

# 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 Chuburná

### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en el predio con número de tablaje catastral 8293 a una distancia de 9.6 kilómetros al Oeste del centro de la población de Chuburná Puerto y a un kilómetro del Puerto de abrigo de esta localidad, en el municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán.

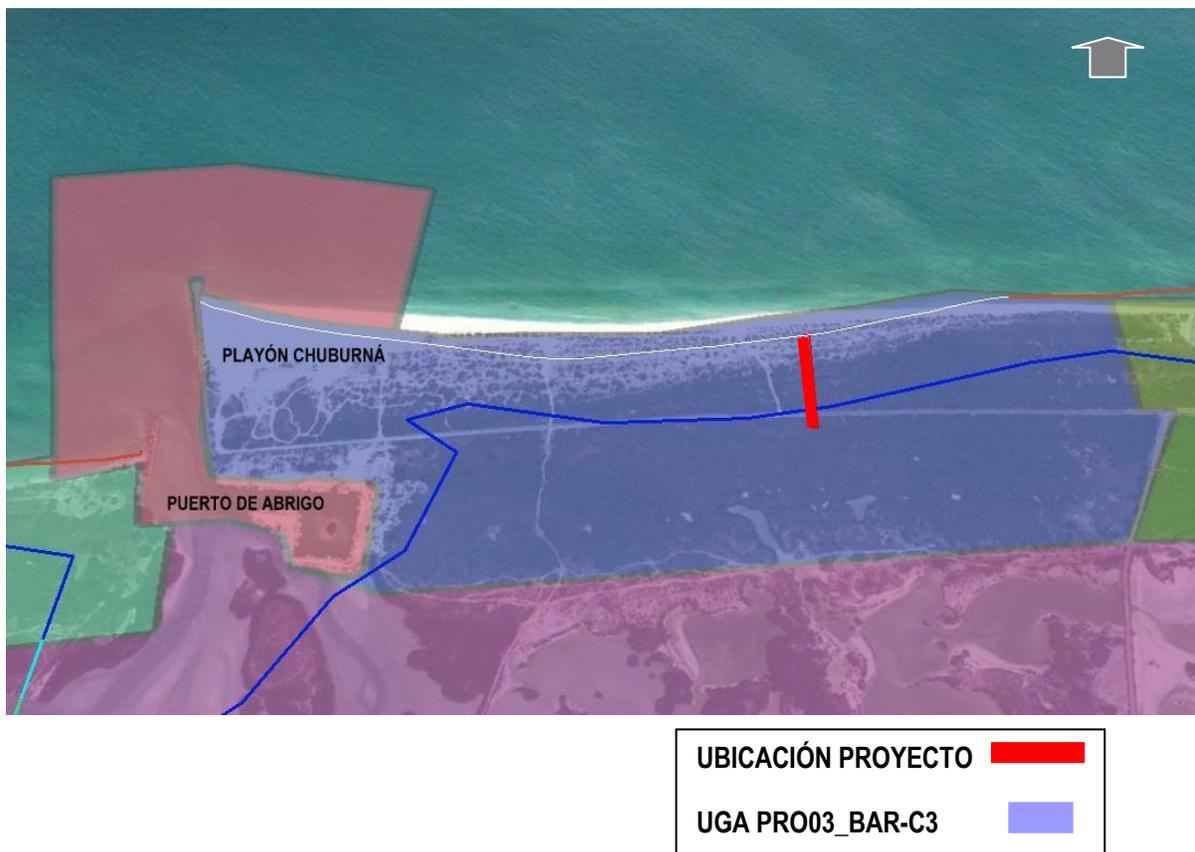


Fig. 1.1 Ubicación del predio donde se realizará el proyecto.

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

VERTICES	X	Y
1	205873,000	2352616,000
2	205863,136	2352614,356
3	205881,572	2352427,786
4	205891,000	2352427,000

### 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: Dos 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.**

**Nombre:** Ingeniera Forestal Nancy Guadalupe May Ek

**Registro forestal Nacional:** En cédula fechada el 20 de abril de 2006, integrada al libro México, Tipo UI, personas físicas prestadoras de Servicios Técnicos Forestales – Inscripciones. Volumen 2, Número 38.

**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 dos niveles con una superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 597.64 m<sup>2</sup> que constituye la casa en planta baja, piscina, terraza, camino de acceso, sendero a la playa y el estacionamiento, en el predio marcado con el número de tablaje catastral 8293 con una superficie total de 1,773.923 m<sup>2</sup>, ubicado en la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán.

El predio colinda en su costado Norte con la línea de playa, quedando la primera duna aproximadamente a 30 metros al sur del límite del predio (ver plano topográfico), sin embargo y a fin de minimizar al máximo los potenciales impactos ambientales que pudiera generar la obra, ésta será desplantada a una distancia de 60 metros al sur del límite Norte del predio y será realizada con un sistema de construcción elevado sobre pilotes tal y como se muestra en el plano general de planta.

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 proyecto se encuentra ubicado en el predio con número de tablaje catastral 8293 a una distancia de 9.6 kilómetros al Oeste del centro de la población de Chuburná Puerto y a un kilómetro del Puerto de abrigo de esta localidad, en el municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán.

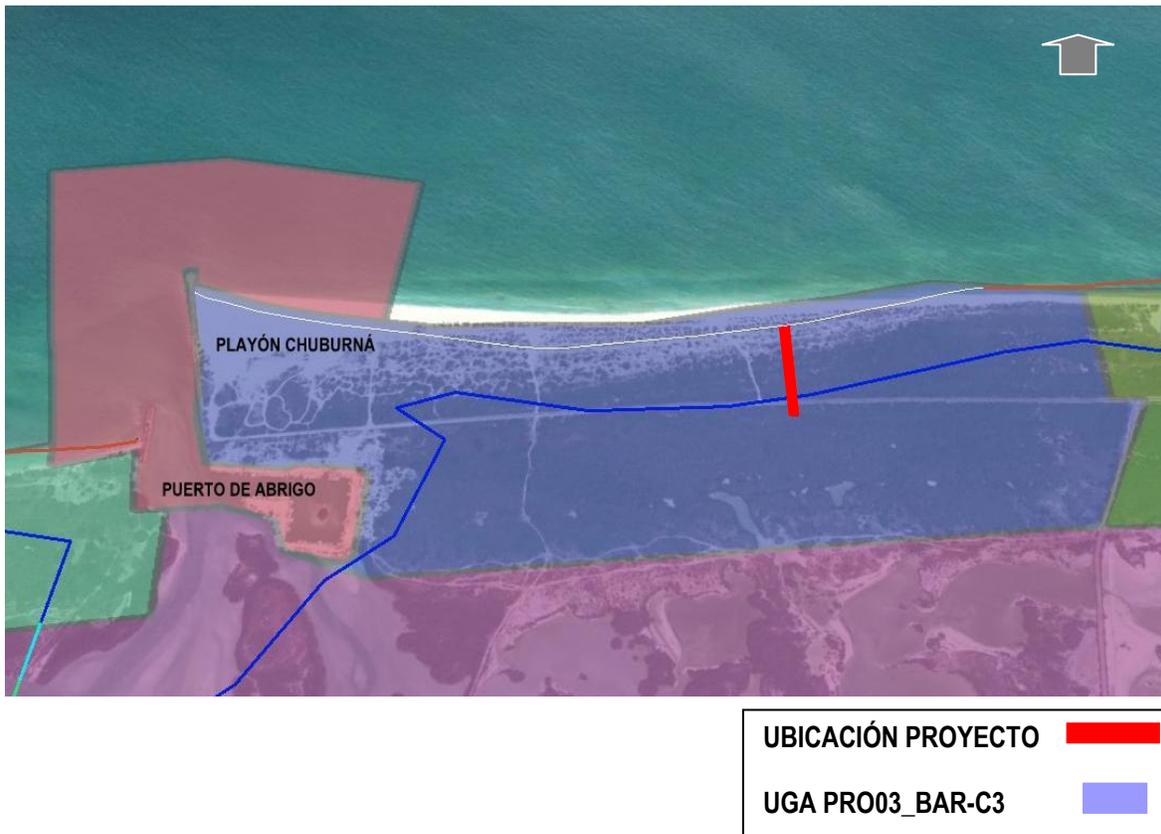


Fig. 2.1. Ubicación del predio donde se desarrollará el proyecto

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

VERTICES	X	Y
1	205873,000	2352616,000
2	205863,136	2352614,356
3	205881,572	2352427,786
4	205891,000	2352427,000

#### 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 del camino que comunica la población de Chuburná Puerto con el Puerto de abrigo y la segunda vía de acceso es a través de la carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto. Un kilómetro antes del Puerto de abrigo y del sitio conocido como “El playón de Chuburná” se encuentra el sitio donde se desarrollará el proyecto.



Fotografía.2.2. Caminos que conducen al predio 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 \$ **3,000,000** (son tres millones de 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 \$**685,000.00** (seiscientos ochenta y cinco 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 2.2.** Obras y actividades que comprende el proyecto

<b>Concepto</b>	<b>superficie m<sup>2</sup></b>	<b>% ocupación</b>
Casa habitación planta baja (incluye estacionamiento, terraza y piscina)	274.09	15.45
Camino de acceso a la casa	236.17	13.31
Sendero de acceso a la playa	87.38	4.93
<b>Superficie sometida a cambio de uso de suelo</b>	<b>597.64</b>	<b>33.69</b>
<b>Carretera que cruza el predio</b>	<b>60.00</b>	<b>3.38</b>
<b>Áreas de conservación**</b>	<b>1,116.28</b>	<b>62.93</b>
<b>Poligonal envolvente</b>	<b>1,773.923</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 2.3.** Descripción detallada de cada una de las obras y actividades del proyecto

OBRA	CARACTERÍSTICAS
Casa habitación	Consiste en una casa habitación de dos niveles con una altura de 7.90 metros y un sistema de construcción elevado sobre pilotes a una altura de 1.50 metros sobre el nivel del terreno natural. La casa tendrá un estacionamiento techado y un área de piscina con terraza que estará construida al nivel del terreno natural.
Camino de acceso a la casa	Consiste en un camino de arena para acceder a la casa desde la carretera. Ocupará una superficie de 236.17 m <sup>2</sup>
Sendero de acceso a la playa	Actualmente existen claros de vegetación que podrían conducir de la casa a la playa, por lo que estrictamente hablando no se requiere la apertura de un sendero. Sin embargo y a fin de definir una superficie máxima de afectación se propone un sendero de 87.38 m <sup>2</sup> para acceso a la playa.
Carretera que cruza el predio	La poligonal del predio atraviesa la carretera que comunica la localidad de Chuburná Puerto con el refugio pesquero, por lo que es incluida la superficie que ocupa con fines descriptivos únicamente.
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 1,116.28 m <sup>2</sup> .

### **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**.

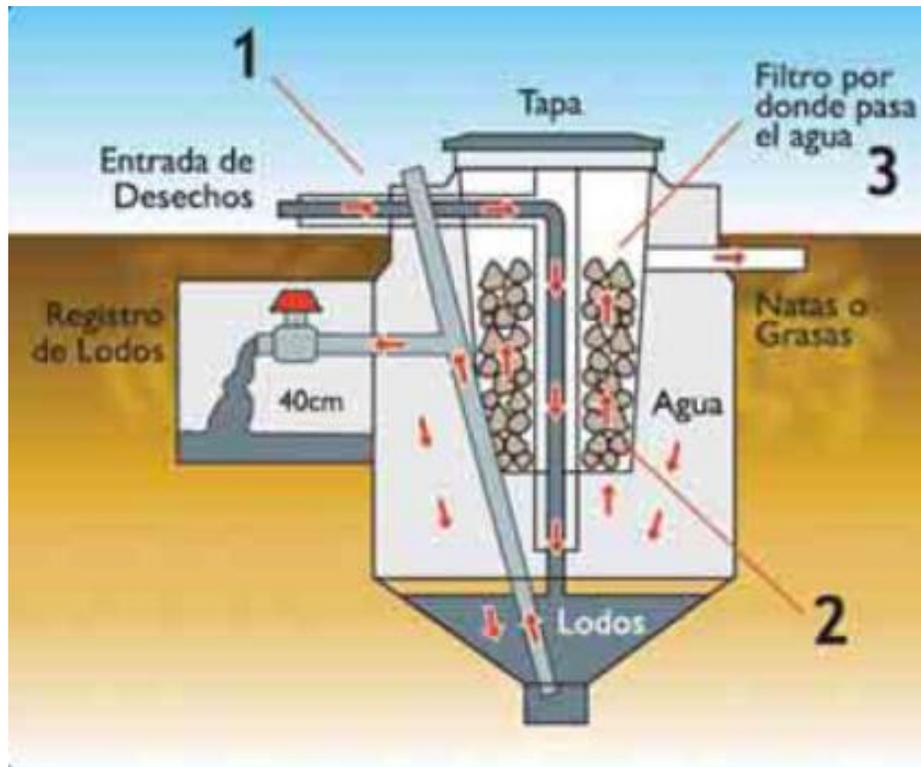


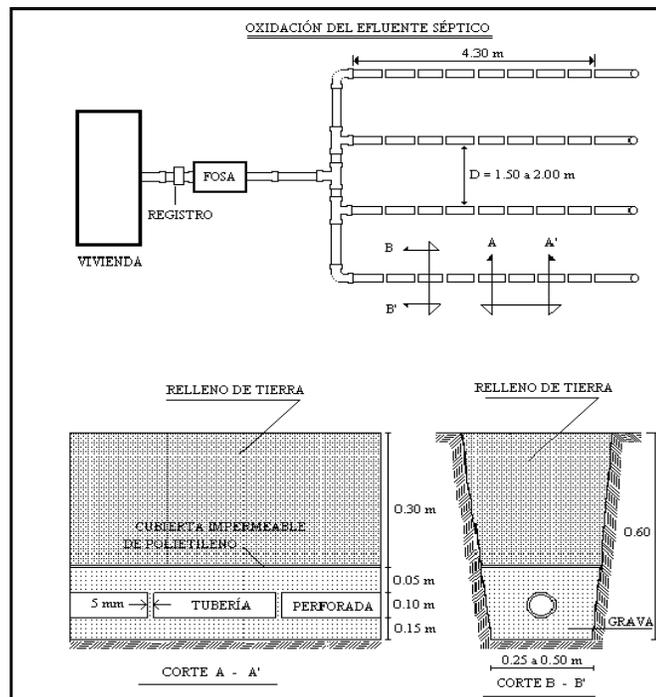
Fig. 2.3. Esquema del biodigestor a instalar para el tratamiento de las aguas residuales.

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 8293 a una distancia de 9.6 kilómetros al Oeste del centro de la población de Chuburná Puerto y a un kilómetro del Puerto de abrigo de esta localidad, en el municipio de Progreso, en el Estado de Yucatán.



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 el estacionamiento 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 muestreo en el predio, en donde se identificaron 2 tipos de vegetación: zona de pioneras (dominancia de herbáceas) y zona de matorral de duna costera (con estrato arbustivo). Se muestreo una superficie de 150 m<sup>2</sup>, de una superficie total de 1,773.923 m<sup>2</sup>. Debido a las características particulares de la vegetación, en la zona de pioneras se levantaron dos sitios de muestreo de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup> cada uno), sin embargo esto solamente fue para estimar cobertura y para el listado de especies presentes en el predio y evaluar la diversidad del sitio.

La estimación de volúmenes de las materias primas por especie, se realizó en la zona de matorral de duna costera, donde se delimitaron 4 sitios de muestreo de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup> cada uno, 100 m<sup>2</sup> en total. La intensidad del muestreo realizado en la zona de matorral de duna costera fue del 5.64 %, considerando la superficie total del predio.

Fórmula:

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

$$IM \%= (100 / 1,773) * 100$$

Dónde:

n = superficie muestreada

N = superficie total del predio

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.

La ubicación de los sitios de muestreo se realizó buscando registrar las condiciones representativas de la vegetación del área de estudio.

Cuadro 2.4 Coordenadas de los sitios de muestreo (unidades UTM, Datum WGS 84).

Sitio	X	Y	Tipo de vegetación
C1	205870	2352590	Zona de pioneras
C2	205875	2352565	Zona de pioneras
C3	205875	2352540	Matorral de duna costera
C4	205880	2352515	Matorral de duna costera
C5	205880	2352490	Matorral de duna costera
C6	205885	2352465	Matorral de duna costera

En cada uno de los sitios de muestreo se midieron todas las plantas leñosas sin distinción de forma de vida (árbol o arbusto), considerando diámetros a partir de 1 cm de diámetro normal<sup>1</sup>, y 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, cobertura y realizar la caracterización de la vegetación.



