 62% del predio y por lo tanto de los servicios ambientales que provee. Comparando este proyecto con otro uso que se le pudiera dar al predio como el establecimiento de hoteles tradicionales, el proyecto que se somete a evaluación establece mejores estrategias de mitigación de los principales impactos ambientales como la realización del cambio de uso de suelo en una superficie menor a la permitida por Ley a fin de establecer una mayor superficie de conservación que se traducirán en mayor captura de carbono.

#### **IX.3. Generación de oxígeno:**

Las selvas, bosques, dunas costeras y los diversos ecosistemas presentes en la tierra son productoras del oxígeno que respiramos. Esto se debe al proceso de fotosíntesis en el que las plantas y árboles absorben el carbono que está disuelto en el aire en forma de dióxido de carbono y lo depositan en sus tejidos; como producto secundario de este proceso liberan oxígeno a la atmósfera.

## **Importancia y grado de afectación**

Tomando como referencia que la disminución en la generación de oxígeno estará en función de la superficie de duna costera que sea sujeta a cambio de uso de suelo, realizamos el siguiente análisis: El área de estudio delimitado para este proyecto tiene una superficie de 210 hectáreas y la superficie que será sometida al cambio de uso de suelo será de tan solo 511 m<sup>2</sup>, lo que representa el 0.024% del área de estudio. Como se observa, la magnitud de afectación de este proyecto en el contexto del área de estudio es de poca importancia. Incluso si se evalúa a una escala menor como el predio (1,354 m<sup>2</sup>), el área de afectación del proyecto representa el 37% de la superficie total del predio.

## **Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales**

Considerando la información proporcionada anteriormente, y debido a que este proyecto tendrá una afectación puntual sobre el ecosistema, se considera que no se pondrá en riesgo este servicio ambiental, siempre y cuando se cumplan con las medidas de mitigación que a continuación se proponen.

## **Medidas de mitigación a implementar**

La principal medida de mitigación de este proyecto será el establecimiento del 62% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema.

### **IX.4. Amortiguamiento de los fenómenos naturales:**

Uno de los principales servicios proporcionados por estos ecosistemas es la protección contra desastres hidrometeorológicos. Los fenómenos hidrometeorológicos son cambios en la naturaleza, procesos permanentes de movimiento y transformaciones que tienen una relación directa o indirecta con el agua. Los más comunes son la lluvia y el viento; otros que se engloban dentro de este concepto son: ciclones tropicales, tormentas, heladas, nevadas, granizadas, inundaciones, tornados, sequía, temperaturas extremas, erosión y entre otras consecuencias como la marea de tormenta.

La importancia de abordar este tipo de fenómenos es debido a la ubicación geográfica del Estado y su orografía con respecto a la constante incidencia de estos y los efectos adversos que pueden causar hacia la población, la infraestructura, bienes y el medio (*Fuente: Atlas de Peligros por fenómenos naturales del Estado de Yucatán*).

Los humedales como los manglares, junto con arrecifes, playas y dunas, son muy importantes en la protección de la línea costera y en el control de la erosión. Son los primeros en recibir el embate del oleaje y de los vientos, brindando protección contra marejadas, tormentas y vientos. Su propia dinámica, es decir, su tolerancia a la inundación y movimiento de sedimentos, es capaz de cumplir con esta función.

Las playas y dunas, en particular, son una fuente de abasto esencial de sedimentos, que a través de su capacidad para moverse y cambiar de forma en las zonas litorales se mantienen como estructuras geomorfológicas activas y de esta manera protegen las llanuras costeras de la erosión provocada por las tormentas y el incremento potencial del nivel del mar (Hesp, 2000).

Funcionan como un almacén de sedimentos que permiten que se mantengan los procesos inherentes a las costas, es decir, juegan un papel primordial en la interfase tierra-mar para la protección de la vida tierra adentro.

Cuando están cubiertas por vegetación, atrapan la arena que acarrea el viento y estabilizan la playa y las dunas, para mantener el abasto de sedimentos que permite que lleven a cabo su papel protector.

### **Importancia en el contexto del área de estudio**

De acuerdo a lo señalado en el Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales del Estado de Yucatán, la zona que comprende el área de estudio presenta una *susceptibilidad alta a la erosión*. Según las prospecciones realizadas en campo para la elaboración de dicho Atlas, confirman que el área con mayor probabilidad a ser afectada se encuentra en las localidades de Chuburná, Chelém, Yucalpetén, Puerto Progreso, Chicxulub Puerto, San Crisanto, Las Gaviotas, El Porvenir y Santa Clara, ya que efectivamente es allí donde se encuentra la mayor problemática de erosión costera en el Estado.

De la misma forma, el peligro por marea de tormenta para el área de estudio es clasificado como *relevante*. De los cálculos realizados para la estimación de la altura

de marea de tormenta, se determinó que la mínima altura causada por una tormenta tropical es de 1.2 metros, mientras que para un huracán de categoría 5 se alcanzaría una altura máxima de marea de tormenta de 3.8 metros, por lo que se puede concluir que el predio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en un área vulnerable a estos fenómenos naturales.

### **Grado de Afectación**

Entendiendo que en la zona de la denominada primera duna recae en mayor magnitud la protección de la línea costera y por ende, el control de la erosión, se podría considerar que el sitio del proyecto, dado que se ubica a 133 metros de la línea de playa, tendrá un menor grado de afectación hacia este servicio ambiental.

Aunado a lo anterior, es importante señalar que el área de estudio (sistema ambiental) posee en más del 70% de su superficie vegetación de duna costera, por lo que las zonas con suelo completamente desnudo que incrementen los impactos de eventos extremos, son aun menores. Es importante señalar que, tal y como se demostró en el capítulo VI del DTU, aún si se realizara el cambio de uso de suelo en la totalidad del predio, la tasa de erosión anual quedaría establecida en valores muy bajos (0.0001061 ton/ha.año).

Por el contrario, ya que no se pretende realizar la remoción de vegetación en la totalidad del predio y además se implementarán medidas que mitigarán estos impactos, se puede concluir que no se provocará la erosión de los suelos por el desarrollo del proyecto.

### **Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales**

Como se observa en la siguiente gráfica, la primera duna en el área de influencia del proyecto terminaría aproximadamente a 40 metros al sur de la pleamar máxima. Dado que el predio se encuentra ubicado a 131 metros de la línea de costa, se puede afirmar que la construcción de este proyecto no afectará la estabilidad de la playa y la duna y por lo tanto la protección del sitio contra elementos meteorológicos.