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

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 la estimación de existencias maderables en la vegetación de matorral de duna costera.

---

<sup>1</sup> Posteriormente se agruparon en categorías diamétricas de 1 cm: 1 (1 cm), 1.1-2 (2 cm), 2.1-3 (3 cm) etc.

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 consideraciones que a continuación se indican:



Figura 2.8. Aspecto general del inventario florístico realizado en el predio.

## **SUPERFICIES**

Las estimaciones se realizaron para cada sitio de muestreo y se extrapolaron a una hectárea, siendo esta la unidad base. Posteriormente se realizó el cálculo para los 597.64 m<sup>2</sup> (0.059764 ha) en los cuales se pretende realizar el cambio de uso del suelo para la construcción de la casa-habitación y sus accesos.

Para clasificar la vegetación presente y la vocación de uso del sitio, se consideró el concepto de vegetación forestal señalado en el Artículo 2 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que establece como:

**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 forestal y corresponde a vegetación forestal de zonas áridas**, donde se tiene un área basal promedio mayor 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 75 %

- **Área basal por especie por hectárea**

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

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

Dónde:

d = diámetro normal en cm

a = árbol vivo, desde 1 hasta n

T = tamaño del sitio de muestreo, (0.0025 ha)

### Número de árboles por hectárea

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

Dónde:

N = número de individuos de una especie

T = tamaño del sitio de muestreo, (0.0025 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 m<sup>3</sup>/ha.

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

Donde AB = área basal por especie

AT = altura total

CM = coeficiente mórfico de 0.5

T = tamaño del sitio de muestreo (0.0025 ha)

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

Se tomaron en cuenta las especies leñosas con diámetros iguales o mayores a 1 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 todas las plantas arbustivas y se incluyeron las pertenecientes a las familias Agavaceae y Cactaceae.

Es importante mencionar que en el predio se observaron 16 individuos de *Mammillaria gaumeri*, especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y catalogada como Amenazada, sin embargo esta especie no se encontró en ninguno de los sitios de muestreo.

## Resultados

La superficie que se solicita para cambio de uso de suelo es de 597.640 m<sup>2</sup>, que representan el 33.69 % de la superficie total del predio. Esta superficie es de acuerdo a la clasificación siguiente:

Cuadro 2.5. Superficie solicitada para cambio de uso del suelo en terrenos forestales o preferentemente forestales.

CONCEPTO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	% DEL AREA TOTAL
CUS para Acceso, construcción casa y sendero a la playa	597.640	33.69
Área destinada a áreas verdes, conservación	1116.28	62.93
Área que ocupa la carretera	60	3.38
<b>Área Total del Terreno</b>	<b>1,773.92</b>	<b>100</b>

La superficie solicitada para cambio de uso del suelo se clasificó como vegetación forestal de zonas áridas. Los valores de área basal, obtenidos de acuerdo a las estimaciones realizadas en cada uno de los cuatro sitios de muestreo en matorral de duna costera, se señalan de manera concentrada en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.6. Sitios con vegetación forestal de zonas áridas, área de cobertura superior a 1500 m/ha.

Individuos /ha	Sitio	Área basal m <sup>2</sup> /ha	Volumen m <sup>3</sup> /ha
16000	C3	6.5471	6.8383
7200	C4	1.8074	1.6276
4400	C5	2.2252	2.3189
7600	C6	9.2294	11.3278

Una descripción más detallada de las características de la vegetación presente en estos sitios se indica en las líneas siguientes.

### Estructura diamétrica

La vegetación del sitio muestra una dominancia de arbustos delgados formando colonias, con dominancia de la especie *Sideroxylon obtusifolium*. El 87.5 % de todos los individuos están en las categorías diamétricas de 1 a 4 cm, 11.4 % de los individuos son de 4.1 a 6 cm y el restante 0.1 % tiene diámetros de más de 6 cm.

El número de individuos arbustivos promedio por hectárea, es de 8,800 (en los cuales no se incluyen las plantas de las familias Agavaceae y Cactaceae), dentro de estos el diámetro más frecuente corresponde a la categoría de 1 a 2 cm de DN, con 4,300 individuos/ha.

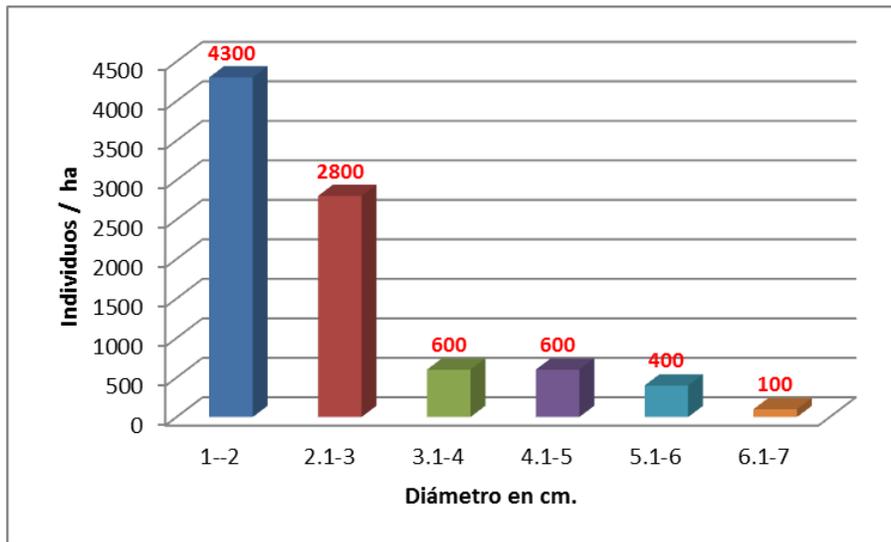


Figura 2.9. Frecuencia de individuos arbustivos por categoría diamétrica.

### Dominancia de especies

La especie dominante es *Sideroxylon obtusifolium* (56%), seguida de *Pithecellobium keyense*, *Caesalpinia vesicaria* y *Croton reflexifolius*, las cuales en total ocupan aproximadamente el 98.5 % de área basal por ha.

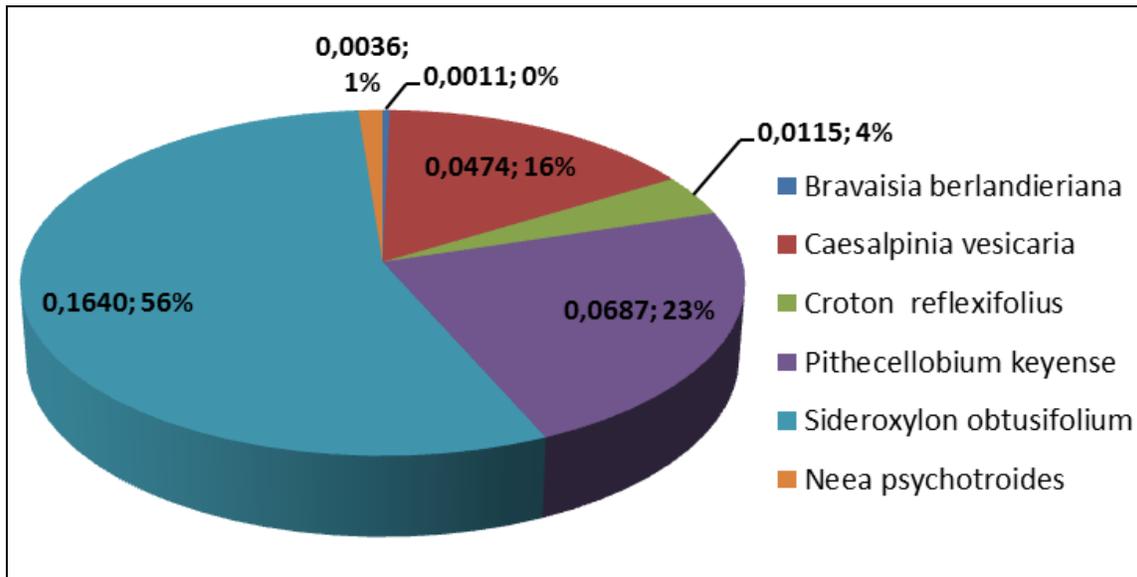


Figura 2.10. Especies dominantes en el área de estudio.

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

### Volúmenes por especie

En el área del proyecto se estimaron existencias de 4.9523 m<sup>2</sup>/ha de área basal y 5.5282 m<sup>3</sup> de volumen maderable. Específicamente en el área solicitada para cambio de uso del suelo, 597.64 m<sup>2</sup> (**0.059764 ha**), se estimó un área basal de 0.2961 m<sup>2</sup> y un volumen maderable de 0.3366 m<sup>3</sup>. Las áreas basales y volúmenes maderables para cada una de las especies arbustivas se encuentran detallados en los Cuadros 2.7 y 2.8.

Cuadro 2.7. Volúmenes maderables para cada una de las especies registradas, por hectárea y total por las 0.8578 ha, solicitadas para el cambio de uso de suelo.

Individuos /ha	Especie	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Área basal m <sup>2</sup> /ha	Volumen m <sup>3</sup> /ha
100	Bravaisia berlandieriana	1.5	1.7	0.0177	0.0150
1000	Caesalpinia vesicaria	3.0	1.9	0.7918	0.8015
700	Croton reflexifolius	1.8	1.8	0.1916	0.1828
3800	Pithecellobium keyense	1.9	1.9	1.1485	1.1458
3000	Sideroxylon obtusifolium	3.1	2.3	2.7429	3.3233
200	Neea psychotroides	2.0	2.0	0.0598	0.0598
<b>8800</b>	<b>Total/ha</b>			<b>4.9523</b>	<b>5.5282</b>

Cuadro 2.8. Número de individuos y Volúmenes maderables estimados a remover en los 597.64 m<sup>2</sup> solicitados para cambio de uso de suelo.

Individuos	Especie	Área basal m <sup>2</sup>	Volumen m <sup>3</sup>
5.98	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	0.0011	0.0009
59.8	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	0.0474	0.0479
41.86	<i>Croton reflexifolius</i>	0.0115	0.0109
227.24	<i>Pithecellobium keyense</i>	0.0687	0.0685
179.4	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	0.1640	0.1987
11.96	<i>Neea psychotroides</i>	0.0036	0.0036
<b>526.24</b>		<b>0.2961</b>	<b>0.3306</b>

### 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 **597.64 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 597.64 m<sup>2</sup> donde se llevará a cabo el CUSTF, **el costo ambiental total sería de 242.16 dólares por año.**

### Valor de mercado de los productos forestales:

Para este análisis se eligieron 5 especies de duna costera que son comercializadas en algunos viveros como plantas de ornato y que fueron registradas en el área del proyecto: *Coccoloba uvifera*, *Tillandsia dasyliriifolia*, *Malvaviscus arboreus*, *Catasetum integerrimum* y *Mamillaria gaumeri*. 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>Coccoloba uvifera</i>	\$180	1	\$180.00
<i>Mamillaria gaumeri</i>	\$350	16	\$5600.0
<i>Malvaviscus arboreus</i>	\$120	1	\$120.00
<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	\$50	4	\$200.00
<i>Catasetum integerrimum</i>	\$250	8	\$2000.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$8,100.00</b>

Considerando únicamente el costo de estas especies y el número de individuos registrados, se tendría un valor de mercado de \$8,100.00 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 poblacionales 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	
Preparación del sitio	Trazo y nivelación													
	Despalme de la superficie de construcción													
Construcción	Cimentaciones y excavación													
	Construcción de la casa (incluye todas las obras descritas en el cuadro 2.2)													
	Instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas													
Operación	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	Se colocarán contenedores rotulados y con tapa para la recepción de los residuos sólidos.  Éstos serán depositados temporalmente en la casa, para su posterior disposición final en los sitios autorizados por el municipio.
X	X	X	Aguas residuales	Se contratarán sanitarios móviles durante la preparación y construcción del proyecto, quedando responsable del mantenimiento y disposición final de los efluentes la empresa contratada.  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.)

## **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 5° 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 periodos 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:

#### IA 102 Turístico Xtul (Chuburná Puerto).

Política ambiental: Conservación

Impacto ambiental: Alto

Vulnerabilidad: Alto

Usos sociales predominantes: turísticos

Compatible: Vida silvestre

Condicionado: Leñadores

Incompatible: Desarrollo Urbano, industria, agricultura, extracción de arena y ganadería.

Se propone que los grupos representantes de los usos predominantes y compatibles promuevan la conformación de un Comité de Usuarios del Geosistema Mixto 1A102.

#### **Criterios de Uso y su vinculación con el proyecto**

**C4.-** No se abrirán nuevos caminos y los existentes deberán tener mantenimiento. Establecer rutas para el tránsito de transporte medio y ligero (mayor de 5 toneladas). Se deberá dar mantenimiento constante a las trincheras para el manejo de salmueras y el control de inundaciones durante eventos climáticos extremos.

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto no pretende realizar la apertura de nuevos caminos ni involucra el manejo de salmueras, por lo que cumple con este criterio.

**C5.-** Se propone prohibir la extracción de arena de las dunas costeras. De requerirse una cantidad, ésta deberá ser extraída del geosistema 1A- 401 Turístico-Minero en la escollera norte de la entrada a la dársena del Puerto de Abrigo., contactando a los grupos de cargadores areneros de dicho geosistema.

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto no contempla la extracción de arena de las dunas costeras, por lo que cumple a cabalidad con este criterio.

**C6.-** Se propone la promoción de un Programa de baños secos para evitar el fecalismo al aire libre

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto que se somete a evaluación propone la utilización de un biodigestor con zanjas de infiltración (que se describe a detalle en el capítulo anterior), para dar tratamiento a las aguas residuales y lodos resultantes, por lo que se evita el fecalismo al aire libre.

**C7.-** La poda de manglar está restringida.

**Vinculación con el proyecto:** En el predio donde se desarrollará el proyecto no existe vegetación de manglar, por lo que no le aplica este criterio.

**C8.-** La captura de aves canoras y de ornato así como la cacería deberán estar restringidas.

**Vinculación con el proyecto:** el proyecto no contempla realizar actividades de cacería de ninguna especie ni captura de aves de ningún tipo, por lo que cumple a cabalidad con este criterio.

**C9.-** Las rutas eco turísticas deberán contar con la aprobación de los usuarios y deberán estar registradas en la oficina de la Dirección del Ecología del municipio. Se deberán de contar con baños secos en sitios estratégicos.

**Vinculación con el proyecto:** Este criterio no le aplica al presente proyecto ya que no involucra realizar rutas eco turísticas.

**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.

**C10.-** Para este geosistema se pretende establecer un centro de acopio y transferencia de residuos sólidos, manejado por los usuarios con apoyo del ayuntamiento, la Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado y de SEMARNAT, para el acopio, separación, transformación y comercialización de los productos reciclables.

***Vinculación con el proyecto:*** No se tiene conocimiento de que exista este centro de acopio en el municipio, pero en caso de generarse, se realizará la separación de los residuos sólidos conforme lo disponga la autoridad municipal.

**C11.-** Se propone limitar la construcción de casas habitación o la expansión de la zona urbana o portuaria en este geosistema, excepto aquella infraestructura relacionada con la actividad turística (áreas de descanso, puntos de observación, espiaderos, acechaderos, senderos interpretativos, caseta de registro de visitantes).

***Vinculación con el proyecto:***

Si bien el criterio No. 11 de este Programa de Desarrollo Urbano no prohíbe expresamente realizar la construcción de casas habitación en este geosistema, si sugiere ó propone acotar esta actividad.

Sin embargo, el proyecto que se somete a evaluación es compatible con los lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.

En ese sentido y entendiendo que por distribución de competencias, la Secretaría debería dar prelación al instrumento de política ambiental, se puede concluir que la construcción y operación del proyecto cumple con las disposiciones jurídicas en materia ambiental y por lo tanto es viable su realización.

### 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): **PRO03-BAR\_C3** ubicada en la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, dentro del paisaje de **isla de barrera**, cuya política ambiental es de **“Conservación con aprovechamiento de muy 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.
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).
27. Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.