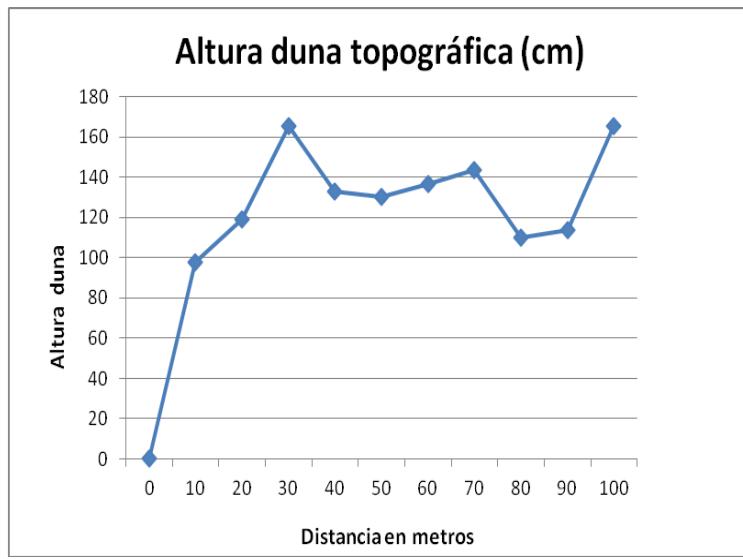


Fig. 4.22. Altura topográfica de la duna costera registrada en el área del proyecto.

### **Medidas de mitigación a implementar**

La principal medida de mitigación para no poner en riesgo la prestación de este servicio ambiental es la ubicación misma del predio que está muy por detrás de la primera duna costera.

### **IX.5. La modulación o regulación climática:**

La vegetación forestal tropical juega un papel importante en la regulación del clima a través de sus efectos en la temperatura y en la humedad relativa. Los árboles absorben una proporción importante de la energía proveniente de la radiación solar que incide sobre su dosel puesto que la transforman a través de la fotosíntesis. Además, las selvas liberan agua cuando se abren los estomas de las hojas para el intercambio gaseoso al realizar la fotosíntesis. Durante este proceso ocurren intercambios de energía así como cambios en la humedad relativa que conducen a reducciones en la temperatura (Anderson-Teixeira et al.2012).

### **Importancia en el contexto del área de estudio y grado de afectación**

El área de estudio delimitado para este proyecto tiene una superficie de 210 hectáreas y la superficie que será sometida al cambio de uso de suelo será de tan solo 511m<sup>2</sup>, lo que representa el 0.024% del área de estudio.

Como se observa, la magnitud de afectación de este proyecto en el contexto del área de estudio es de poca importancia. Incluso si se evalúa a una escala menor como el predio (1,354 m<sup>2</sup>), el área de afectación del proyecto representa el 37% de la superficie total del predio.

### **Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales**

Considerando la información proporcionada anteriormente, y debido a que este proyecto tendrá una afectación puntual sobre el ecosistema, se considera que no se pondrá en riesgo este servicio ambiental, siempre y cuando se cumplan con las medidas de mitigación que a continuación se proponen.

### **Medidas de mitigación a implementar**

La principal medida de mitigación de este proyecto será el establecimiento del 62% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema.

### **IX.6. Protección de la biodiversidad**

Los ecosistemas de la zona costera conservan una gran diversidad de plantas y animales. En los humedales y las lagunas de esta zona existe el hábitat que requieren la flora y fauna de los ecosistemas acuáticos, que dependen de manera importante de la conexión dinámica entre la tierra y el agua, de los procesos físicos tales como flujos de agua y sedimentos, así como de otras muchas condiciones biofísicas tales como calidad y temperatura del agua, relaciones tróficas que permiten establecer las cadenas alimenticias, por mencionar algunas. Entre los principales están peces, aves acuáticas, y varios tipos de crustáceos y bivalvos. Además, existe una enorme oportunidad en la generación de nuevas medicinas y farmacéuticos si se utilizan muchas de las especies que se encuentran en la zona costera.

Actualmente, se ha evaluado sólo 15% de las plantas tropicales en la búsqueda de compuestos útiles en este sector. No obstante, el valor de estos productos sumó \$ 500 mil millones de dólares en el mundo (Myers, 1997b), en la década pasada. Sin embargo, sólo se ha considerado un porcentaje mucho menor de las especies de plantas y animales de la zona costera en la búsqueda de nuevas medicinas y farmacéuticos, lo que quiere decir que existe una alta probabilidad de que algunas de ellas tendrían un valor económico importante.

Es bien sabido que la principal causa de extinción es la pérdida de hábitats, seguida por la sobreexplotación, la introducción de especies exóticas y el control de los depredadores.

Debido a la imposibilidad de predecir cuáles de estas especies serán económicamente importantes en el futuro, la estrategia más segura es conservar los remanentes de los ecosistemas costeros que quedan y así preservar la posibilidad de aprovechar el gran valor de estos recursos naturales en el mediano y largo plazo.

### **Importancia y grado de afectación**

Como se observa en los siguientes cuadros, los resultados de la riqueza y diversidad de las especies de flora y fauna en el predio, demuestran que el área que será sometida al CUSTF posee valores más bajos que los registrados en el Sistema ambiental o cuenca y en estudios realizados en la zona por *Torres, et al.*

Fuente	Riqueza (No de Sp de flora en muestra)	Diversidad de Shannon (H')
Cuenca	19	1.622
Predio	7 (cuadrantes); 20 (canfield)	1.282 (parcelas) 2.761 (canfield)
Torres, et al. 2010 <sup>23</sup>	71	1.41

---

<sup>23</sup> Torres W., Méndez M., Dorantes A. y Durán R. 2010. Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Bol.Soc.Bot.Méx. 86: 37-51

Fuente	Riqueza (No de Sp de fauna en transectos)	Índice de Margalef
Cuenca	17	3.7
Predio	7	2.4

### **Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales**

Como se describe en la página 84 de este DTU, las líneas de muestreo ubicadas en la parte sur del predio, presentaron los mayores valores de diversidad de flora y es precisamente la zona sur la que constituye una de las áreas de conservación de mayor superficie en el proyecto, por lo que no se considera que se ponga en riesgo la protección de la biodiversidad.

De igual forma, el rescate y reubicación de las especies de flora en alguna categoría de riesgo será de muy pocos individuos, ya que casi todos se encuentran en el área de conservación sur antes señalada, por lo que la mayoría de las especies no tendrán que ser removidas, garantizando así, su sobrevivencia en el ecosistema.

### **Medidas de mitigación a implementar**

La principal medida de mitigación de este proyecto será el establecimiento del 62% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema. Las áreas propuestas forman parte del matorral de duna donde se observó la mayor diversidad de flora y mayor número de especies protegidas, adecuando el diseño y ubicación de la obra fuera de esta zona relevante para garantizar así la permanencia de estas especies en el ecosistema.

### **IX.7. La protección y recuperación de suelo:**

Las playas y dunas constituyen otro de los ecosistemas que proporcionan importantes servicios ambientales, sobre todo de protección de la zona costera (Hesp, 2000). Son acumulaciones de arena, móviles, que se reacomodan constantemente ante la energía de la marea, de las olas, y del viento.

Los paisajes costeros formados por playas suaves, dunas de arena y marismas, representan sistemas geomorfológicos móviles de respuesta rápida, altamente sensibles a los cambios ambientales (Hansom, 2001). Las costas arenosas son ambientes estresantes, dinámicos, en los que la acción de las olas y mareas determinan de manera importante la diversidad de especies, la biomasa y la estructura de las comunidades.