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
2	Dada la aptitud de este territorio y su grado de vulnerabilidad, se restringe el establecimiento de nuevas zonas para la extracción de sal, de cultivo de artemia o de acuicultura, así como la ampliación de las existentes.	<b>El proyecto no pretende realizar la extracción de sal, cultivo de artemia o acuicultura, por lo que no le aplica este criterio.</b>
5	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	<b>El proyecto acatará esta disposición, ajustándose a la extracción máxima de agua de hasta 2l/s.</b>

	<p>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 establecido en la Ley de Aguas Nacionales.</p>	
<b>9</b>	<p>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.</p>	<p><b>El proyecto no llevará a cabo la extracción de arena.</b></p>
<b>10</b>	<p>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.</p>	<p><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></p>

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 autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	<b>El proyecto no contempla la construcción de bardas ni la delimitación del predio de alguna manera, por lo que se acatará lo establecido en esta disposición.</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 reflujos 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>
18	No se permiten nuevas construcciones o expansiones de desarrollos habitacionales, turísticos o educativos en las zonas de acreción (terrenos ganados al mar) de los márgenes orientales de las escolleras de los puertos de abrigo o marinas, debido a los impactos generados al transporte litoral de sedimentos y a las necesidades de mantenimiento de este proceso.	<b>No aplica al proyecto ya que el predio no se encuentra en terrenos ganados al mar de los márgenes orientales de alguna escollera.</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,	<b>Se presenta en el anexo 9 el plano topográfico donde se identifica la primera duna, respetando en</b>

	<p>muelles y calles de los predios ubicados frente a la playa requerirán de una delimitación de la zona federal marítimo terrestre y los promoventes 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 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>	<p><b>la ubicación de la casa, lo establecido en este criterio.</b></p>
<b>21</b>	<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>La primera duna no se encuentra alterada o poco definida ni la vegetación está alterada, por lo que no será necesario realizar estas actividades.</b></p>
<b>22</b>	<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</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>

	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.	
<b>23</b>	El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 Km/h.	<b>El diseño de la construcción ha contemplado este criterio.</b>
<b>24</b>	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.	<b>Tal y como se observa en el plano general de planta presentado en el anexo 2, la altura máxima de la casa será de 7.70 metros y dos pisos, por lo que se cumple con el criterio.</b>
<b>32</b>	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.	<b>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</b>

		<b>lo que acatará esta disposición.</b>
<b>33</b>	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.	<b>Se acatará esta disposición a cabalidad.</b>
<b>34</b>	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.	<b>Se acatará esta disposición a cabalidad.</b>
<b>37</b>	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>
<b>39</b>	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. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones	<b>No aplica al proyecto ya que no se contempla la construcción y/o ensanche de nuevos caminos.</b>

	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.	
<b>47</b>	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>
<b>59</b>	No se permite que se realicen en playas y lagunas el mantenimiento de embarcaciones, motores y depósitos de aceites y combustibles, lo anterior deberá hacerse adecuadamente en los refugios y puertos de abrigo de acuerdo con lo establecido en las leyes aplicables en la materia. En el caso de motobombas para la actividad salinera, los arreglos mayores se realizan en talleres establecidos para tal efecto.	<b>El proyecto no contempla realizar actividades de mantenimiento de embarcaciones, por lo que se cumple a cabalidad 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	<b>No aplica ya que no se trata de una actividad</b>

	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>pesquera.</b>
<b>64</b>	No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquiales.	<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>

## RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CAPACIDAD DE CARGA

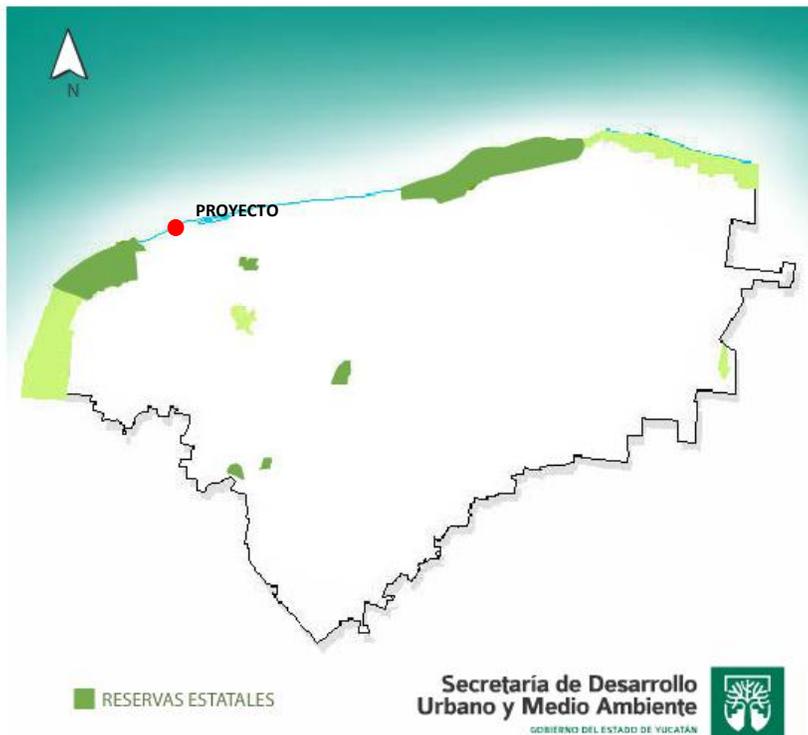
El valor obtenido del CCR se entiende como la superficie máxima de aprovechamiento para el desarrollo, que para este proyecto sería de **709.2 m<sup>2</sup>**, lo que representaría el 40% de la superficie total del predio.

El proyecto sometido a evaluación solicita la ocupación de una superficie total de **597.64 m<sup>2</sup> y dos pisos**, lo que representará el 33.6% 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 registró una especie de flora incluida en la citada Norma: *Mammillaria gaumeri*, por lo que se realizará el correspondiente rescate y reubicación de los ejemplares que sean afectados por el proyecto.

En cuanto a la fauna se reportó una especie en alguna categoría de protección: *Sceloporus cozumelae*, la cual fue observada en el sistema ambiental mas no en el predio.

**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.

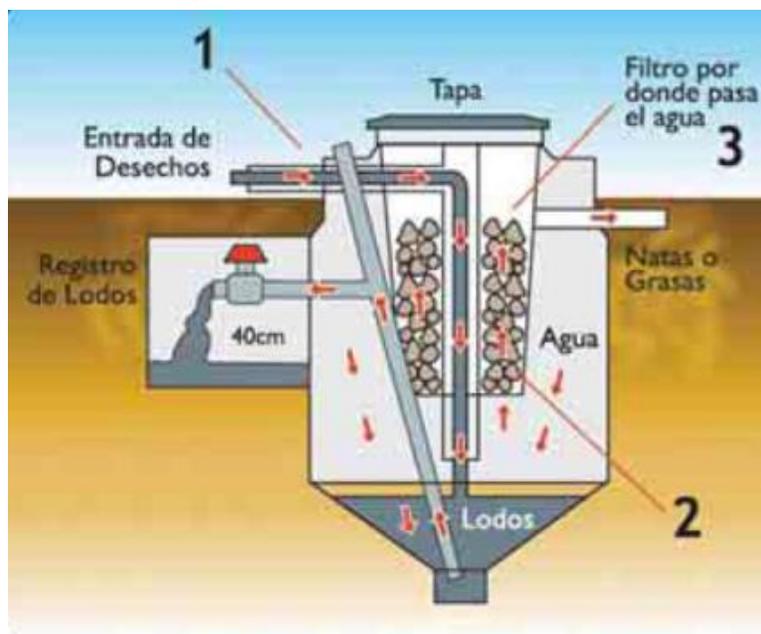
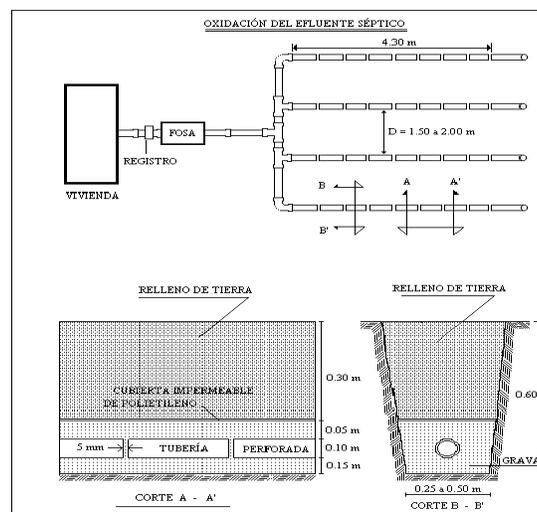


Fig. 3.3. Esquema del biodigestor a utilizar para el tratamiento de las aguas residuales.

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:

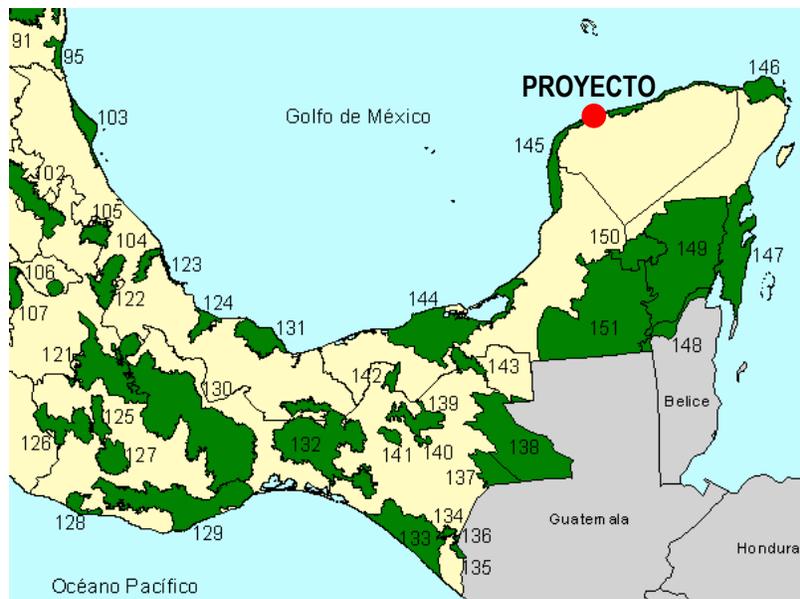


Figura 3.5. Regiones Terrestres Prioritarias. Región Sureste.

### 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 camaroneros 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 amenazas son la deforestación, ganadería, agricultura, turismo, desarrollo urbano, entre otros.

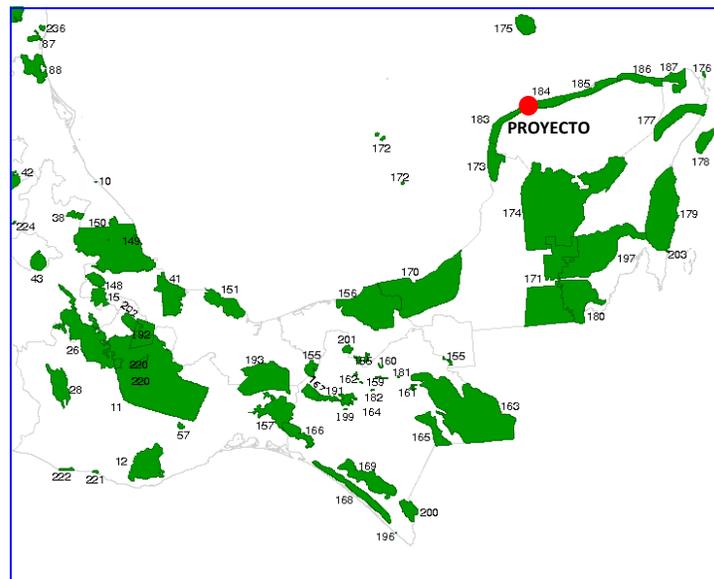


Figura 3.7. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.

**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. En este caso y dado que el área que ocupa la Unidad de Gestión Ambiental donde se encuentra ubicado el proyecto, representa un fragmento que engloba condiciones ambientales muy similares a las que se observan en el predio, se optó por utilizar esta regionalización para delimitar el sistema ambiental o área de estudio del proyecto.

Como se observa en la figura No. 4.1, el margen Sur del sistema ambiental queda definido por un ecosistema de manglares; la zona Norte tiene como frontera la parte marina que forma parte de otro tipo de ecosistema al que se somete a evaluación; el costado Este corresponde al límite de la UGA y donde inicia la zona urbana de la población de Chuburná Puerto y el costado Oeste terminaría en la zona portuaria de dicha localidad cuyos usos y actividades son muy diferentes a los establecidos en nuestra área de estudio.



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 se utilizó un muestreo representativo de dos cuadrantes de 5 x 5 m: uno para la zona de pioneras y otro cuadrante en la parte de matorral de duna.

Tipo de vegetación	Ubicación, coordenadas UTM	
	X	Y
Zona de pioneras	206258	2352712
Matorral costero	206036	2352590

Los métodos de medición fueron los mismos que los utilizados para caracterizar la vegetación del predio y que se describe más adelante en este mismo capítulo. En el sistema ambiental se encontraron 50 especies, correspondientes a 37 familias como se describe a continuación:

Cuadro 4.1.- Especies presentes en el sistema ambiental.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA
ACANTACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Hulub	Arbustiva
ACANTHACEAE	<i>Justicia</i> sp	aka' xiu	Herbácea
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Kitam kij	Herbácea
AMARANTHACEAE	<i>Iresine heterophylla</i> Standl.		Herbácea
AMARYLLIDACEAE	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Lirio blanco	Herbácea
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownie</i> (Jacq) Urban	Chechem	Árborea
ASTERACEAE	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh	Margarita de mar	Herbácea
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i> L.	Kan mul	Herbácea
ASTERACEAE	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Susuk	Herbácea
BATAACEAE	<i>Batis maritima</i> L.	Alambrillo	Herbácea
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	Anacahuita	Árborea
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia dasyliirifolia</i> Baker	XCh'u	Herbácea
CACTACEAE	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Xnum tsuysuy	Herbácea
CACTACEAE	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose)	Pool mis	Herbácea
CACTACEAE	<i>Opuntia dillenii</i> (Ker-Gaw.) Haw.	Nopal de playa	Herbácea
CACTACEAE	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (Salm-Dick) Britton & Rose	Pool Tsutsuy	Herbácea
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis flexuosa</i> L.	Xbayun ak'	Arbustiva
Chenopodiaceae	<i>Suaeda linearis</i> Moq.	Kanlol-xiu	Herbácea

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Icaco	Arbórea
COMMELINACEAE	<i>Commelina</i> sp	X-pantsiu	Herbácea
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet	Riñonina	Herbácea
CRUCIFERAE	<i>Cakile edentula</i> (Biget.) Hook.	Xaal	Herbácea
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp	X-pantsiu	Herbácea
Cruciferaea	<i>Cakile lanceolata</i> (Willd) O. Schultz	Xaal	Herbácea
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodón	Arbustiva
Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i> Walter	Ch'ilib tux	Arbustiva
EUPHORBIACEAE	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sakchuhum	Arbustiva
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murr.		Herbácea
FABACEAE	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Chiin took	Arbórea
FABACEAE	<i>Canavalia rosea</i> (Swartz) DC	Frijol de playa	Herbácea
FABACEAE	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton ex Coker	Tsiw che	Arbórea
GOODENIACEAE	<i>Scaevola plumierii</i> (L.) Vahl.	Chunup	Arbustiva
GRAMINEAE	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Muul	Herbácea
GRAMINEAE	<i>Cynodon dactylon</i> L. Pers	K'aan su'uk	Herbácea
GRAMINEAE	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimés su-uk	Herbácea
GRAMINEAE	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Jalal	Herbácea
GRAMINEAE	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	Suuk	Herbácea
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Tulipan xiw	Arbustiva
NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Smith.	Ta'tsí	Arbustiva
NYCTAGINACEAE	<i>Okenia hypoagea</i> Schtdl. & Cham	Flor morada	Herbácea
ORCHIDACEAE	<i>Catasetum integerrimum</i> Hook.	Xanab miis	Herbácea
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i> L.	Poch'il	Herbácea
POACEAE	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Muul	Herbácea
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba uvifera</i> L.	Uva de mar	Arbustiva
RUBIACEAE	<i>Ernodea litoralis</i> Sw.	Hierba	Herbácea
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon americanum</i> (Mill.) T.D. Penn.	X muy che'	Herbácea
SIMAROUBACEAE	<i>Suriana maritima</i> L.	Pantsil	Arbustiva
THEOPHRASTACEAE	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) ssp. Macrocarpa	Si'ik, limoncillo	Arbustiva

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i> L.	Oregano k'aax	Herbácea
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Chakxnuk	Herbácea

De este modo, se tiene que para el sistema ambiental se cuenta con un registro de 50 especies, versus 43 para el predio (ver resultados del predio en este mismo capítulo). Es importante mencionar que de las especies de flora y fauna que se verificaron en el área del proyecto, no se obtuvieron registros de especies diferentes a las arriba enlistadas, por lo que haciendo un cotejo de estos datos, es posible concluir que tanto el predio como el sistema ambiental, presentan una composición similar.

### 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>). Los resultados de diversidad para las especies herbáceas el sistema ambiental son los siguientes:

Muestra	Cuadrante	Especies	Densidad	H	D
Sistema ambiental	CC1 (pioneras)	9	23	<b>1.94</b>	0.82
	CC2 (matorral)	2	2	0.69	0.50

<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)

Para las especies arbustivas los resultados de diversidad son los siguientes:

Muestra	Cuadrante	Especies	Densidad	H	D
Cuenca	CC1 (pioneras)	11	17	1.60	0.93
	CC2 (matorral)	4	32	1.26	0.69

- **VIR de la zona de pioneras en el sistema ambiental**

La zona de pioneras se observa con una menor fragmentación ocasionada por el paso de vehículos o personas, como es el caso del predio. Debido a lo anterior, la vegetación herbácea típica de esta zona se observa mejor estructurada.



**Figura 4.2.** Aspecto general de la vegetación herbácea en la zona de pioneras del SA.

Se obtuvo el VIR para el estrato arbustivo y herbáceo, debido a que aunque se registran especies de hábito arbóreo, las condiciones extremas en las que se desarrolla la vegetación restringen el crecimiento de éstos, teniéndose una matriz arbustiva dominante.

CUADRO 4.2. Valores de Importancia relativa para vegetación herbácea de la zona de pioneras del ecosistema de vegetación de dunas costeras, reportado para la muestra del SA.

<b>Especie</b>	<b>Densidad</b>	<b>De Re %</b>	<b>Dom Re %</b>	<b>Fre Re %</b>	<b>VIR</b>
<i>Lantana involucrata</i>	4	17.39	49.94	11.11	78.45
<i>Mammillaria gaumeri</i>	7	30.43	12.84	11.11	54.39
<i>Ambrosia hispida</i>	4	17.39	5.82	11.11	34.32
<i>Agave angustifolia</i>	2	8.70	14.31	11.11	34.12
<i>Bonellia macrocarpa</i>	2	8.70	6.80	11.11	26.61
<i>Malvaviscus arboreus</i>	1	4.35	5.13	11.11	20.59
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	1	4.35	2.61	11.11	18.07
<i>Passiflora foetida</i>	1	4.35	2.01	11.11	17.47
<i>Phragmites australis</i>	1	4.35	0.54	11.11	15.99

Con base en la tabla anterior, se observa que para el estrato bajo la especie con mayor importancia relativa en el SA resultó ser la herbácea *Lantana involucrata*. La cactácea trepadora *Selenicereus grandiflorus* se observa como rastrera en zona de pioneras. De igual forma destaca la herbácea *Mammillaria gaumeri*, cactácea endémica bajo estatus de protección legal con una abundancia de 7 individuos en 1 m<sup>2</sup>. Cabe mencionar que en el predio de interés, no se encontró esta especie en la zona de pioneras.

Para el estrato arbustivo se observa que *P. keyense* es la especie que destaca con un mayor VIR, debido principalmente a su dominancia y densidad. En esta muestra destaca la presencia de *Coccoloba uvifera*, la cual en el predio sujeto al cambio de uso de suelo es escasa, ya que se observó un solo ejemplar menor a un metro de

altura, mismo que por el carácter aleatorio del muestreo no fue registrado para el análisis.



**Figura 4.3.** Vegetación arbustiva de la zona de pioneras en el SA.

CUADRO 4.3. Valores de Importancia relativa para vegetación arbustiva de la zona de pioneras del ecosistema de vegetación de dunas costeras, reportado para la muestra de cuenca.

Especie	Densidad	De Re %	Dom Re %	Fre Re %	VIR
<i>Pithecellobium keyense</i>	3	17.65	24.20	9.09	50.93
<i>Bonellia macrocarpa</i>	4	23.53	14.46	9.09	47.08
<i>Coccoloba uvifera</i>	2	11.76	17.39	9.09	38.25
<i>Scaevola plumieri</i>	1	5.88	17.39	9.09	32.36
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	1	5.88	9.83	9.09	24.80
<i>Opuntia stricta</i>	1	5.88	5.39	9.09	20.36
<i>Agave angustifolia</i>	1	5.88	3.31	9.09	18.28

Especie	Densidad	De Re %	Dom Re %	Fre Re %	VIR
<i>Lantana involucrata</i>	1	5.88	3.02	9.09	18.00
<i>Rhacoma crossopetalum</i>	1	5.88	2.27	9.09	17.24
<i>malvaviscus arboreus</i>	1	5.88	1.42	9.09	16.39
<i>Ernodea litoralis</i>	1	5.88	1.32	9.09	16.30

- **VIR de la zona de matorral de duna costera en el SA.**

El matorral de duna costera se observa más compacto que en el predio y con una menor fragmentación. En este sitio se registró una altura promedio de la vegetación de 6.5 m con un mayor desarrollo estructural de las especies. Por tal motivo, el estrato herbáceo se encuentra menos desarrollado debido a la poca disponibilidad de luz solar ocasionada por el dosel cerrado del matorral. Así, para el estrato herbáceo del matorral únicamente se registraron dos especies, las cuales corresponden a plantas de hábito arbustivo o arbóreo, lo que hace fácil notar que se trata de ejemplares en crecimiento y no propiamente de especies herbáceas.



**Figura 4.4.** Aspecto general de la vegetación herbácea en el matorral de duna costera del SA. Se observa la abundancia de materia orgánica acumulada y la nula presencia de especies de hábito herbáceo.

CUADRO 4.4. Valores de Importancia relativa para vegetación herbácea de la zona de matorral de dunas costeras del ecosistema de vegetación de dunas costeras, reportado para la muestra del SA.

<b>Especie</b>	<b>Densidad</b>	<b>De Re %</b>	<b>Dom Re %</b>	<b>Fre Re %</b>	<b>VIR</b>
<i>Croton reflexifolius</i>	1	50	91.84	50	191.84
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	1	50	8.16	50	108.16
	2	100	100	100	300

En el caso de la vegetación arbustiva, se halló que para este tipo de vegetación *Sideroxylon americanum* es la especie como mayor importancia, debido a su mayor desarrollo estructural, (reflejado en un mayor DAP con respecto al predio), y su abundancia. De igual forma *Caesalpinia vesicaria* resulta relevante por su desarrollo, dominando junto con el *P. keyense*.

CUADRO 4.5. Valores de Importancia relativa para vegetación arbustiva de la matorral de dunas costeras del ecosistema de vegetación de dunas costeras, reportado para la muestra del SA.

<b>Especie</b>	<b>Densidad</b>	<b>De Re %</b>	<b>Dom Re %</b>	<b>Fre Re %</b>	<b>VIR</b>
<i>Sideroxylon americanum</i>	14	43.75	50.94	25	119.69
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	7	21.88	22.65	25	69.52
<i>Pithecellobium keyense</i>	8	25.00	16.15	25	66.15
<i>Croton punctatus</i>	3	9.38	10.26	25	44.63



**Figura 4.5.** Estrato arbustivo del matorral de duna costera para el SA. Se aprecia un dosel más cerrado con una mayor altura y diámetros en los componentes. Las cactáceas son abundantes en esta zona.

### Fauna terrestre en el Sistema Ambiental:

La caracterización de la fauna se realizó a través del establecimiento de 3 transectos lineales cuyo recorrido inició a las 07:00 am y concluyó a 11:00 horas con un esfuerzo de muestreo de 4 horas/persona. A continuación se definen las dimensiones y ubicación de cada uno de los transectos:

TRANSECTO	DIMENSIONES	UBICACIÓN	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
T1	90 m x 2 m	Predio	X:205867, Y:2352613 X:205875, Y:2352523
T2	200 m x 2 m	Área influencia/ SA	X:205836 Y:2352553 X:206029 Y:2352609
T3	200 m x 1 m	Área influencia/ SA	X:2058853 Y:2352449 X:206047 Y:2352481

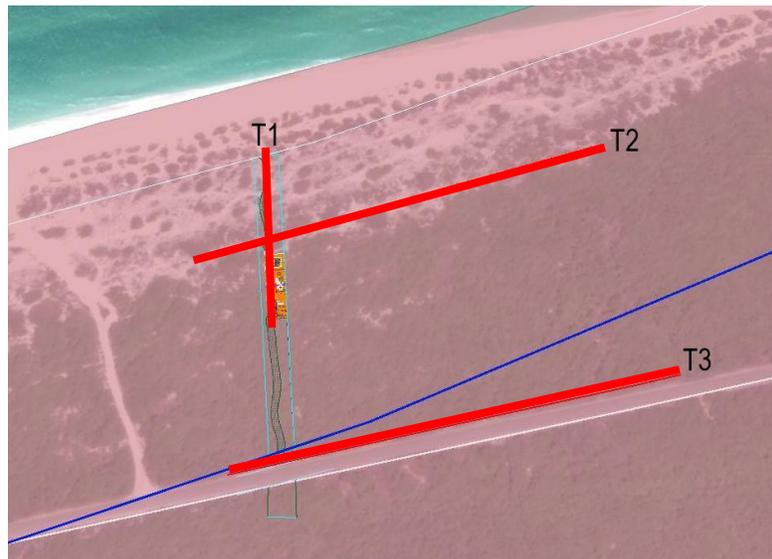


Figura 4.6. Ubicación de los transectos realizados para la caracterización de la fauna

Como se observa en la figura anterior, dos de los transectos se realizaron fuera del predio, a fin de comparar los resultados registrados en el sistema ambiental. 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
PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija escamosa de Cozumel*	1	Pr
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	2	N/E
ICTERIDAE	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano (Cau)	20	N/E

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	NOM059
FREGATIDAE	<i>Fragata magnificens</i>	Fragata	1	N/E
PELECANIDAE	<i>Pelicanus occidentales</i>	Pelícano pardo	2	
CHARADRIIFORMES	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	2	N/E

Pr= Protección especial

A manera de resumen se puede concluir que el sistema ambiental registró mayor número de especies de fauna que el predio (valor esperado dadas las dimensiones del predio y el mayor esfuerzo de muestreo realizado en el sistema ambiental). De las especies registradas solo una se encuentra incluida en alguna categoría de protección: *Sceloporus cozumelae*.

La poca riqueza y diversidad de fauna registrada en el sistema ambiental podría deberse a la presencia de gran número de individuos de la especie *Quiscalus mexicanus*. 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.

### 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 al igual que en el sistema ambiental quedará definido por la zona marina que constituye otro tipo de ecosistema. El costado Sur termina en el límite del predio; el lado 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 y el límite Este se definió a una distancia similar al borde Oeste.



Figura 4.7. Delimitación del área de influencia del proyecto.

El área de influencia del proyecto presenta en general las mismas condiciones y características ambientales que el sistema ambiental y el predio, ya que se trata de una zona no perturbada donde únicamente existe en la actualidad un camino de arena que da acceso a la playa, la cual presenta residuos sólidos dispersos por los visitantes que utilizan estas playas. Se observa delimitada una zona de pioneras y otra de matorral de duna, tal y como se observó en el predio y se describe más adelante.

#### **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**

##### **Metodología general de muestreo**

Para caracterizar la vegetación se utilizó un muestreo representativo. En los puntos elegidos en cada vegetación se realizaron cuadrantes de 5 x 5 m para arbustos y en una de las esquinas del cuadrante se tomaran los datos de las herbáceas en un subcuadrante de 1 x 1.

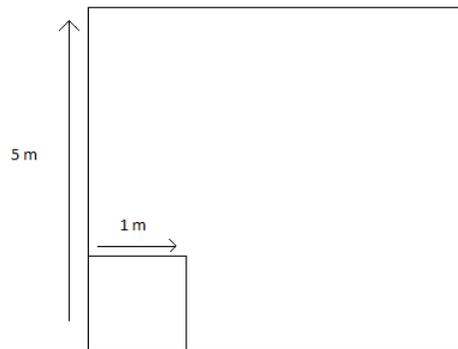


Figura 4.8. Ejemplo de los cuadrantes en la zona de estudios.

En el área de las Pioneras se realizaron dos muestreos, mientras que en el área de Matorral de Duna Costera se realizaron cuatro; el número de muestreos por tipo de vegetación fue en consideración del área que cada uno tiene en el predio.

Considerando que en la zona de pioneras las plantas presentes suelen ser de hábito rastrero y con alturas menores a un metro se tomo el diámetro mayor y menor de cada individuo para determinar la cobertura, la cual se obtuvo midiendo dos diámetros perpendiculares de la copa de la planta, calculando su valor mediante la suma de los dos diámetros entre cuatro, al cuadrado por  $\pi$  (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974<sup>4</sup>). En el matorral de duna costera se tomo el diámetro a la altura del pecho. Para evaluar el VIR de las especies se determinaron los parámetros estructurales básicos (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974<sup>5</sup>; Cox, 1980<sup>5</sup>):

Densidad Relativa, definida como el número de individuos por unidad de área:

$$\text{DENSIDAD RELATIVA} = \frac{\text{Número de individuos de la especie X}}{\text{Número total de especies}} \times 100$$

Frecuencia, como el porcentaje de submuestras en las que aparece la especie:

$$\text{FRECUENCIA} = \frac{\text{Número de cuadrantes en los que se presentó la especie X}}{\text{Número de cuadrantes realizados}} \times 100$$

La Frecuencia Relativa se obtuvo al dividir la frecuencia de la especie x entre la sumatoria total de las frecuencias de todas las especies, multiplicando todo por 100:

$$\text{FRECUENCIA RELATIVA} = \frac{\text{Frecuencia de la especie X}}{\Sigma \text{ de la frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Dominancia estimada a través del total del área basal de una especies entre el área muestreada:

$$\text{DOMINANCIA} = \frac{\Sigma \text{ área basal de la especie X}}{\Sigma \text{ área basal de todas las especies}}$$

<sup>4</sup> Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. Nueva York. 547 p.

<sup>5</sup> Cox, W.G. 1980. Laboratory manual of general ecology. William Publishers. San Diego, California. 237 p.

La Dominancia Relativa se obtiene de dividir la dominancia de la especie x, entre la sumatoria de las dominancias de todas las especies y el resultado se multiplica por 100:

$$\text{DOMINANCIA RELATIVA} = \frac{\text{dominancia de la especie } X}{\Sigma \text{ de la dominancia de todas las especies}} \times 100$$

Con los datos obtenidos se puede calcular el VIR:

$$\text{VIR} = \text{DOMINANCIA RELATIVA} + \text{FRECUENCIA RELATIVA} + \text{DENSIDAD RELATIVA}$$

### Indice de diversidad

Para medir la diversidad se utilizo el índice de Shannon-Weiner

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

H' = Diversidad

p<sub>i</sub> = proporción del número de individuos de la especie i respecto al total (n<sub>i</sub>/N<sub>i</sub>)

### RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE VEGETACIÓN EN PREDIO

Las costas arenosas, constituidas, por una playa y un sistema de dunas, conforman sistemas frágiles que sirven de límite entre el mar y la tierra (Castillo y Moreno, 1998<sup>6</sup>); la vegetación de duna costera se distribuye a lo largo del litoral, el medio es muy extremo por lo que la vegetación está adaptada a estos ambientes, y por tanto son muy susceptibles a las perturbaciones. De acuerdo con Espejel y Rodríguez (1981<sup>7</sup>) y Espejel (1982<sup>8</sup>; 1984<sup>9</sup>), la vegetación de dunas costeras, puede dividirse en dos tipos

<sup>6</sup> Castillo, S. y P. Moreno-Casasola. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del Golfo y Caribe de México. Acta Botanica 45: 55-80

<sup>7</sup> Espejel I. y F. Rodríguez. 1981. Sinecología de las Dunas Costeras de Sisal, Yucatán. En: Resúmenes del V Congreso Mexicano de Botánica. Morelia, Michoacán

<sup>8</sup> Espejel, I. 1982. Sand Dunes Ecology in the Peninsula of Yucatán, México. Institute of Ecological Botany/ Uppsala University.

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. Cada una de estas zonas varía en cuanto a la vegetación que en ellas se distribuyen, ya que presentan diferentes condiciones (respecto a nutrientes, sustrato, salinidad y humedad).

Cuando las dunas se cubren de vegetación las raíces fijan el suelo y se inicia la formación de suelos, en un principio son las plantas pioneras las que comienzan la fijación de la duna, y luego esta es colonizada por los arbustos, al alejarse de la costa la diversidad de la duna se hace mayor. La vegetación de duna costera puede dividirse en cuatro tipos, la vegetación de pioneras, que es el área entre la línea de la costa y la primera duna, inmediatamente sigue la vegetación de matorral de sotavento o de duna fija.