Las perturbaciones relacionadas con la actividad humana varían de una playa a otra; sin embargo, las estructuras o actividades que impiden el transporte natural de arena o alteran el presupuesto de arena, normalmente dan lugar a una erosión severa, a menudo de naturaleza permanente, por lo que la protección de las dunas embrionarias y el primer cordón constituyen la principal garantía de conservación para este ecosistema.

### **Importancia en el contexto del área de estudio y grado de afectación**

Los análisis realizados en el capítulo VI respecto al grado de erosión que se espera una vez realizado el CUSTF, arroja valores muy bajos que sugieren que aun con el desarrollo de proyecto no se occasionarán problemas de erosión severos en el predio.

### **Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales**

Por la superficie que quedará expuesta al suelo desnudo y los resultados expuestos en el capítulo VI, no se prevé que se ponga en riesgo la protección y recuperación de este recurso.

### **Medidas de mitigación a implementar**

La principal medida de mitigación para garantizar la protección del suelo es el establecimiento de un área de conservación que representa el 62% de la superficie del predio total, minimizando de esta manera los problemas de erosión del suelo.

### **IX.8. El paisaje y la recreación:**

Dos servicios ambientales muy importantes que proporcionan las zonas costeras son el mantenimiento de paisajes de alta calidad estética y las posibilidades de recreación. Las playas y dunas tienen un alto valor recreativo.

Un gran porcentaje de la población pasa buena parte de su tiempo de descanso en las playas. Actualmente comienzan a desarrollarse deportes sobre arena, por lo que las dunas también constituyen un fuerte atractivo. Las dunas son parte de los hábitats utilizados por las aves migratorias y albergan, durante esta época, gran cantidad de especies que son observadas en recorridos eco turísticos.

Así mismo, las dunas proveen espacio para asentamientos humanos ya que sobre estos campos se han desarrollado gran cantidad de ciudades costeras y desarrollos turísticos, en ocasiones aun bajo fuertes riesgos por los huracanes e inundaciones que llegan a afectar estas zonas.

### **Importancia y grado de afectación**

En el área de estudio se observaron muchas construcciones abandonadas o con poco mantenimiento, lo que demerita la calidad estética del paisaje. No obstante, aun sigue siendo un sitio muy frecuentado con fines de recreación. El grado de afectación del proyecto es puntual (ver identificación de impactos) y con las medidas de mitigación a implementar, no se espera afecten la calidad estética del paisaje ni las posibilidades de recreación.

### **Justificar si se pondrán en riesgo o no estos servicios ambientales**

La calidad paisajística y las actividades recreativas que comúnmente se desarrollan no se pondrán en riesgo con el desarrollo del proyecto, por el contrario, se busca fomentar estas actividades mediante un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

### **Medidas de mitigación a implementar**

En el presente capítulo se describieron la mayoría de las medidas de mitigación que se desarrollarán en el presente proyecto, por lo que no se generará un impacto en la calidad paisajística, del mismo modo se contará con un área de conservación del 62%, en la cual no se realizará obra o actividad alguna.

### **IV.6.- Diagnóstico ambiental.**

De acuerdo al análisis de la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, se puede concluir que el sistema ambiental donde se desarrollará el proyecto, a pesar de estar fragmentado, todavía conserva fragmentos de vegetación que pueda albergar especies de fauna silvestre.

Los principales problemas ambientales que se observan en el área de influencia del proyecto serían la fragmentación por la construcción de infraestructura y la contaminación por residuos sólidos en las casas abandonadas.

Finalmente se puede concluir que tanto los análisis de la vegetación y fauna no arrojaron valores altos de biodiversidad para el área de estudio ni para el predio. Por lo anteriormente expuesto, se considera que el proyecto no provocará un incremento en los impactos ambientales y por lo tanto no existirá una afectación significativa al paisaje, siendo éste capaz de amortiguar los cambios que se produzcan en él, siempre y cuando se cumplan con las medidas de mitigación propuestas en este estudio.

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

## V.I. Metodología para identificación de los impactos ambientales.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto se realizó mediante el análisis integral del mismo, de acuerdo a la siguiente metodología:

1. Se realizó un análisis de información documental basada en las características del proyecto, para identificar las actividades causantes del impacto ambiental en cada una de las etapas de desarrollo de la obra, tal y como a continuación se describe:

**Cuadro 5.1.** Etapas y actividades causantes del impacto ambiental.

ETAPA	ACTIVIDADES
PREPARACIÓN DEL SITIO	DESMONTE Y DESPALME. NIVELACIÓN Y EXCAVACIÓN DEL TERRENO.
CONSTRUCCIÓN	LEVANTAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA TEMPORAL. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CONSUMO DE AGUA. GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

2. **Indicadores de Impacto.** Se realizó una caracterización del área de estudio para la identificación de los elementos del medio ambiente que potencialmente serían afectados por el proyecto, conocidos como *indicadores de impacto*. En ese sentido y de acuerdo al análisis realizado mediante una lista de control simple, se obtuvieron los siguientes indicadores que nos orientaron en la identificación de los impactos ambientales del proyecto que nos ocupa:

**Cuadro 5.2.** Identificación de los indicadores de impacto.

COMPONENTES	INDICADORES AMBIENTALES
FISICOQUÍMICOS	Suelo Erosión

	<i>Disminución de la superficie de infiltración</i>
	<i>Contaminación del suelo</i>
	<b>Agua subterránea</b>
	<i>Contaminación del recurso</i>
<b>BIOTICOS</b>	<b>Vegetación terrestre</b>
	<i>Pérdida de cobertura vegetal y de los servicios ambientales que provee</i>
	<b>Fauna terrestre</b>
	<i>Fragmentación y/o perturbación de su hábitat</i>
	<b>Estructura del paisaje</b>
	<i>Afectación a la estructura del paisaje</i>
<b>SOCIOECONÓMICO</b>	<b>Generación de empleos</b>
	<i>Incremento en la demanda de servicios</i>

Como se observa en el cuadro anterior, se realizó un ejercicio de análisis y selección de los indicadores ambientales que efectivamente serán impactados por el desarrollo del proyecto, identificando de manera específica los impactos a considerar.