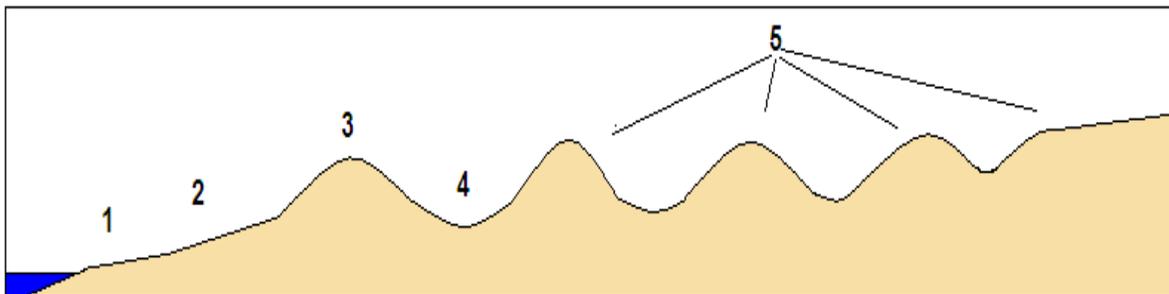


Figura 4.9.- Corte esquemático de la duna costera. 1) dunas móviles, 2) Zona de pioneras, 3) Primera duna, 4) depresión intradunas y 5) matorral de duna costera.

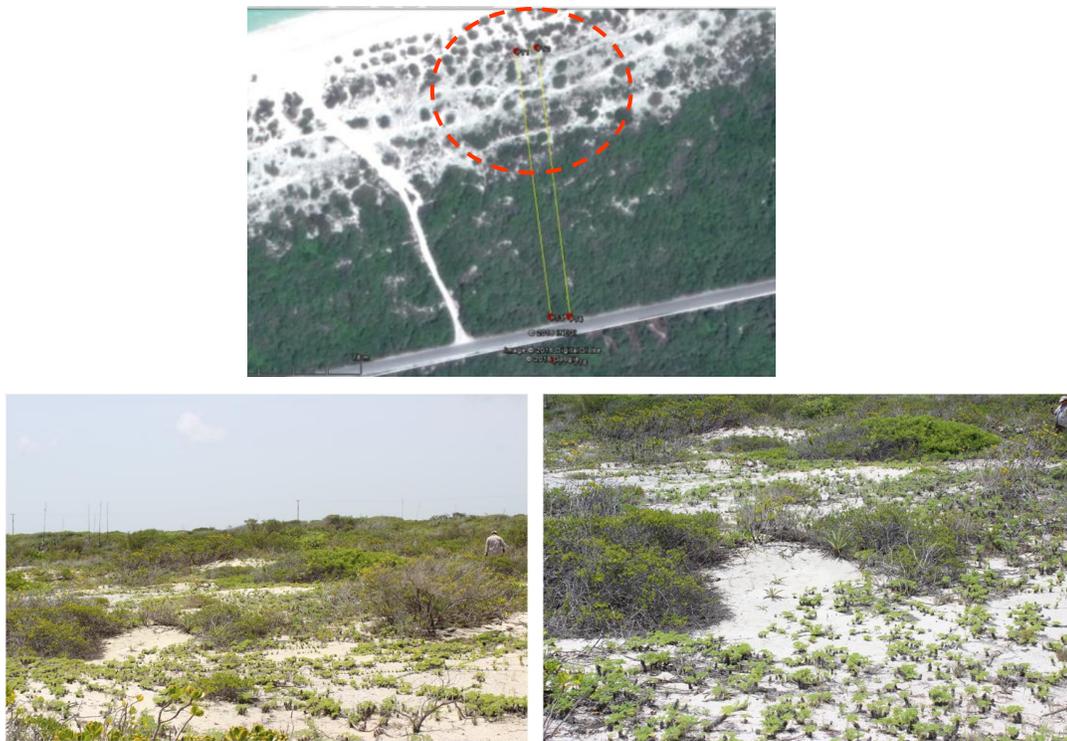
### Zona de pioneras

La vegetación de esta zona está conformada principalmente por herbáceas y algunos arbustos que conforman densas comunidades. La vegetación aquí distribuida es halófila, tienen hojas crasas, son tolerantes al enterramiento y por lo general son hierbas rastreras y arbustos muy ramificados de escasa altura.

<sup>9</sup> Espejel I. 1984. La vegetación de las dunas costeras de la Península de Yucatán. I. Análisis florístico del estado de Yucatán. *Biótica* 9(2):183-210.

Esta vegetación es la primera desde la costa hacia tierra adentro, en este caso cubre áreas de 5 a 20 m; está constituida principalmente por: *Batis maritima*, *Ipomea pes-caprae*, *Canavalia rosea*, *Sporobolus virginicum*, *Pithecellobium keyense*, *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes*.

En el predio la zona de pioneras puede diferenciarse a simple vista. Este tipo de vegetación ocupa al menos los primeros 50 m de la porción norte del predio y continúa hasta la playa por 30 m más, presentándose como una matriz herbácea discontinua, debido a la evidente circulación de personas y vehículos que fragmentan frecuentemente esta zona. Predominan especies como *Ambrosia hypsida*, *Scaevola plumieri* y *Lantana involucrata*, principalmente. De modo aislado y con muy baja abundancia, se observan arbustos de *Coccoloba uvifera* menores a un metro de altura en esta zona.



**Figura 4.10.** Zona de pioneras en el predio donde tendrá lugar el proyecto. En el croquis de la imagen superior se aprecia esta zona en un círculo rojo, nótese la existencia de caminos y brechas. En las imágenes inferiores se observan panoramas de la porción norte del predio, que es ocupada por el tipo de vegetación en comentario.

### Zona de matorral de sotavento.

La zona de matorral se encuentra justo detrás de la zona de pioneras, en esta zona la duna se encuentra fija y con un suelo mejor conformado; aun así las especies que se encuentra en ella siguen teniendo la influencia del viento, por lo que se mantienen achaparrados, la diversidad florística es mayor que en la zona de pioneras, ya que se encuentran elementos tanto de las pioneras como del matorral achaparrado.

La vegetación se halla conformada por especies arbustivas como: *Pithecellobium keyense*, *Croton punctatum* y especies espinosas como *Acanthocereus tetragonus*, *Caesalpinia vesicaria* y *Jaquinia aurantiaca*.



**Figura 4.11.** Zona de transición entre la vegetación pionera y el matorral costero. Se aprecia la abaja altura y la baja altura de especies arbustivas, como *P. keyense*.

La zona de matorral es la que presenta mayor riqueza florística, se encuentran tanto herbáceas, así como arbustos. El suelo se encuentra mejor conformado, y se puede observar gran cantidad de materia orgánica producto de la caída de las hojas de los arbustos y de las herbáceas anuales. Las especies se distribuyen de manera diferente en las dunas, en los bordes se encuentran arbustos de mayor altura que en las crestas, en las crestas se pueden observar mayor número de plantas espinosas y agaves. En algunas ocasiones las crestas tienen menor densidad que los bordes, y es posible observar los suelos arenosos.

En el predio, la zona de matorral ocupa la mayor parte de su superficie y se observa como una densa matriz arbustiva con altura promedio de 1.89 m, según mediciones de campo. Se encuentra dominado por *Sideroxylon americanum* y *Pithecellobium keyense* principalmente. Es frecuente encontrar especies de cactáceas de hábito trepador entre estos arbustos principalmente *Selenicereus grandiflorus* y *Acanthocereus tetragonus*, este último también en el estrato más bajo, donde las herbáceas son escasas o ausentes, probablemente debido al dosel cerrado que conforman los arbustos; En espacios más abiertos, en el estrato herbáceo también se encuentra la cactácea endémica *Mammillaria gaumeri* de distribución dispersa y con poca frecuencia; también bajo estas condiciones se observan pequeñas colonias de la orquídea terrestre *Cyrtopodium macrobulbon*).



**Figura 4.12.** Matorral de duna en el interior del predio, donde se muestran las condiciones antes descritas. Las fotografías superiores muestran el aspecto general de la vegetación arbustiva dominante. Las inferiores muestran el sotobosque escaso, se destacan algunas cactáceas y orquídeas.

### Análisis cuantitativo de la flora.

En el predio se encontraron 43 especies, correspondientes a 30 familias, de las cuales las mejor representadas son las Gramineas, con cinco especies, las Cactaceae con cuatro especies, seguidas de Fabaceae (Leguminoseae) con tres especies, Compositae y Euphorbaceae con dos especies cada uno, las restantes Familias tienen solo una especie presente en el predio.

Cuadro 4.6.- Especies presentes en el predio.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA
ACANTACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Hulub	Arbustiva
ACANTHACEA	<i>Justicia</i> sp	aka' xiu	Herbácea
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Kitam kij	Herbácea
AMARANTHACEAE	<i>Iresine heterophylla</i> Standl.		Herbácea
AMARYLLIDACEAE	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Lirio blanco	Herbácea
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownie</i> (Jacq) Urban	Chechem	Arbórea
ASTERACEAE	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh	Margarita de mar	Herbácea
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i> L.	Kan mul	Herbácea
ASTERACEAE	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Susuk	Herbácea
BATAACEAE	<i>Batis maritima</i> L.	Alambrillo	Herbácea
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia dasyliiriifolia</i> Baker	XCh' u	Herbácea
CACTACEAE	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelink	Xnum tsuysuy	Herbácea
CACTACEAE	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose)	Pool mis	Herbácea
CACTACEAE	<i>Opuntia dillenii</i> (Ker-Gaw.) Haw.	Nopal de playa	Herbácea
CACTACEAE	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (Salm-Dick) Britton & Rose	Pool Tsutsuy	Herbácea
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis flexuosa</i> L.	Xbayun ak'	Arbustiva
COMMELINACEAE	<i>Commelina</i> sp	X-pantsiu	Herbácea
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet	Riñonina	Herbácea

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA
CRUCIFERAE	<i>Cakile edentula (Biget.) Hook.</i>	Xaal	Herbácea
EUPHORBIACEAE	<i>Croton punctatus Jacq.</i>	Sakchuhum	Arbustiva
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia cyathophora Murr.</i>		Herbácea
FABACEAE	<i>Caesalpinia vesicaria L.</i>	Chiin took	Arbórea
FABACEAE	<i>Canavalia rosea (Swartz) DC</i>	Frijol de playa	Herbácea
FABACEAE	<i>Pithecellobium keyense Britton ex Coker</i>	Tsiw che	Arbórea
GOODENIACEAE	<i>Scaevola plumierii (L.) Vahl.</i>	Chunup	Arbustiva
GRAMINEAE	<i>Cenchrus echinatus L.</i>	Muul	Herbácea
GRAMINEAE	<i>Cynodon dactylon L. Pers</i>	K'aan su'uk	Herbácea
GRAMINEAE	<i>Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.</i>	Chimés su-uk	Herbácea
GRAMINEAE	<i>Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.</i>	Jalal	Herbácea
GRAMINEAE	<i>Sporobolus virginicus (L.) Kunth</i>	Suuk	Herbácea
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus Cav.</i>	Tulipan xiw	Arbustiva
NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides Donn. Smith.</i>	Ta'tsí	Arbustiva
NYCTAGINACEAE	<i>Okenia hypoagea Schtdl. &amp; Cham</i>	Flor morada	Herbácea
ORCHIDACEAE	<i>Catsetum integerrimum Hook.</i>	Xanab miis	Herbácea
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida L.</i>	Poch'il	Herbácea
POACEAE	<i>Cenchrus echinatus L.</i>	Muul	Herbácea
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba uvifera L.</i>	Uva de mar	Arbustiva
RUBIACEAE	<i>Ernodea litoralis Sw.</i>	Hierba	Herbácea
SAPOTACEAE	<i>S Sideroxylon americanum (Mill.) T.D. Penn.</i>	X muy che'	Herbácea
SIMAROUBACEAE	<i>Suriana maritima L.</i>	Pantsil	Arbustiva
THEOPHRASTACEAE	<i>Bonellia macrocarpa (Cav.) ssp. Macrocarpa</i>	Si'ik, limoncillo	Arbustiva
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata L.</i>	Oregano k'aax	Herbácea
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Tribulus cistoides L.</i>	Chakxnuk	Herbácea

### Análisis fitogeográfico

De las 43 especies encontradas en el predio la mayor parte son especies nativas. Únicamente se registraron dos especies introducidas, se trata de las cespitosas ruderales *Cynodon dactylon* y *Dactyloctenium aegyptium*, ambas comunes en la vegetación secundaria de diversos ecosistemas, siendo que incluso se les considera especies naturalizadas.

En lo que concierne a las especies endémicas, cabe mencionar dos especies: *Selenicereus grandiflorus*, y *Mammillaria gaumeri*. De éstas, solamente *M gaumeri* presenta un endemismo ecológico, por lo que es preponderante establecer actividades de rescate para los individuos de esta especie (ver anexo 6).

### Estado de riesgo de la flora del área

En cuanto a especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 solo se encuentra una en el predio, *Mammillaria gaumeri*, bajo protección especial. Durante los recorridos por todo el predio, se contabilizaron 16 ejemplares, tanto individuos aislados como pequeñas colonias. Dichos ejemplares fueron georeferenciados y su ubicación es la siguiente:

**Cuadro 4.7.** Ubicación de los ejemplares de *M. gaumeri* detectados en el predio en el que se solicita el cambio de uso de suelo.

No indiv.	X	Y
1	205879	2352504
1	205891	2352649
2	205887	2352474
1	205886	2352478
2	205883	2352482
1	205879	2352504
1	205881	2352520
2	205894	2352534
2	205881	2352548
1	205884	2352553
2	205889	2352554

Es importante mencionar que esta especie no fue registrada en los puntos de muestreo. Sin embargo con el conteo realizado en todo el predio se estima una densidad de 90 ind/ha.

### **Fisonomía de la vegetación.**

En cuanto a la fisonomía de la vegetación se puede observar tres estadios bien distintos, uno de arbustos abiertos dominado principalmente por herbáceas (Zona de Pioneras), uno predominado por arbustos pequeños y herbáceas intermedias (Primera duna o matorral de sotavento) y uno de árboles pequeños y arbustos medianos herbáceas intermedias (Matorral de duna costera).

La distribución antes mencionada se halla regulada por la cercanía al mar, por la fuerza de los vientos y los suelos. La zona de pioneras presenta menos vegetación, la arena calcárea casi nula de partículas de arcilla tienen muy poca retención de humedad y nutrientes, y escaso nitrógeno por la nula descomposición de la materia orgánica.

Esta vegetación se conforma principalmente por herbáceas anuales que se caracterizan por ser halofitas, de hojas crasas, hierbas rastreras y arbustos muy ramificados de escasa altura. Esta vegetación va invadiendo y fijando la arena, dando lugar a la formación de suelo.

La vegetación de duna fija se desarrolla sobre arena con algo de materia orgánica, se cubre con matorral alto y mediano, que en su mayoría no son halofitos especializados, pero presentan reducción de su tamaño, esto para adaptarse a las condiciones principalmente de fuertes vientos y poca humedad. En las áreas más altas del predio se presenta mayor formación de suelos y menor salinidad, en estas zonas se distribuye el matorral de duna costera con mayor altura.

Cuadro 4.8.-Fisonomía de la vegetación presente en el predio.