### 3. Identificación de los impactos ambientales

A continuación se llevó a cabo una evaluación cualitativa del impacto sobre una matriz en la que se relacionan las acciones del proyecto con los elementos relevantes del medio ambiente potencialmente afectado y previamente identificado. Para esta etapa se utilizó una **matriz de interacción causa-efecto** (ver anexo 3), dando como resultado la **identificación de los siguientes impactos ambientales**:

**Cuadro 5.3.** Identificación de los impactos ambientales.

ETAPA	IMPACTO
<b>PREPARACIÓN</b>	Erosión
	Pérdida de cobertura vegetal y de los servicios ambientales que provee
	Fragmentación del hábitat de fauna silvestre
	Afectación a la estructura del paisaje
	Generación de empleos

<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Disminución de la superficie de infiltración
	Contaminación del suelo
	Fragmentación del hábitat de fauna silvestre
	Afectación a la estructura del paisaje
	Generación de empleos
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	Afectación a la estructura del paisaje
	Contaminación del suelo
	Contaminación del agua subterránea
	Impacto en la fauna silvestre
	Generación de empleos
	Incremento en la demanda de servicios

## V.2. Descripción de los impactos ambientales

Una vez identificados los principales impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto se describen y analizan cada uno de ellos:

1. EROSIÓN: Los riesgos de erosión se podrían generar principalmente en la etapa de preparación del sitio, porque que se podría realizar la remoción de la vegetación que existe en la parte Norte del predio, ocasionando la degradación y transporte de este recurso.
2. DISMINUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE INFILTRACIÓN: Este impacto se podría observar principalmente en la etapa de construcción, básicamente por la construcción de la obra, ocasionando la disminución de la permeabilidad del recurso agua al subsuelo.
3. CONTAMINACIÓN DEL SUELO: Este impacto se refiere a la contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se van a generar durante la construcción y operación del proyecto principalmente, suponiendo que no exista un manejo y disposición adecuada de dichos residuos.
4. AFECTACIÓN A LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE: entendiendo su estructura como las características intrínsecas del sitio, tales como la cobertura de vegetación, formaciones vegetales presentes, etc. La afectación a esta

estructura se podría dar en cada una de las etapas del proyecto, ya que las condiciones actuales serán modificadas.

5. PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL Y DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE PROVEE: En la etapa de preparación del sitio se ocasionaría principalmente este impacto ambiental en caso de que se removiera toda la vegetación del predio.
6. CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA: Como se observa en la matriz de interacción, este impacto se estaría ocasionando principalmente en la etapa de operación y mantenimiento, ya que de no existir un adecuado sistema de tratamiento de las aguas residuales, éstas serían vertidas al manto freático ocasionando la contaminación del agua subterránea.

Es importante aclarar que no se evaluó la disminución de la cantidad del agua subterránea en las distintas etapas del proyecto, ya que durante la etapa de preparación, construcción y operación, este recurso se obtendrá a través de pipas y en la etapa de operación, por tratarse de una casa de verano que será utilizada algunos meses del año, no se prevé como un impacto relevante.

7. GENERACIÓN DE EMPLEOS: Este impacto se dará en cada una de las etapas del proyecto, desde la contratación de personal para las actividades de preparación y construcción del sitio, hasta para la etapa de operación y mantenimiento de las instalaciones.
8. INCREMENTO EN LA DEMANDA DE SERVICIOS: Aunque el aumento en la demanda de servicios se darán en todas las etapas del proyecto, se consideró únicamente la etapa de operación, ya que es ahí donde este impacto tendrá mayor significancia.
9. FRAGMENTACIÓN AL HÁBITAT DE LA FAUNA SILVESTRE: El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto constituye parte del hábitat de algunas especies de fauna silvestre que podrían verse afectadas o desplazadas a otros sitios por la construcción de la obra.

### V.3. Evaluación cuantitativa de los impactos ambientales

Para realizar la evaluación cuantitativa de los impactos se utilizó una matriz de Leopold modificada, seleccionando primeramente los siguientes criterios de valoración de impacto que a juicio del evaluador ofrecen mayor objetividad al proyecto sometido a evaluación (algunos de los cuales son sugeridos en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, sector turismo):

- Importancia: nula (0), poco significativo (0.5) y significativo (1).
- Carácter o naturaleza del impacto: se asignó un signo positivo para los efectos beneficiosos (+) o negativo para efectos perjudiciales (-).
- Permanencia: Se refiere a la escala temporal en la que actúa un impacto, en este caso se determinó un impacto temporal (0.5) y un impacto permanente (1).
- Magnitud: se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor. Para ponderar la magnitud se consideró el siguiente criterio: puntual (P) y extenso (E).

La valoración se realizó a través de tres matrices de interacción (ver anexo 3) asignando un número, en la escala antes descrita para cada criterio. A continuación se describen y analizan los resultados obtenidos:

**En cuanto a su importancia:** De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz No 2 del anexo 3, los impactos más significativos que ocurrirán por el desarrollo del proyecto, serán los ocasionados a la vegetación y a la fauna ya que éstos serán modificados permanentemente en las áreas de afectación.

**Magnitud del impacto:** Como se observa en la matriz No. 3 del Anexo 3, todos los impactos que se generarán por el desarrollo del proyecto son **puntuales**, ya que como se describió en el capítulo II de la MIA-P., únicamente se afectará una superficie de 511m<sup>2</sup> lo que representa el 37% de la superficie total del predio.

**Permanencia y carácter:** En la matriz No. 4 del anexo 3, se observa que los principales impactos negativos y permanentes serán ocasionados la vegetación y a la fauna, por lo que en estos impactos se enfocarán las mayores medidas de prevención y mitigación.

## Justificación y ventajas de la metodología utilizada

La evaluación de impacto ambiental no es universal, por lo que optamos por la recomendación realizada en la *Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, sector turismo*, y se realizó una evaluación a tres niveles de detalle con los métodos específicos antes descritos y adaptados al proyecto sometido a evaluación. Estos niveles consistieron en:

1. La identificación de los impactos ambientales mediante una lista de chequeo. Éste es un método de identificación muy simple, usado comúnmente para evaluaciones preliminares, es simple de utilizar y de entender.
2. La evaluación cualitativa del impacto sobre una matriz en la que se cruzaron las acciones del proyecto con los factores relevantes del medio ambiente. Para esta etapa, se utilizó una matriz de cribado que resulta ser muy útil en la identificación y predicción de impactos<sup>1</sup>.
3. La evaluación cuantitativa de los impactos, a través de una matriz de Leopold modificada, determinando los criterios de valoración de acuerdo a las características del proyecto descritas en el capítulo II y al diagnóstico ambiental también llevado a cabo en capítulos anteriores. Una de las ventajas principales de la utilización de esta matriz es que es un instrumento muy útil en la detección y valoración de impactos<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>*Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, sector turismo.*

<sup>2</sup>*Manual de evaluación de impacto ambiental. Larry W. Canter. 1998.*

# CAPÍTULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

## *Justificación de que no se comprometerá la biodiversidad*

Antes de presentar el siguiente análisis, es importante reconocer que cualquier remoción de la vegetación forestal para destinarla a otros usos afectará a la biodiversidad. A continuación se presentan los resultados de riqueza y diversidad de la flora y fauna registrada en el sistema ambiental/cuenca y en el predio donde se desarrollará el proyecto:

Fuente	Riqueza (No de Sp de flora en muestra)	Diversidad de Shannon (H')
Cuenca	19	1.622
Predio	7 (cuadrantes); 20 (canfield)	1.282 (parcelas) 2.761 (canfield)
Torres, et al. 2010 <sup>24</sup>	71	1.41

Fuente	Riqueza (No de Sp de fauna en transectos)	Índice de Margalef
Cuenca	17	3.7
Predio	7	2.4

---

<sup>24</sup> Torres W., Méndez M., Dorantes A. y Durán R. 2010. Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Bol.Soc.Bot.Méx. 86: 37-51

---

Como se observa en los siguientes cuadros, los resultados de la riqueza y diversidad de las especies de flora y fauna en el predio, demuestran que el área que será sometida al CUSTF posee valores más bajos que los registrados en el Sistema ambiental o cuenca y en estudios realizados en la zona por *Torres, et al.*

Como se describe en la página 84 de este DTU, las líneas de muestreo ubicadas en la parte sur del predio, presentaron los mayores valores de diversidad de flora y es precisamente la zona sur la que constituye una de las áreas de conservación de mayor superficie en el proyecto, por lo que no se considera que comprometa la biodiversidad.

De igual forma, el rescate y reubicación de las especies de flora en alguna categoría de riesgo será de muy pocos individuos, ya que casi todos se encuentran en el área de conservación sur antes señalada, por lo que la mayoría de las especies no tendrán que ser removidas, garantizando así, su sobrevivencia en el ecosistema.

La principal medida de mitigación de este proyecto será el establecimiento del 62% de la superficie total del predio como área de conservación, donde se mantendrán las características actuales del ecosistema. Las áreas propuestas forman parte del matorral de duna donde se observó la mayor diversidad de flora y mayor número de especies protegidas, adecuando el diseño y ubicación de la obra fuera de esta zona relevante para garantizar así la permanencia de estas especies en el ecosistema.

#### ***Justificación de que no se provocará la erosión de suelos***

El tipo de suelo presente en el área de estudio es el mismo identificado en el sitio del proyecto y corresponde a un suelo con alto contenido de sales solubles denominado Solonchak. Las dunas de arena que se desarrollan a lo largo de la línea de costa, son originadas a partir del depósito de granos de arena por acción del viento, los cuales pueden ser de origen biológico, especialmente calcáreo producto de la desintegración de los arrecifes de coral y conchas de moluscos.

Dada las condiciones topográficas del predio con pendientes casi nulas y las medidas de mitigación que se pretenden implementar en el proyecto, como el establecimiento del 62% de áreas de conservación, la reubicación de las especies de flora protegidas y la ubicación de la casa detrás de la primera duna, no se prevé que se provocará la erosión de los suelos.

Así mismo, se realizó un análisis de pérdida de suelos con un método indirecto comúnmente utilizado, donde se demuestra que todos los factores que pueden contribuir a este proceso erosivo, estarían establecidos en porcentajes muy bajos para el sitio del proyecto.

### **Ecuación Universal de pérdida de Suelos: $A = R K L S C P$**

*Donde:*

*A= Pérdida de suelo en ton/ha.año*

*R= Factor de erosividad de la lluvia*

*K= Factor de erosividad del suelo*

*LS = Factor de longitud y grado de pendiente*

*C= Factor cobertura vegetal*

*P= Factor de prácticas mecánicas*

Los datos utilizados en este análisis fueron obtenidos del Programa Estatal del Ordenamiento Territorial del Estado de Yucatán realizado por el Instituto de Geografía de la UNAM, del Mapa Nacional de erosión potencial del Instituto Mexicano de Tecnología del agua, así como los datos descritos por Mannaerts (1999).

#### ***R= Factor de erosividad de lluvia***

El factor *R* representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Para la Península de Yucatán el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua registra un factor de 0.98.

#### ***K= Factor de erosividad del suelo***

Se entiende como la facilidad con la cual el suelo es desprendido por el salpicamiento, durante una lluvia o por flujo superficial. Esta propiedad del suelo está relacionada al efecto integrado de la lluvia, escurrimiento e infiltración.

El tipo de suelo presente en el sistema ambiental es el mismo al identificado en el sitio del proyecto y corresponde al tipo Solonchak, con un alto contenido de sales, textura media y valores de *K* de 0.04.

#### ***LS = Factor de longitud y grado de pendiente***

Dadas las características del relieve de Yucatán, relativamente planas y las condiciones del predio, el rango de pendiente que podría tomarse en consideración es de 0 a 0.02 grados, que se trata del valor más bajo dadas las condiciones topográficas del sitio.

### **C= Factor cobertura vegetal**

El factor C es usado para reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión.

Este factor mide como el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos, y otros esquemas de manejo. El factor C en condiciones de suelo desnudo es de 1 y para vegetación de duna costera es de 0.85.

### **P= Factor de prácticas mecánicas**

Para reducir la erosión de los suelos se considera el uso de las prácticas de conservación de suelos para no alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles. El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión.

Algunas de las prácticas de soporte que se consideran en la evaluación de P para áreas cultivadas son las siguientes: surcado al contorno (laboreo, siembra y plantación, siguiendo las curvas de contorno o nivel), cultivos en faja, terraceo, establecimiento de obras de drenaje subsuperficial principalmente.

En el caso de este proyecto y dado que los datos proporcionados en la literatura se refieren a prácticas que no se manejarán en el predio, se consideró asignar el valor de 1 al Factor P, en el entendido que, a pesar de que si se implementarán medidas de mitigación para disminuir los riesgos de erosión del suelo, estas medidas no están contempladas como tal en la literatura por lo que no es posible asignarles un valor.

## RESULTADOS

### Tasa de erosión anual sin CUSTF

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Sustituyendo los datos con vegetación de duna costera sería  $A = (0.98) (0.04) (0.02) (0.85) (1) = 0.0006664 \text{ ton/ha.año}$

### Tasa de erosión anual con CUSTF

Sustituyendo con los datos en condiciones de suelo desnudo sería  $A = (0.98) (0.04) (0.02) (1) (1) = 0.000784 \text{ ton/ha.año}$ . Ahora bien, considerando que el predio tiene una superficie de 1,354 m<sup>2</sup>, la tasa de erosión anual por año sería de **0.0001061 toneladas**.

## CONCLUSIONES

Como se observa en los resultados obtenidos, aún cuando se realizara el cambio de uso de suelo, la tasa de erosión anual quedaría establecida en valores muy bajos. Así mismo, la tasa de erosión de 0.0001061 toneladas por año realizando el CUSTF, estaría siendo sobre estimada, ya que no se pretende realizar la remoción de vegetación en la totalidad del predio y además se implementarán medidas que mitigarán estos impactos (descritas en la página anterior), por lo que se puede concluir que **no se provocará la erosión de los suelos por el desarrollo del proyecto**.

RANGO (ton/ha.año)	CLASIFICACIÓN
<50	baja
50-100	Media
100-150	Considerable
150-200	Alta

RANGO (ton/ha.año)	CLASIFICACIÓN
200-250	Muy alta
>250	Extrema

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

**No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación**

**Calidad del agua.** No se provocará el deterioro de la calidad del agua ya que se establecerá un sistema de tratamiento de las aguas residuales producto de la operación del proyecto.

Este sistema consiste en biodigestores y zanjas de infiltración (para mayor detalle ver capítulo II) y los lodos serán recogidos por una empresa autorizada, cumpliendo con los parámetros establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996.