<b>Vegetación</b>	<b>Fisonomía</b>	<b>Estrato y cobertura (%)</b>	<b>Especies</b>
<b>Duna costera :</b>			
Plantas pioneras	Arbustos medianos abiertos con gramíneas y herbáceas.	Arbustivo (40)	<i>Pithecellobium keyense</i> <i>Ernodea litoralis</i> <i>Scaevola plumieri</i> <i>Lantana involucrata</i> <i>Porophyllum punctatum</i> <i>Suriana maritima</i> <i>Opuntia stricta</i> <i>Metopium brownie</i> <i>Tournefortia gnaphalodes</i> <i>Scaevola plumieri</i> <i>Malvaviscus arboreus</i> <i>Coccoloba uvifera</i>
		Gramíneas y	<i>Ambrosia hispida</i> <i>Phragmites australis</i>

<b>Vegetación</b>	<b>Fisonomía</b>	<b>Estrato y cobertura (%)</b>	<b>Especies</b>
		herbáceas (60)	<i>Ipomea pes-caprae</i> <i>Cenchrus echinatus</i> <i>Porophyllum punctatum</i> <i>Lantana involucrata</i> <i>Canavalia rosea</i> <i>Cakile edentula</i> <i>Phragmites australis</i>
Matorral de duna	Matorrales medianos con algunos elementos arbóreos pequeños con herbáceas bajas y epifitas.	Arbustos medianos (90)	<i>Pithecellobium keyense</i> <i>Agave angustifolia</i> <i>Acanthocereus pentagonus</i> <i>Jacquinia aurantiaca</i> <i>Caesalpinia vesicaria</i> <i>Croton punctatus</i> <i>Malvaviscus arboreus</i> <i>Sideroxylon americanum</i> <i>Capparis flexuosa</i>

Vegetación	Fisonomía	Estrato y cobertura (%)	Especies
		Herbáceas intermedias (10)	<i>Agave angustifolia</i> <i>Acanthocereus pentagonus</i> <i>Jacquinia aurantiaca</i> <i>Bravaisia berlandieriana</i> <i>certopodium</i> <i>Capparis flexuosa</i> <i>malvaviscus arboreus</i> <i>Sideroxylon americanum</i> <i>Selenicereus donkelaari</i>
		Otras herbáceas	<hr/> <i>Tillandsia dasyliriifolia</i> <i>Catasetum integerrimum</i>
Cresta de duna	Matorrales pequeños con algunos elementos con herbáceas bajas. Plantas	Arbustos pequeños	<i>Acanthocereus pentagonus</i> <i>Mammillaria gaumeri</i> <i>Opuntia stricta</i> <i>Selenicereus donkelaari</i>

Vegetación	Fisonomía	Estrato y cobertura (%)	Especies
	espinosas.	(100)	<i>Pithecellobium keyense</i> <i>Agave angustifolia</i> <i>Jacquinia aurantiaca</i> <i>Caesalpinia vesicaria</i> <i>Sideroxylon americanum</i>

### Estructura de la vegetación

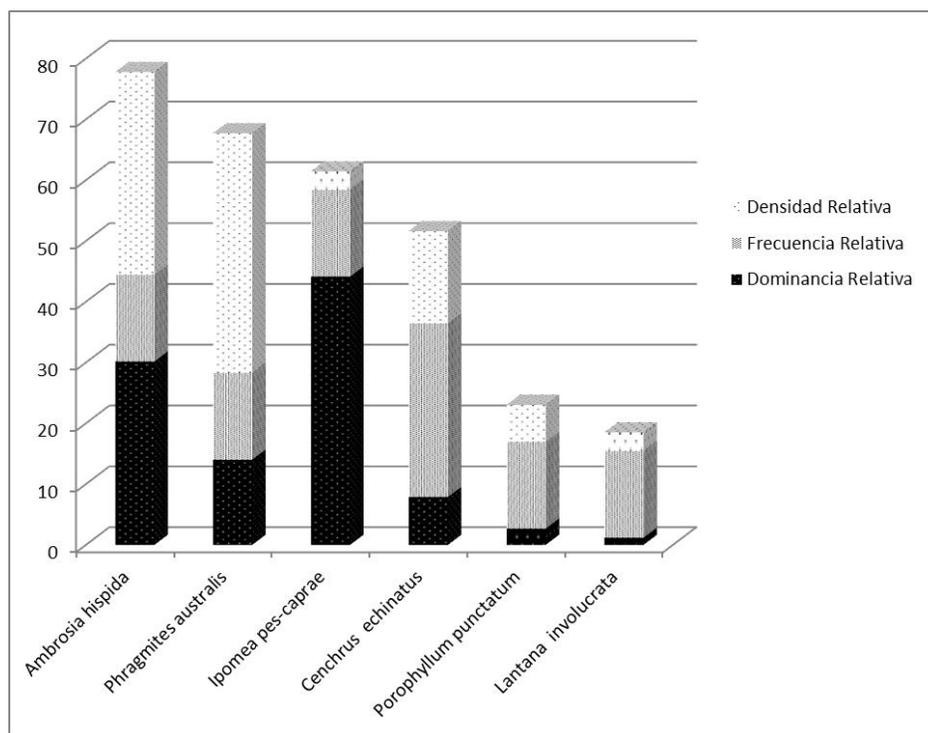
La vegetación de la zona de pioneras está conformada por 6 especies, de las cuales *Ambrosia hispida* es la mejor representada con un VIR de 77.7 seguida de *Phragmites australis* con 67.7, esta especie tiene mayor densidad, pero una dominancia menor, por el tipo de vida de la misma especie. La altura promedio de la vegetación fue de 55.4 cm para especies arbustivas y de 8.8 cm para herbáceas y rastreras.

En cuanto al estrato arbustivo de la zona de pioneras se encontraron 8 especies, siendo *Pithecellobium keyense* la especie con el VIR mas alto, esto debido a que tiene una dominancia muy alta, mas no así en cuanto a su frecuencia y densidad. *Scaevola plumieri* es la especie que se presenta con mayor frecuencia y tienen una mejor distribución, pero por el estilo de vida de la especie su dominancia es muy baja.

**Cuadro 4.9.** Valor de importancia de las especies del estrato herbáceo de la zona de pioneras.

Especie	Densidad	De Re %	Dom Re %	Fre Re %	VIR
<i>Ambrosia hispida</i>	11	33.33	30.15	14.29	77.77

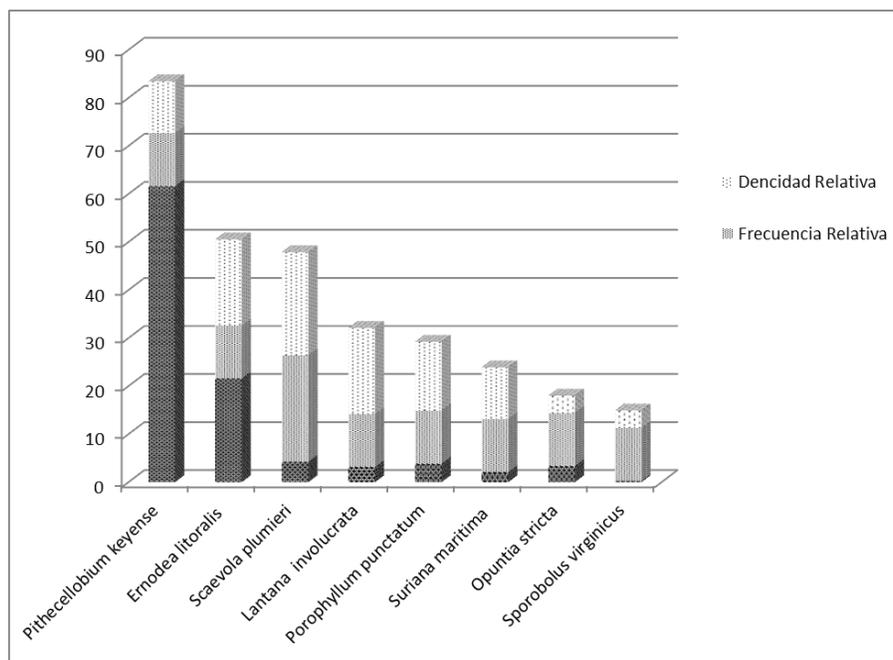
Especie	Densidad	De Re %	Dom Re %	Fre Re %	VIR
<i>Phragmites australis</i>	13	39.39	14.02	14.29	67.70
<i>Ipomea pes-caprae</i>	1	3.03	44.11	14.29	61.43
<i>Cenchrus echinatus</i>	5	15.15	7.87	28.57	51.59
<i>Porophyllum punctatum</i>	2	6.06	2.68	14.29	23.02
<i>Lantana involucrata</i>	1	3.03	1.18	14.29	18.49
Total	33	100	100	100	300



**Figura 4.13.** VIR de las especies del estrato herbáceo del predio Chuburná, Yucatán, México

**Cuadro 4.10** Valor de importancia de las especies del estrato arbustivo de la zona de pioneras.

Especie	Densidad	De Re %	Dom Re %	Fre Re %	VIR
<i>Pithecellobium</i>					
<i>keyense</i>	3	10.71	61.62	11.11	83.45
<i>Ernodea litoralis</i>	5	17.86	21.55	11.11	50.52
<i>Scaevola plumieri</i>	6	21.43	4.22	22.22	47.87
<i>Lantana involucrata</i>	5	17.86	3.14	11.11	32.11
<i>Porophyllum</i>					
<i>punctatum</i>	4	14.29	3.83	11.11	29.22
<i>Suriana maritima</i>	3	10.71	2.08	11.11	23.90
<i>Opuntia stricta</i>	1	3.57	3.33	11.11	18.01
<i>Sporobolus virginicus</i>	1	3.57	0.23	11.11	14.91
Total	28	100	100	100	300

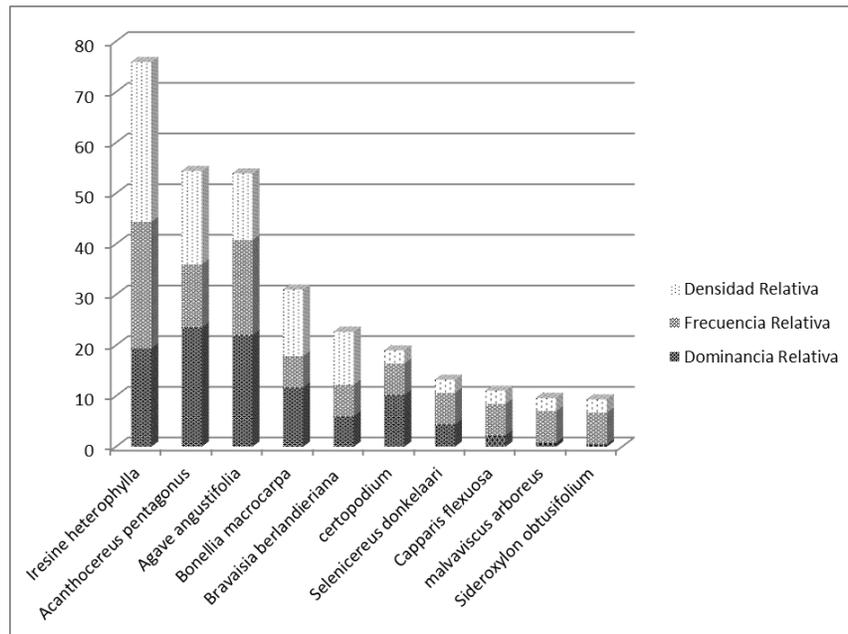


**Figura 4.14.** VIR de las especies presentes en el estrato arbustivo de la zona de pioneras del predio en Chuburna, Yucatan, Mexico.

El estrato herbáceo del matorral de duna costera, *Iresine heterophylla* fue la que presento el VIR más alto, debido a que su densidad y frecuencia son altos, aunque su dominancia es menor que la que presenta *Agave angustifolia*, especie que presenta la mayor dominancia en este estrato, cubriendo grandes espacios.

**Cuadro 4.11.** Valor de importancia de las especies herbáceas del matorral de duna costera del predio de Puerto Chuburna, Yucatán, México.

Especie	Densidad	De Re %	Dom Re %	Fre Re %	VIR
<i>Iresine heterophylla</i>	12	31.58	19.32	25.00	75.47
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	7	18.42	23.47	12.50	61.25
<i>Agave angustifolia</i>	5	13.16	22.00	18.75	42.21
<i>Bonellia macrocarpa</i>	5	13.16	11.58	6.25	34.55
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	4	10.53	5.89	6.25	24.33
<i>certopodium</i>	1	2.63	10.10	6.25	22.21
<i>Selenicereus donkelaari</i>	1	2.63	4.32	6.25	11.47
<i>Capparis flexuosa</i>	1	2.63	2.15	6.25	9.76
<i>malvaviscus arboreus</i>	1	2.63	0.73	6.25	9.42
<i>Sideroxylon americanum</i>	1	2.63	0.42	6.25	9.33
Total	38	100	100	100	300



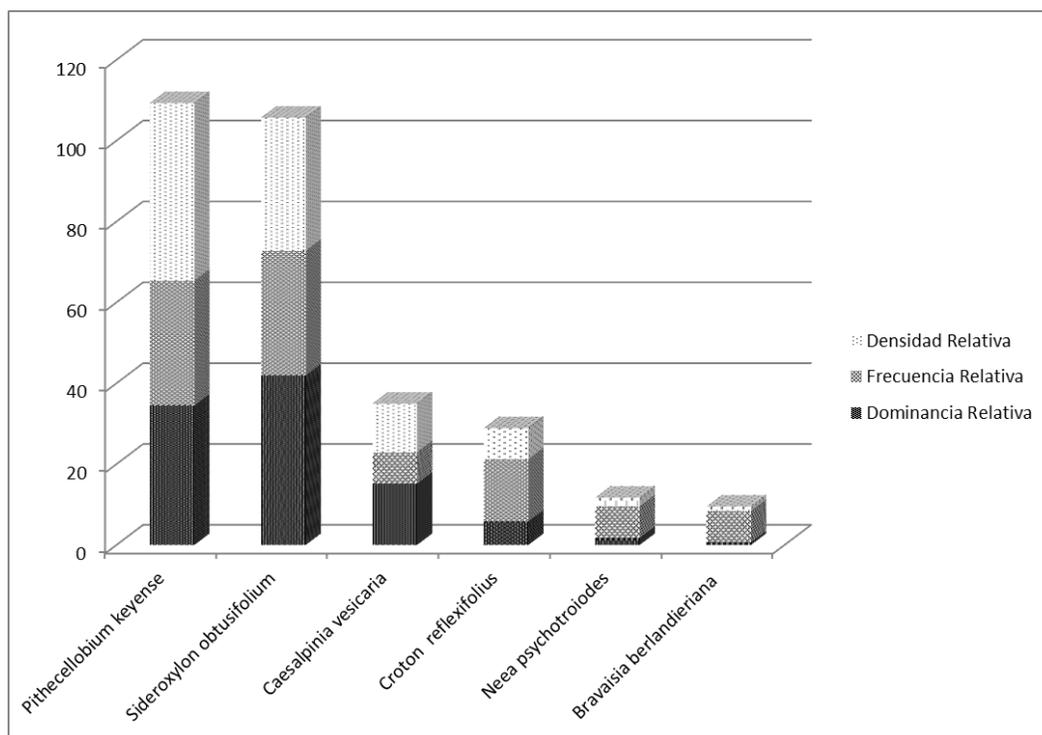
**Figura 4.15.** VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo del matorral de duna costera del predio en Chuburna, Yucatan, Mexico.

El estrato arbustivo del matorral de duna costera presento 6 especies, aun cuando son pocas especies su densidad es muy alta, este estrato es donde se presentó el mayor número de individuos (91 en todo el cuadrante), la especie mejor representada en este estrato fue *Pithecellobium keyense* con una alta densidad y frecuencia, aun cuando su dominancia es alta fue menor que la presentada por *Sideroxylon americanum* que es la segunda especie con el VIR mas alto.

**Cuadro 4.12.** Valor de importancia de las especies del matorral de duna costera en el predio solicitado para cambio de uso de suelo.

Especie	Densidad	De Re %	Dom Re %	Fre Re %	VIR
<i>Pithecellobium keyense</i>	40	43.96	34.57	30.77	109.29
<i>Sideroxylon americanum</i>	30	32.97	41.98	30.77	105.71
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	11	12.09	15.18	7.69	34.96

<i>Croton reflexifolius</i>	7	7.69	5.81	15.38	28.88
<i>Neea psychotrioides</i>	2	2.20	1.78	7.69	11.67
<i>Bravaisia</i>					
<i>berlandieriana</i>	1	1.10	0.69	7.69	9.48
Total	91	100	100	100	300



**Figura 4.16.** VIR de las especies del matorral de duna costera en Chuburna, Yucatán, México

## Índice de diversidad

Para cada uno de los cuadrantes o sitios de muestreo, la diversidad obtenida fue la siguiente:

Concepto	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6
No especies	3	6	5	4	3	5
No individuos	16	16	41	18	13	11
Diversidad de Shannon (H')	0.77	1.63	1.16	1.01	1.09	1.36

En general, los sitios ubicados en la zona de pioneras (S1 y S2) presentan una más baja diversidad, ya que se compone de pocas especies que por su hábito rastrero presentan una mayor cobertura. Los sitios de matorral, (S3 a S4), presentan una mayor diversidad aunque no se observan diferencias significativas entre sitios, dada la homogeneidad observada.

En su conjunto las muestras de Matorral de Duna Costera presentaron el menor número de especies (6), en tanto la Zona de Pioneras presentó mayor número (8). Por tanto, los resultados obtenidos de la aplicación de la fórmula del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner se observa que la Zona de Pioneras presenta mayor Índice de Diversidad, esto debido a que presenta una mayor equidad en las especies que lo conforman, con una distribución más uniforme.

**Cuadro 4.13.** Valores de diversidad de Shannon-Weiner de los tipos de vegetación de Zona de Pioneras y Matorral de Duna Costera. (H= Índice de Diversidad de Shannon-Weiner)

Predio	Especies	Densidad	H
Zona de Pioneras	8	28	1.94
Matorral de Duna Costera	6	91	1.31

## Conclusiones

En el predio se encontraron dos tipos de vegetación: zona con vegetación de pioneras, que va de la playa hasta 88 m al sur; el otro tipo de vegetación es el de matorral de duna costera, que empieza justo detrás de la zona de pioneras hasta el fin del predio, interrumpida solo por la carretera. En el matorral de duna costera se distribuye *Mammillaria gaumeri* la única especie bajo protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el sitio, esta especie prefiere la sombra formada por los arbustos.