### ***Disminución en la captación del agua***

Para medir la disminución de la captación del agua en el área del proyecto se realizó a través de la siguiente ecuación:

$$\text{INFILTRACIÓN} = P - \text{ETR} - V_m$$

Donde:

P= Precipitación (687mm) Fuente: Sistema Meteorológico Nacional.

ETR= evaporación real

V<sub>m</sub>= Volumen de escurrimiento

$$\text{ETR} = P - X P^2 \quad (\text{fórmula de Coutagne})$$

Donde: ETR = Evapotranspiración real en metros/año

P= Precipitación en metros/año (0.687 m)

X=  $1 / 0.8 + 0.14 T$

T= Temperatura media anual en °C (26°C)

$$Vm = C Pm A$$

Donde Pm= precipitación media en mm

C= Coeficiente de escurrimiento (0.30 con bosque sin pendiente/ 0.50 terreno afectado textura media)

A= Área del predio en hectáreas (0.1354 has)

Cuadro 4.1 Valores del Coeficiente de escurrimiento (C)

Uso del suelo y pendiente del terreno	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
<b>Bosque</b>			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escargado (11-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60
<b>Pastizales</b>			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escargado (11-30% pendiente)	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos cultivados</b>			
Plano (0-5% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6-10% pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escargado (11-30% pendiente)	0.52	0.72	0.82

Fuente: [www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/.../24/02.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/.../24/02.pdf)

### Resultados del coeficiente de infiltración en el predio sin CUSTF

$$\text{ETR} = 0.580713$$

$$Vm = (0.30) (687) (0.1354 \text{ has}) = 27.90$$

$$\text{Coeficiente de infiltración} = P - ETR - Vm$$

$$(687) - (0.5807) - (27.90) = 658.51$$

### Resultados del coeficiente de infiltración con CUSTF

$$Vm = (0.50) (687) (0.1354 \text{ has}) = 46.50$$

$$\text{Coeficiente de infiltración} = (687) - (0.5807) - (46.50) = 639.91$$

### Conclusiones

Si tomáramos como premisa que toda el área sujeta a CUSTF sería impermeable, de acuerdo a los datos obtenidos, la capacidad de infiltración se reduciría de 658 a 639, es decir el 3% aproximadamente, sin embargo dentro del área sujeta al CUSTF se proponen superficies permeables en el 62% del predio donde permanecerá el suelo natural con el fin de permitir la infiltración natural del agua al subsuelo, por lo que el coeficiente de infiltración **se perderá en menos del 3%**.

### Justificación económica:

Actualmente el predio no tiene ningún uso como tal y conserva la vegetación nativa de duna costera en su totalidad. Sin embargo, toda la zona aledaña si es utilizada con fines de recreación y/o descanso, observando casas de verano en toda el área de influencia y sistema ambiental del proyecto.

Es frecuente observar que el establecimiento de casas de verano a lo largo de la Costa del Estado, traiga consigo mayores oportunidades de empleo para los pobladores de las localidades más cercanas, tal y como se puede ver en la carretera Progreso-Telchac Puerto, cerca del área del proyecto, donde se han abierto pequeñas tiendas para abastecimiento de comida principalmente.

En la etapa de construcción se estima que el proyecto traerá como consecuencia 15 empleos (albañiles) con un pago de \$1,500 pesos por día, lo que traducido a las 24 semanas de construcción del proyecto (considerando un tiempo mínimo de 6 meses aunque se plantea realizarlo en un tiempo máximo de 2 años), se tendrá una derrama económica de \$180,000.00 pesos en empleos directos sin considerar supervisores de obra y arquitectos.

En la etapa de operación, el establecimiento de la casa de verano generará por lo menos un empleo directo y permanente en la contratación de personal de vigilancia con un pago de \$4,500. 00 pesos al mes.

**Valor económico de los recursos biológicos y servicios ambientales que proporciona el ecosistema, comparado con el valor de los beneficios que se esperan en la operación del proyecto.**

El costo por la construcción del proyecto será de \$3, 750,000.00 (tres millones setecientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.), lo cual no incluye los empleos que podría generar la operación del mismo (ej. Vigilante, mantenimiento de la casa, etc.). A su vez, el valor económico de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema en el sitio del proyecto sería de 207 dólares por año.

Sin embargo, este costo no incluye el valor de todos los recursos biológicos ahí presentes, ya que no se tiene información en la literatura sobre muchas de las especies de flora y fauna. Debido a esto, no es posible realizar una comparación exacta entre el valor que proporciona el ecosistema con el valor del beneficio que se espera del proyecto, ya que estaríamos proporcionando datos subestimados del valor del ecosistema.

**Justificación Social:**

Diversas localidades de nuestro Estado tales como Progreso, Telchac Puerto, Celestún, Uaymitún, Sisal, entre otras, han demostrado que el establecimiento de casas de verano pueden ser una buena opción para el desarrollo económico de las comunidades cercanas ya que trae como consecuencia la generación de empleos

directos como actividades de vigilancia y mantenimiento de la casa, venta de alimentos, artesanías, paseos eco turísticos, entre otros.

El proyecto que se somete a evaluación, ubicado en el municipio de Progreso, pretende generar por lo menos 15 empleos durante la construcción de la obra y un empleo directo y permanente en la etapa de operación. Así mismo, el establecimiento de una casa de verano trae siempre como consecuencia decenas de empleos durante el desarrollo del proyecto (ej. Actividades de vigilancia y mantenimiento de la casa, compra de insumos alimenticios, artesanías, paseos eco turísticos, entre otros), por lo que podrá contribuir al apoyo económico para muchas de familias de las comunidades cercanas.

### **Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo**

Actualmente el sitio donde pretende desarrollarse el proyecto brinda diversos servicios ambientales, cuyo grado de afectación por el cambio de uso de suelo será puntual como ya se explicó en capítulos anteriores. Ahora bien, se considera que el uso que se le pretende dar al predio será más productivo a largo plazo, ya que contempla la construcción de una obra donde se prevé una derrama económica por la generación de empleos en la etapa de construcción y operación del proyecto.

La inversión estimada para el desarrollo del proyecto será de \$3,750,000.00 (tres millones setecientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.) y dicha inversión recaerá en diferentes sectores productivos (ej. Construcción, comercio, servicios, trabajadores, profesionistas, entre otros).

En la etapa de construcción se estima que el proyecto traerá como consecuencia 15 empleos (albañiles) con un pago de \$1,500 pesos por día, lo que traducido a las 32 semanas de construcción del proyecto, se tendrá una derrama económica de \$240,000.00 pesos en empleos directos sin considerar supervisores de obra y arquitectos. Si bien, se estableció en el capítulo II un tiempo máximo de construcción 2 años, se estima que de no haber imprevistos, la construcción terminaría en 32 semanas.

En la etapa de operación, el establecimiento de la casa de verano generará por lo menos un empleo directo y permanente en la contratación de personal de vigilancia con un pago de \$4,500. 00 pesos al mes. Considerando lo anterior y la vocación del uso del suelo establecido por los instrumentos de planeación ambiental vigentes, el uso de suelo propuesto será más productivo a largo plazo.

## VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

### VII.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Tomando la premisa de que siempre es mejor prevenir los impactos que establecer medidas correctivas, a continuación se describen las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales negativos identificados en el capítulo anterior.

**Cuadro 6.1.** Impactos identificados y medidas de mitigación.

Nota: (P=Preparación, C= Construcción y O= Operación).

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ETAPA		
		P	C	O
SUELO				
Erosión	<p>La construcción de la obra estará ubicada fuera de la denominada primera duna.</p> <p>Permanecerá el 62% del predio con cobertura vegetal que evitará la erosión del suelo. Gran parte de esta cobertura se encuentra ubicada en la zona de matorral donde se localizaron muchos individuos de flora protegidos, lo que representa un área de relevancia ambiental.</p>	x		
Disminución de la superficie de infiltración	Permanecerá el 62% del predio con cobertura vegetal que permitirá la filtración de agua al subsuelo.	x		
Contaminación del suelo (por residuos sólidos)	Se colocarán contenedores rotulados y con tapa para la recepción de los residuos sólidos.	x		
	Todos los residuos de concreto asfáltico y en general los que serán utilizados en la obra deberán ser	x		

	dispuestos en los sitios establecidos por la autoridad competente.			
	Los residuos sólidos urbanos deberán ser depositados temporalmente en la casa y depositados en sitios autorizados.			x
AGUA SUBTERRÁNEA				
Contaminación del agua subterránea	Se contratarán sanitarios móviles durante la preparación y construcción del proyecto, quedando responsable del mantenimiento y disposición final de los efluentes la empresa contratada.	x	x	
	Se establecerá un sistema de tratamiento de las aguas residuales producto de la operación del proyecto. Este sistema consiste en un biodigestor y zanjas de infiltración (para mayor detalle ver capítulo II). Los lodos serán recogidos por una empresa autorizada.			x
VEGETACIÓN TERRESTRE				
Pérdida de la cobertura vegetal y de los servicios ambientales que provee	Se mantendrá una superficie de 843 m <sup>2</sup> con vegetación nativa del ecosistema, lo que representa el 62% de la superficie total del predio. El diseño y ubicación del proyecto dentro del predio, se ajustó a fin de evitar la afectación de las especies de flora con relevancia ecológica.  Se realizará un programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal. Se estima que el número de individuos a rescatar sea muy pequeño, dada la reubicación de la obra(ver anexo 6).	x		x
FAUNA TERRESTRE				

Fragmentación y/o perturbación del hábitat de la fauna silvestre	Se mantendrá una superficie de 843m <sup>2</sup> con vegetación nativa del ecosistema lo que podrá atraer algunas especies de fauna al menos como sitio de paso y/o descanso.	x	x	x
ESTRUCTURA DEL PAISAJE				
Afectación a la estructura del paisaje	Se deberá desmantelar toda la infraestructura provisional empleada durante las etapas constructivas.	x	x	
ESTRUCTURA DEL PAISAJE				
	Se mantendrá una superficie de 843 m <sup>2</sup> con vegetación nativa del ecosistema lo que representa el 62% de la superficie total del predio	x	x	x

## VII.2 Impactos residuales

Como se describió en el cuadro anterior, los principales impactos que ocasionará el proyecto se pueden mitigar a través de las propuestas antes descritas. No obstante, es importante aclarar que aunque dichos impactos quedan reducidos en su magnitud, permanecerán los siguientes efectos en el ambiente por la construcción y operación del proyecto sometido a evaluación:

**Disminución de la cobertura vegetal en el sitio.** Para la implementación del proyecto, será necesaria la remoción de vegetación que será reemplazada por infraestructura. Esta afectación traerá consigo el desplazamiento de las especies de fauna más sensibles hacia sitios con menor perturbación.

## VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

A continuación se presenta el costo por la realización de cada una de las medidas de mitigación establecidas en el Programa de vigilancia ambiental propuesto en este estudio.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS		COSTO
Realización de 3 reportes del cumplimiento de todas las medidas de mitigación (incluye visitas de inspección a campo y entrega de resultados)	----	\$10,000.0
Ejecución del Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal.	Presupuesto detallado Cuadro1	\$27,692.0
Instalación del biodigestor con zanjas de infiltración	Presupuesto detallado ver cuadro 3	\$17,906.1
Renta de 6 sanitarios móviles durante la etapa de construcción	Presupuesto detallado ver cuadro 2	28,800.00
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$84,398.0</b>

Cuadro1. Presupuesto detallado del Programa de Rescate y reubicación de especies forestales

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MONTO	TOTAL
511	M2	Delimitación del área de rescate	\$15.73	\$8,038.03
41	Planta	Identificación de especies a rescatar	\$50.00	2050
41	Planta	Extracción de especies	\$50.00	2050
41	Planta	Trasplante de especies rescatadas	\$50.00	2050
41	Poceta	Banqueo de especies	\$60.00	2460
41	poceta	Banqueo para trasplante	\$60.00	2460
1	Dosis	Aplicación de fertilizantes. Incluye insumos.	\$80.00	80

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MONTO	TOTAL
4	Visita	Visita de seguimiento de verificación. Incluye costos en transporte.	\$313.00	1252
4	Visita	Visita de mantenimiento. Incluye actividades de limpieza, insumos, transporte.	\$313.00	1252
1	Informe	Elaboración y entrega del reporte de resultados del Programa de rescate de flora protegida.	\$6000.00	\$6000.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$27,692</b>

**Cuadro 2. Presupuesto detallada renta de sanitarios móviles durante la etapa de construcción**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO/UNIDAD	TOTAL
Renta de sanitario portátil durante la etapa de construcción del proyecto	mes	\$3,600	\$28,800.00

**Cuadro 3. Presupuesto detallado del sistema de tratamiento de las aguas residuales del proyecto en la etapa de operación.**

MANO DE OBRA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	IMPORTE
10006BIO	Suministro e instalación de biodigestor Rotoplas autolimpiable de 1300LT y zanjas de infiltración que cumpla con la NOM-006-CNA-1997.		

	Incluye excavación, registro sanitario de 60x60x40, excavación para alojar registro, plantilla de concreto F'C 100 KG/CM2, de 5 cm, con perforaciones de 2" conexión a la descarga de la casa, relleno con material producto de la excavación compactación- herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.		
			\$2.690,36
<b>MATERIAL</b>			
1FOSAPLAS	FOSAPLAS AUTOLIMPIABLE CONSTRUCTORA -R- 1300 LTS Y ZANJAS DE PVC	pza	\$11.309,13
1MATBIO	Material de plomeria para instalacion de biodigestor	pza	\$2.036,80
AGLU001	Cemento Gris saco de 50 KG	saco	\$153,34
AGRE001	Polvo de piedra.	m3	\$48,17
AGRE002	Grava 3/4"	m3	\$10,57
AGU-001	Agua	m3	\$2,19
			\$13.560,21
<b>MAQUINARIA</b>			
MAQ0003	Excavación con maquinaria para fosa septica	m3	\$1.655,57
	<b>TOTAL</b>		<b>\$17,906.14</b>

#### VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo.

El objetivo de este rubro es realizar la estimación del costo que llevaría al sitio del área sujeta a CUSTF (511 m<sup>2</sup>) a una condición similar del ecosistema como hasta ahora se encuentra, es decir antes de la remoción de la vegetación.