Este tipo de vegetación se encuentra buen estado de conservación, con una estructura bien conformada, la especie mejor representada en el área es *Pithecellobium keyense* la cual conforma manchones de matorral de menos de 3 m de altura, junto con *Sideroxylon americanum* y en menor medida *Caesalpinia vesicaria*.

La zona de pioneras presenta menor densidad, ya que la arena en esta zona no está fija, y presenta poca materia orgánica, por lo que es restringido para muchas especies, además aquí se presenta mayor impacto por actividades humanas, ya que se pueden observar caminos entre la vegetación, así como marcas de llantas de cuatrimotos. Sin embargo las especies en esta zona se presentan en manchones donde van fijando la arena y formando suelo, se observó una mayor riqueza y estas especies son importantes para evitar la erosión, por lo que la construcción de la casa respetará esta zona.

La mayor diversidad se presenta en la Zona de Pioneras, donde las especies tienen un mayor valor de equidad. Pero estos valores son menores a los obtenidos por Torres *et al* (2010<sup>10</sup>) donde obtuvieron un valor de diversidad de 2.78 frente a 1.31 y 1.94 obtenidos en este trabajo.

En el trabajo anteriormente mencionado en la diversidad del matorral de duna se obtuvieron datos de VIR similares en cuanto a las especies dominantes (*Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*).

---

<sup>10</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

Con los datos obtenidos podemos mencionar que la vegetación matorral de duna costera se encuentra en buen estado de conservación, con poco impacto de actividad humana, sobre todo por el difícil acceso a esta área; en tanto la zona de pioneras tiene claras muestras de impacto por las actividades de recreación que se llevan a cabo en esta parte de la playa.

Considerando que para el índice de Shannon, los valores de diversidad máximo son los cercanos a 3, y los cercanos a 1 son bajos, **en el predio se obtuvo una baja diversidad**, lo cual se debe a la alta dominancia de unas cuantas especies. Estructuralmente, **se observa una vegetación conservada o en estado avanzado de recuperación**, ya que no son frecuentes los impactos sobre el ecosistema.

### **Análisis comparativos del predio vs sistema ambiental (SA)**

Para la zona de pioneras se observó que para el SA se tiene un mayor número de especies, con un total de 9 mientras en el predio se contabilizaron 6. *Lantana involucrata* figura como la especie con mayor VIR en el SA, mientras que en el predio éste valor es menor. También destaca la presencia de *M. gaumeri* en este tipo de vegetación, hecho que no se observa en el predio o sus colindancias inmediatas, muy posiblemente debido a las perturbaciones recurrentes derivadas del tránsito humano.

También es importante destacar que el tamaño de muestra en el SA fue menor ya que se implementaron dos sitios de muestreo para este tipo de vegetación, por lo que un mayor VIR de la mayoría de las especies en un menor tamaño de muestra sugiere que la vegetación se encuentra mejor estructurada en el SA que en el predio.

En el predio, la especie con mayor VIR fue *Ambrosia hispida*, e incluso el VIR de esta especie fue mayor con respecto al SA. Esto se debe a que se trata de una especie pionera, que se encuentra mejor adaptada a las condiciones de perturbación.

(Moreno-Casasola, *et al.*<sup>11</sup>), afirman que durante el proceso de sucesión, las especies menos tolerantes a las condiciones ambientales de las dunas activas pueden empezar a colonizar y extenderse una vez que las especies pioneras han comenzado a estabilizar los médanos móviles, el suelo ha comenzado a tener mayor cantidad de nutrientes y se presentan algunos microorganismos como las micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno

De igual forma, especies presentes en el predio, pero no en SA fueron *Cenchrus echinatus*, *Ipomoea pres-caprae* y *Porphillum punctatum*. Cabe mencionar que se trata de especies de vegetación secundaria, y de amplia distribución incluso en ecosistemas de selva baja y selva mediana, por lo que se encuentran ampliamente distribuidas. Así, existe evidencia que demuestra que estas especies no son exclusivas del ecosistema caracterizado, suelen ser frecuentes en las sucesiones secundarias y su establecimiento se ve favorecido por la perturbación frecuente donde se ha desmontado y la acción del hombre ha sido persistente.

**Especies arbustivas:** Se observó que tanto para el predio como para el SA, *P. keyense* es la especie con mayor importancia, debido a su dominancia y densidad. Para el SA destaca también *B. macrocarpa* especie que junto con *L. involucrata* y *O. stricta* son importantes atractivos de aves y enriquecimiento de matorrales (Moreno-Casasola *et al.* 2009)

Espece	VIR CUENCA	VIR PREDIO
<i>Pithecellobium keyense</i>	50.93	83.45
<i>Bonellia macrocarpa</i>	47.08	0.00

<sup>11</sup> Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante, D., Rodríguez-Revelo, N., Casillas-Figueroa, F., Castillo-Campos, G., Ferrer, M. León, J., López, H., Sánchez, J., Pale, J., Domínguez, M. y R. Durán. 2009. Especies Clave y Endemismo. INECOL, SEMARNAT, CONAFOR. p. 62-70. <http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/Publicaciones/Dunas/EspeciesClave.pdf>

<i>Coccoloba uvifera</i>	38.25	0.00
<i>Scaevola plumieri</i>	32.36	47.87
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	24.80	0.00
<i>Opuntia stricta</i>	20.36	18.01
<i>Agave angustifolia</i>	18.28	0.00
<i>Lantana involucrata</i>	18.00	32.11
<i>Rhacoma crossopetalum</i>	17.24	0.00
<i>malvaviscus arboreus</i>	16.39	0.00
<i>Ernodea litoralis</i>	16.30	50.52
<i>Porophyllum punctatum</i>	0.00	29.22
<i>Sporobolus virginicus</i>	0.00	14.91
<i>Suriana maritima</i>	0.00	23.90

El predio se obtuvo el registro de tres especies no registradas en el SA; se trata de *P. punctatum*, *S. virginicus* y *S. marítima*, las dos primeras, especies de vegetación secundaria, frecuentemente ruderales y de amplia distribución en la península y otros ecosistemas como selvas bajas y medianas.

**Matorral costero:** Para el estrato herbáceo de la zona de matorral costero, únicamente se registraron dos especies para el SA, las cuales no son de hábito herbáceo, sino arbustivo en etapa de crecimiento. Esto se debe al dosel cerrado que conforma la vegetación que en el SA se observa mejor desarrollada estructuralmente.

En el predio el matorral se encuentra con una mayor fragmentación, lo que ocasiona espacios abiertos que son aprovechados por otras especies para fijarse, tal es el caso de *I. heterophylla* y *C. macrobulbon*.

A manera de conclusión, según el índice de Shannon, para la vegetación de dunas costeras del proyecto del SA se presenta un índice de diversidad máxima de 1.94 para la zona de pioneras y de 1.60 para el área de matorral, resultando mayor o igual que el del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Esto nos indica que hay una mayor riqueza y diversidad en el ecosistema del SA. Estas diferencias ocurren debido principalmente a la fragmentación y mayor perturbación observada en el área sujeta a cambio de uso del suelo y sus colindancias inmediatas. De acuerdo con García-Montiel (2002<sup>12</sup>), debe tomarse en cuenta el efecto de las perturbaciones humanas en la composición y estructura de los bosques tropicales. En el área de estudio dichas perturbaciones se refieren principalmente a la realización de actividades con fines de esparcimiento, tales como el uso para pasadía de la playa, la circulación de cuatrimotos, y el tránsito de personas y animales domésticos en el área.

Con base en los censos realizados se observó también que las especies con mayor VIR en el predio, por lo general presentaron un mayor número de árboles con pequeños diámetros. A este respecto, cabe mencionar que la mayor abundancia de diámetros menores, sugiere que las comunidades vegetales se encuentran en crecimiento, a medida que la vegetación se recupera el número de individuos de diámetros pequeños disminuye, como es el caso de los sitios de SA, donde domina *S. americanum* con ejemplares de mayor diámetro que en el predio. La distribución de frecuencias de clases diamétricas no es igual en todos los sitios, lo que nos indica que las comunidades vegetales se encuentran en diferentes grados de perturbación, afectando la estructura y composición florística, que se refleja en la escasez de

---

<sup>12</sup> García-Montiel, D. 2002. El legado de la actividad humana en los bosques neotropicales contemporáneos. pp. 97-116. En: Guariguata MR, Kattan GH (eds) Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica

individuos arbóreos con diámetros grandes (Zamora-Crescencio, *et al.* 2011<sup>13</sup>). Por lo anterior, se puede afirmar que el predio se encuentra en un estado de recuperación. Así, existen evidencias suficientes para afirmar que el cambio de uso de suelo pretendido no ocasionará la pérdida de diversidad en la cuenca hidrológica-forestal donde tiene lugar el proyecto.

Destaca el caso particular de *Mammillaria gaumeri*, especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de especie con protección especial, la cual es más abundante en el SA y se distribuye desde la zona de pioneras, mientras que en el predio se registró una menor densidad y su distribución se restringe al área de matorral.

#### 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 07:00 am y concluyó a 11:00 horas con un esfuerzo de muestreo de 4 horas/persona. A continuación se definen las dimensiones y ubicación de cada uno de los transectos:

TRANSECTO	DIMENSIONES	UBICACIÓN	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
T1	90 m x 2 m	Predio	X:205867, Y:2352613 X:205875, Y:2352523
T2	200 m x 2 m	Área influencia/ sistema ambiental	X:205836 Y:2352553 X:206029 Y:2352609
T3	200 m x 1 m	Área influencia/ sistema ambiental	X:2058853 Y:2352449 X:206047 Y:2352481

<sup>13</sup> Zamora-Crescencio, P. Domínguez-Carrasco, M., Villegas, P. Gutiérrez-Báez, C., Manzanero-Acevedo, L., Ortega-Haas, J., Hernández-Mundo, S. Puc-Garrido, E. y R. Puch-Chávez. 2011. Composición Florística y Estructura de la Vegetación Secundaria en el Norte del Estado de Campeche, México. Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana. 89:27-35

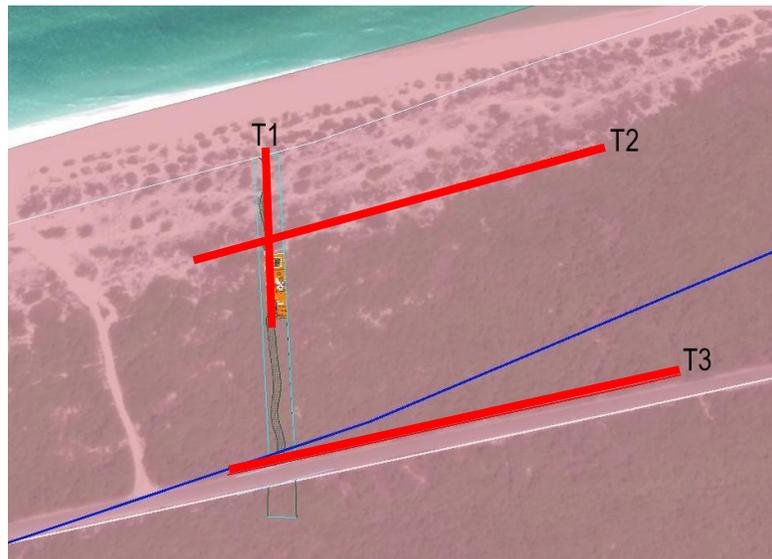


Figura 4.17. Ubicación de los transectos realizados para la caracterización de la fauna

### **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 en el área de influencia. 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 Llamasa-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

En la zona de matorral de duna del área de influencia se observó un individuo de la especie *Sceloporus cozumelae*, que a pesar de estar incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, es frecuentemente observado en el ecosistema de duna costera de Yucatán.

### Aves

Por el método de observación directa se registraron 6 especies de aves, de las cuales solo una fue registrada dentro del predio.



Fotografía 4.18. Individuo de la especie *Mimus gilvus* observado en el predio.

**Mamíferos medianos:** Se registraron dentro del predio huellas probablemente pertenecientes a la especie *Urocyon cinereoargenteus*.



Fotografía 4.19. Huellas de un individuo de la especie *Urocyon cinereoargenteus* observado en el predio.

Cuadro 4.13. Fauna reportada en el área de estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS	NOM05 9
PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija escamosa de Cozumel*	1	Pr
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	2	N/E
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	4	N/E
ICTERIDAE	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano (Cau)	20	N/E

FREGATIDAE	<i>Fragata magnificens</i>	Fragata	1	N/E
PELECANIDAE	<i>Pelicanus occidentales</i>	Pelícano pardo	2	
CHARADRIIFORMES	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	2	N/E
CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	N/E

Pr= Protección especial



Fotografía 4.20. *Fragata magnificens* registrada en el área de influencia



Fotografía 4. 21. Diversos individuos de la especie *Quiscalus mexicanus*.

### 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

$$I = (8-1) / \ln 33$$

$I = 2.001$  (valor registrado para toda el área de estudio)

$$I = (2-1) / \ln 5$$

$I = 0.6213$  (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 sitio donde se pretende realizar el proyecto no constituye un sitio con alta biodiversidad (valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad). A pesar de que el sistema ambiental donde se ubica el predio constituye un fragmento con muy poca perturbación antropogénica, probablemente el hecho de que se encuentra colindando con la zona urbana de la localidad de Chuburná Puerto y el Refugio pesquero, sea un factor que limite la utilización de este fragmento por un mayor número de especies de fauna silvestre.
- Únicamente la especie *Sceloporus cozumelae* se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A pesar de que esta especie es tolerante a sitios parcialmente perturbados, su distribución tan restringida hace su inclusión en esta categoría de protección.
- De acuerdo a la literatura, la especie *Quiscalus mexicanus* suele desplazar a otras aves endémicas de la región, lo que podría ser la respuesta a la baja riqueza de aves encontrada a pesar de las buenas condiciones ambientales que tiene el área de estudio.

### **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. Sin embargo, si consideramos el establecimiento a futuro de un mayor número de casas de verano en el área de estudio, si se podría favorecer o impulsar el desarrollo de proyectos eco turísticos que actualmente se ofrecen en la zona, ya que los usuarios de las casas buscarán sitios atractivos cercanos para realizar actividades de esparcimiento.

De igual forma se ha visto en otras localidades del Estado (ej. Chicxulub Puerto, 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. A 700 metros aproximadamente del proyecto se encuentra ubicado el caso de una hacienda actualmente abandonada, por lo que no tiene un uso como tal y la construcción y operación de este proyecto no afectará de ninguna forma dicha obra.

Así mismo, se sabe que el uso que se le pretende dar a los recursos naturales en el área de influencia y sistema ambiental será 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, en la zona norte del predio se registraron principalmente especies herbáceas pioneras, por lo que la

vegetación presenta un menor desarrollo en cuanto a su altura, lo que favorece la visibilidad en el paisaje. Así mismo, y a pesar de que el sitio donde se pretende desplantar la casa estará ubicada en la zona de matorral, la altura topográfica de la duna alcanza los 2.33 msnm, por lo que también permitirá una mayor visibilidad en el paisaje.

*Calidad paisajística.*- De acuerdo a lo resultados obtenidos en la caracterización de la vegetación y fauna, tanto el predio como el sistema ambiental poseen vegetación en buen estado de conservación, sin embargo presentan bajos valores de biodiversidad tanto en flora como en fauna.

*Fragilidad del paisaje.*- El sistema ambiental evaluado, el área de influencia y el predio conservan casi en su totalidad su cobertura vegetal, por lo que aún guardan las condiciones ambientales que puedan proveer el hábitat de muchas especies de flora y fauna silvestre. No existen construcciones u obras de ningún tipo en el área de estudio, por lo que la única fuente de perturbación actual es la ocasionada por los turistas locales que visitan el denominado Playón en épocas vacacionales, dejando residuos sólidos dispersos en la zona de playa.

Es importante señalar que el proyecto sometido a evaluación se ubicará en la zona de matorral de duna, a una distancia de 60 metros del límite Norte del predio y 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 70.72 hectáreas y la superficie que será sometida al cambio de uso de suelo será de tan solo 597 m<sup>2</sup>, lo que representa el 0.08441% de la cobertura vegetal presente en esta 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 (1,773 m<sup>2</sup>), el área de afectación del proyecto representa tan solo el 33% de la superficie total del predio y, de acuerdo a los análisis presentados en el capítulo VI, la capacidad de infiltración se reduciría en un 4% en el predio. Lo anterior sin tomar en cuenta las medidas de mitigación propuestas.