Con base en la información establecida en el *ACUERDO mediante el cual se expide los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la*

*metodología para su estimación*, se determina para la zona ecológica denominada “Otros Humedales”, que es donde se encuentra el proyecto sometido a evaluación, un costo de 188,556.75 pesos por hectárea.

En ese sentido, el costo por las actividades de restauración del área sujeta a CUSTF en el predio sería de 9,635.21 pesos. Sin embargo, este valor no considera los costos por demolición y remoción de la infraestructura hasta los cimientos y los costos del desalojo del material removido que serían de aproximadamente 200,000 pesos. **Por lo tanto, el costo total estimado por las actividades de restauración del sitio sería de 209,635 pesos.**

## CAPÍTULO VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VIII.1 Pronóstico del escenario sin y con el proyecto.

La caracterización de vegetación y fauna realizados en este estudio proporcionan una idea bastante clara del escenario actual que tiene el sitio del proyecto y el área de estudio. En caso de no realizarse la obra, la vegetación de duna costera permanecerá en su totalidad, por lo que el sitio seguirá proporcionando los servicios ambientales. Estas condiciones provocarán que, al menos el predio siga siendo parte del hábitat de las especies de fauna silvestre ahí reportadas.

No obstante lo anterior, se seguirán observando los problemas de fragmentación del hábitat que existen en el área de influencia y sistema ambiental, en donde la construcción de casas de verano ha ocasionado la fragmentación del hábitat de la fauna silvestre.

El pronóstico del escenario con la realización del proyecto es de una obra que conservará el 62% de la vegetación nativa del predio, minimizando por lo tanto los efectos negativos al ecosistema.

### VIII. 2. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Con apoyo del escenario ambiental elaborado en apartados anteriores, se realizó una proyección donde se describe el resultado de las medidas de mitigación propuestas para este proyecto.

Se espera que durante la preparación del sitio, se delimiten las áreas de afectación. Durante la construcción se podría afectar indirectamente parte de las áreas de conservación, principalmente las de los costados Este y Oeste, las cuales no registraron especies protegidas. Sin embargo, si fueran afectadas, se realizarán acciones de reforestación con especies nativas, garantizando la permanencia de vegetación nativa en estas superficies.

En cuanto al aspecto socioeconómico, el desarrollo del Proyecto atraerá consigo el beneficio de la población de las comunidades más cercanas al sitio del Proyecto, debido principalmente a la generación de empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, incrementando sus ingresos. Durante la operación del proyecto se crearán más empleos permanentes, aunque éstos no sean en gran número, ya que el proyecto es solo para la construcción de una casa-habitación.

Finalmente se espera que, tanto la estructura del paisaje como la vegetación no sean afectadas de manera significativa, ya que se implementaron medidas de mitigación adecuadas y debido a que el proyecto propone una afectación menor a la permitida en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, dentro del sistema ambiental y área de influencia, lo que nos conduce a concluir que se trata de un proyecto de una magnitud puntual.

### VIII.3 Programa de vigilancia ambiental- seguimiento y control.

Para verificar el cumplimiento y eficacia de las medidas de prevención y/o mitigación, se designará un responsable ambiental (involucrado en la operación), el cual tendrá la función de coordinar en el sitio las actividades antes expuestas y deberá asegurarse que se cumplan de acuerdo a lo estipulado. Los empleados serán objeto de capacitaciones adecuadas, que le permitan el cumplimiento y vigilancia de las medidas preventivas aplicadas, así como de los procedimientos de respuesta ante contingencias ambientales.

A continuación se describen las acciones a realizar para garantizar el cumplimiento adecuado de las medidas de prevención y mitigación antes propuestas:

**Cuadro 7.1.** Acciones que garantizan el cumplimiento adecuado de las medidas de prevención y mitigación. **Nota:** (P=Preparación, C= Construcción y O= Operación).

Medida de mitigación propuesta	Acciones a realizar y forma de evaluación	Etapa del proyecto		
		P	C	O
Permanecerá el 62% del predio con cobertura vegetal que evitará la erosión del suelo. Parte de esta cobertura se	Inspección en campo. Se entrega reporte fotográfico como evidencia.	x	x	

encuentra ubicada en la zona de matorral de duna con la presencia de especies de flora protegidas por lo que representa un área de relevancia ambiental.				
Se colocarán contenedores rotulados y con tapa para la recepción de los residuos sólidos.	<b>Colocación de los contenedores en sitios estratégicos, entregando reporte fotográfico como evidencia</b>		X	
Todos los residuos de concreto asfáltico y en general los que serán utilizados en la obra deberán ser dispuestos en los sitios establecidos por la autoridad competente.	<b>Comprobantes de disposición final expedidos por parte de una compañía autorizada para el transporte y disposición final de residuos. Fotografías.</b>		X	
Los residuos sólidos deberán ser depositados temporalmente en la casa para enviarlos a sitios autorizados.	<b>Comprobantes de disposición final expedidos por parte de una compañía autorizada para el transporte y disposición final de residuos.</b>			X
Se contratarán sanitarios móviles durante la preparación y construcción del proyecto.	<b>Verificación en campo. Comprobantes expedidos por parte de una empresa autorizada para el transporte y disposición final de estos residuos. Reporte fotográfico.</b>	X	X	
Se establecerá un sistema de tratamiento de las aguas residuales producto de la operación del proyecto.	<b>Verificación en campo. Reporte fotográfico de su instalación. Copia del comprobante emitido por la empresa responsable de la recolección de los lodos.</b>			X
Se mantendrá una superficie de 843 m <sup>2</sup> con vegetación nativa del ecosistema lo que representa el 62% de la superficie total del predio.	<b>Se entregará reporte de resultados.</b>	X		X

Se realizará un programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal.				
Se deberá desmantelar toda la infraestructura provisional empleada durante las etapas.	<b>Verificación en campo. Evidencia fotográfica.</b>		X	

## CAPÍTULO IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

**ANEXO 1-** Copia simple del documento que acredita la propiedad.

**ANEXO 2-** Plano general de planta con cortes y fachadas.

**ANEXO 3-** Matrices de impacto

**ANEXO 4-** Estudio de capacidad de carga.

**ANEXO 5-** Copia identificación promovente, del prestador de servicios técnicos forestales y del responsable de la elaboración del Documento Técnico Unificado.

**ANEXO 6-** Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal afectadas.

**ANEXO 7-** Resumen.

**ANEXO 8.** Plano y poligonal con referencias geográficas del área sujeta a cambio de uso de suelo.

**ANEXO 9.** Plano y poligonal del área de reubicación de las especies de vegetación forestal afectadas.

**ANEXO 10.** Plano de área de conservación.