### **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**

- Toda la casa (con excepción de la terraza y piscina que tienen una superficie de 74.82m<sup>2</sup>) será construida con un sistema elevado sobre pilotes por lo que podrá favorecer la infiltración natural del agua al subsuelo.
- Todos los senderos y caminos serán de arena exclusivamente.
- Se contará con un área de conservación del 62% del total de la superficie del predio en donde la vegetación nativa no podrá ser retirada.
- Los tres puntos antes mencionados **permitirán que la infiltración de agua al subsuelo se lleve a cabo en una superficie de 1,639 m<sup>2</sup> lo que representará el 92% de la superficie total del predio.**
- 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.

<b>Tipo de ecosistema</b>	<b>Captura de Carbono</b>
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 (0.059764has), se estaría perdiendo una captura de carbono de 0.6574 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 70.72 hectáreas, tiene una captura de 777.92 Mg de carbono por año, por lo que una pérdida de 0.6574 Mg resultaría en este contexto de escasa magnitud e importancia ya que representaría el 0.0846%.

### **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 62.92% 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 70.72 hectáreas y la superficie que será sometida al cambio de uso de suelo será de tan solo 597 m<sup>2</sup>, lo que representa el 0.08441% de la cobertura vegetal presente en esta 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 (1,773 m<sup>2</sup>), el área de afectación del proyecto representa el 33% 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 humedales son las zonas de descarga donde finalmente afloran las aguas provenientes de los escurrimientos y filtraciones que se producen en las tierras más altas, en las que se localizan las zonas de captación y recarga de agua de los mantos freáticos.

Por lo tanto los humedales son las superficies hacia las cuales fluye y en las que se acumula el agua. Una parte de ella se va percolando lentamente hacia el subsuelo para incorporarse a los mantos freáticos, y la otra se evapora para dar continuidad al ciclo hidrológico. Los humedales actúan como una esponja que controla el flujo de agua e impide que siga escurriendo, disminuye su velocidad evitando la erosión y la filtra lentamente. La cantidad de agua que fluye hacia el humedal dependerá de la cantidad de lluvia que se produzca y de los propios escurrimientos. Ese papel se pierde, es más se invierte, causando fuertes problemas sociales, cuando se producen asentamientos en áreas de humedales, es decir, en zonas de descarga de agua. Los costos ambientales de la alteración de estas zonas pueden ser altos.

Los humedales como los manglares, junto con arrecifes, playas y dunas, son muy importantes también 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 y grado de afectación**

El área de estudio delimitado para este proyecto tiene una superficie de 70.72 hectáreas y la superficie que será sometida al cambio de uso de suelo será de tan solo 597 m<sup>2</sup>, lo que representa el 0.0844% de la cobertura vegetal presente en esta área de estudio.

Aunado a lo anterior, es importante señalar que el área de estudio posee en más del 98% de su superficie, vegetación forestal, por lo que las zonas con suelo

completamente desnudo que incrementen los impactos de eventos extremos, son prácticamente nulas.

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

Como se ve en los planos anexos, el desplante de la casa estará ubicado detrás de la primera duna para no fomentar problemas de erosión en el sitio. Además la casa será realizada con un sistema de construcción elevado sobre pilotes para permitir el libre paso de los sedimentos. Con estas propuestas, se considera que el diseño y ubicación del proyecto contribuyen al amortiguamiento de los fenómenos naturales extremos y por lo tanto no pondrá en riesgo la prestación de este servicio ambiental.

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

La principal medida de mitigación para no poner en riesgo la prestación de este servicio ambiental será la ubicación de la casa detrás de la primera duna costera y la construcción de casi toda la infraestructura con un sistema de construcción elevado sobre pilotes.

### **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 70.72 hectáreas y la superficie que será sometida al cambio de uso de suelo será de tan solo 597m<sup>2</sup>, lo que representa el 0.0844% de la cobertura vegetal presente en esta 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 (1,773 m<sup>2</sup>), el área de afectación del proyecto representa el 33% 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 plazos.

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

Los resultados de riqueza y diversidad de especies de flora y fauna presentados en los capítulos anteriores demuestran que el área sometida al CUSTF es la que presenta menores condiciones ecológicamente relevantes respecto al SA y que las tierras frágiles detectadas en el predio -como la zona de pioneras que fija la duna y evitan los problemas de erosión-, serán respetadas.

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

Las áreas de conservación propuestas en este proyecto, podrán proveer el hábitat para un gran número de especies de flora y fauna silvestre, por lo que no se considera que se ponga en riesgo la protección de la biodiversidad.

### **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 serán la zona denominada como *primera duna* que constituye un sitio ecológicamente relevante y gran parte del matorral de duna, que podrá albergar diferentes especies de fauna silvestre.

## **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 ocasionarán 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 la construcción de la casa a una distancia de 60 metros del límite Norte del predio y 20

metros detrás de la primera duna identificada (ver plano topográfico). Aunado a lo anterior, es importante señalar que la casa será realizada con un sistema de construcción elevado sobre pilotes a fin de favorecer el transporte de sedimentos. Finalmente se establecerá un área de conservación que representa el 62% de la superficie del predio total, evitando 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**

El sitio donde se desarrollará el proyecto posee una alta calidad paisajística con prácticamente nula perturbación. El área de estudio constituye un fragmento de vegetación en buen estado de conservación que quedó entre la zona urbana de Chuburná y el refugio pesquero. El grado de afectación del proyecto es puntual (ver identificación de impactos). Las actividades recreativas que se llevan a cabo actualmente ocurren en el denominado *Playón de Chuburná* que se encuentra a 700 metros del predio y el desarrollo del proyecto no afectará de ninguna manera.

#### **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 cuenta con gran parte de su cobertura vegetal que puede todavía albergar diferentes especies de flora y fauna silvestre.

Los principales problemas ambientales que se observan en el área de influencia del proyecto serían la contaminación por residuos sólidos en la zona de playa ocasionada por turistas que visitan la zona del playón de Chuburná Puerto.

Finalmente se puede concluir que tanto los análisis de la vegetación y fauna no arrojaron valores altos de biodiversidad para el área de estudio y únicamente se registró una especie de flora incluida en alguna categoría de protección por lo que será reubicada en las áreas de conservación.

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>	<i>Generación de empleos</i>
	<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.

<b>ETAPA</b>	<b>IMPACTO</b>
<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. **AFECCIÓN 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 597m<sup>2</sup> lo que representa el 33% 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 al

paisaje, 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 área de estudio y en el predio donde se desarrollará el proyecto:

Sitio de muestreo	Riqueza flora	Diversidad flora	Riqueza de spp. faunísticas	Diversidad de fauna
Sistema ambiental	50	1.94	8	2.001
Predio	43	1.63	2	0.6213

Antes de realizar una comparación entre los datos obtenidos es importante señalar que: A) los muestreos se realizaron en sitios con condiciones homogéneas de vegetación o el mismo hábitat (diversidad alfa) y no entre diferentes hábitats (diversidad beta) y B) el índice de Margalef puede ser utilizado para comparar sitios con tamaños de muestra diferentes, por lo que se ajusta de manera óptima al presente proyecto.

## **Análisis de los resultados obtenidos**

Con base en los resultados de riqueza de especies y los índices de diversidad obtenidos tanto para flora y fauna, así como el análisis a detalle realizado en el capítulo de caracterización de flora en este estudio, se podría determinar que el ecosistema por afectar en el predio presenta condiciones de mayor perturbación con respecto al registrado Sistema ambiental, por lo que la realización del CUSTF no comprometerá la biodiversidad del sitio.

### ***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**

$$A = R K L S C P$$

Sustituyendo con los datos del proyecto 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 del proyecto sería  $A = (0.98) (0.04) (0.02) (1) (1) = 0.000784 \text{ ton/ha.año}$

## 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 0.0.000784 ton/ha.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.**

<b>RANGO (ton/ha.año)</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
<b>&lt;50</b>	<b>baja</b>
50-100	Media
100-150	Considerable
150-200	Alta
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

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

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)

$$V_m = C P_m A$$

Donde P<sub>m</sub>= 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 (0.1773923 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
Escarpado (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
Escarpado (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
Escarpado (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

ETR= **0.580713**

$V_m = (0.30) (687) (0.1773923 \text{ has}) = 36.56$

Coeficiente de infiltración= **P- ETR- $V_m$**

$(687) - (0.5807) - (36.56) = \mathbf{649.85}$

### Resultados del coeficiente de infiltración con CUSTF

Coeficiente de infiltración=  $(687) - (0.5807) - (60.93) = \mathbf{625.48}$

### 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 en un 4% aproximadamente, sin embargo dentro del área sujeta al CUSTF se proponen superficies permeables como el camino de acceso y el sendero a la playa donde permanecerá el suelo natural con el fin de permitir la infiltración natural del agua al subsuelo. También es importante señalar que la casa habitación será realizada sobre pilotes y el predio contará con un área de conservación del 62% del total de la superficie del predio en donde la vegetación nativa no podrá ser retirada.

Por lo tanto, la superficie total donde se permitirá la infiltración de agua al subsuelo será de 1,639 m<sup>2</sup> lo que representa el 92% de la superficie total del predio.

**Justificación económica:**

Actualmente el predio no tiene ningún uso como tal y conserva la vegetación nativa de duna costera en su totalidad. Sin embargo, la zona de playa que colinda con el predio si es utilizada con fines de recreación principalmente por turistas locales que visitan el denominado *playón de Chuburná* que se encuentra ubicado a 700 metros del predio.

También se ofrecen paseos eco turísticos a la ría, visitas al ojo de agua “Dzul-Ha”, a la carbonera y actividades de pesca recreativa a través de una Cooperativa Social integrada por pescadores de la localidad de Chuburná Puerto. Sin embargo, la falta de promoción principalmente ha impedido que esta zona se desarrolle como un sitio de atractivo turístico para el Estado.

Si bien el proyecto que se somete a evaluación no constituye una actividad eco turística, si podría favorecer o impulsar el desarrollo de proyectos eco turísticos en la zona, ya que los usuarios de la casa buscarán sitios atractivos cercanos para realizar actividades de esparcimiento. De igual forma se ha visto en otras localidades del Estado (ej. Chicxulub Puerto, Progreso, Chelem, etc) que el establecimiento de casas de verano trae consigo mayores oportunidades de empleo para los pobladores de la localidades más cercanas.

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. De igual forma traerá como consecuencia la llegada de más visitantes a la zona que podrían solicitar recorridos eco turísticos que actualmente se ofrecen en el área cercana al predio, dando empleo directo a los

pobladores de Chuburná Puerto. Los precios que maneja la Sociedad cooperativa oscilan entre los 120 a 1,300 pesos por persona dependiendo el tipo de recorrido.

**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, 000,000.00 (tres millones de pesos 00/100 M.N.), lo cual no incluye los empleos que podría generar la operación del mismo (ej. Vigilantes, contratación de paseos eco turísticos en la zona, etc.). A su vez, el valor económico de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema en el sitio del proyecto sería de 242.16 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, Uaymitun, 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 Chuburná Puerto, 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 convertirse en un 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, 000,000.00 (tres millones de 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 24 semanas de construcción del proyecto, 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. De igual forma traerá como consecuencia la llegada de más visitantes a la zona que podrían solicitar recorridos eco turísticos que actualmente se ofrecen en el área cercana al predio, dando empleo directo a los pobladores de Chuburná Puerto. Los precios que maneja la Sociedad cooperativa oscilan entre los 120 a 1,300 pesos por persona dependiendo el tipo de recorrido.

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		P	C	O
Erosión	<p>La construcción de la obra estará desplantada 60 metros al sur del límite Norte del predio y 20 metros detrás de la primera duna a fin de evitar procesos de erosión en el predio.</p> <p>Permanecerá el 62% del predio con cobertura vegetal que evitará la erosión del suelo. Parte de esta cobertura se encuentra ubicada en la zona de pioneras y/o primera duna que representa un área de gran relevancia ambiental.</p>	x		
Disminución de la superficie de infiltración	<p>El diseño del proyecto con un sistema de construcción elevado sobre pilotes permitirá que el 92% de la superficie total del predio lleve a cabo la captación de agua al subsuelo</p> <p>Permanecerá el 62% del predio con cobertura vegetal que permitirá la filtración de agua al subsuelo.</p>		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 dispuestos en los sitios establecidos por la autoridad competente.		x	
	Los residuos sólidos urbanos deberán ser depositados temporalmente en la casa y depositados en sitios autorizados.			x
<b>AGUA SUBTERRÁNEA</b>				
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
<b>VEGETACIÓN TERRESTRE</b>				
Pérdida de la cobertura vegetal y de los servicios ambientales que provee	Se mantendrá una superficie de 1,116.28 m <sup>2</sup> con vegetación nativa del ecosistema lo que representa el 62% de la superficie total del predio.  Se realizará un programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, donde estará incluida <i>Mammillaria gaumeri</i> (ver anexo 6).	x		x

FAUNA TERRESTRE				
Fragmentación y/o perturbación del hábitat de la fauna silvestre	Se mantendrá una superficie de 1,116.28 m <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 dismantelar toda la infraestructura provisional empleada durante las etapas constructivas.	x	x	
ESTRUCTURA DEL PAISAJE				
	Se mantendrá una superficie de 1,116.28 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. Sin embargo es importante señalar que, ya que el proyecto será realizado con un sistema de construcción elevado sobre pilotes, se espera que al menos vegetación rastrera de duna costera se desarrolle nuevamente en el área bajo los pilotes, ayudando a fijar la arena.

### 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)	----	\$7,000.00
Ejecución del Programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, donde estará incluida <i>Mammillaria gaumeri</i> .	Presupuesto detallado Cuadro1	\$39,298.0
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	21,600.00
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>85,804.00</b>

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

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MONTO	TOTAL
597	M2	Delimitación del área de rescate	\$15.73	\$9390.81
54	Planta	Identificación de especies a rescatar	\$50.00	\$2700.00
54	Planta	Extracción de especies	\$50.00	\$2700.00

54	Planta	Trasplante de especies rescatadas	\$50.00	\$2700.00
54	Poceta	Banqueo de especies	\$60.00	\$3240.00
54	poceta	Banqueo para trasplante	\$60.00	\$3240.00
54	Dosis	Aplicación de fertilizantes. Incluye insumos.	\$80.00	\$4320.00
8	Visita	Visita de seguimiento de verificación. Incluye costos en transporte.	\$313.00	\$2504.00
8	Visita	Visita de mantenimiento. Incluye actividades de limpieza, insumos, transporte.	\$313.00	\$2504.00
1	Informe	Elaboración y entrega del reporte de resultados del Programa de rescate de flora protegida.	\$6000.00	\$6000.00
		<b>TOTAL</b>		<b>\$39,298.00</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	\$21,600.00

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

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	IMPORTE
<b>MANO DE OBRA</b>			
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 plomería para instalación 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 séptica	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 (597 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 11,256.83 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 211,256.83 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 se mantendrá sin problemas de erosión de sedimentos. De igual forma, no se abrirá un nuevo sendero que comunique a la playa, por lo que el camino de arena que existe actualmente cerca del predio será el único acceso al mar. Estas condiciones de casi nula perturbación provocarán que el área de estudio siga siendo el hábitat de las especies de fauna silvestre ahí reportadas.

Sin embargo, se seguirán observando los problemas de contaminación por residuos sólidos que actualmente tiene la zona de playa del área de influencia, ya que no existe infraestructura adecuada para su disposición ni mecanismos de vigilancia por parte de las autoridades en el área de estudio.

El pronóstico del escenario con la realización del proyecto es de una obra que respetará la primera duna y su sistema de construcción no fomentará problemas de erosión en la zona.

Así mismo, las áreas de conservación podrán seguir albergando a las especies de fauna silvestre antes reportadas o al menos a aquellas menos sensibles a la perturbación.

La zona de playa frente al predio permanecerá libre de residuos sólidos dispersos, ya que contará con vigilancia en la casa que frenará estas actividades por parte de otros visitantes.

## **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, sin embargo, ya que están contempladas acciones de reforestación con especies nativas, no se espera que se pierda su funcionalidad.

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
<p>La construcción de la obra estará desplantada 60 metros al sur del límite Norte del predio y 20 metros detrás de la primera duna a fin de evitar procesos de erosión en el predio.</p> <p>Permanecerá el 62% del predio con cobertura vegetal que evitará la erosión del suelo. Parte de esta cobertura se encuentra ubicada en la zona de pioneras y/o primera duna que representa un área de gran relevancia ambiental.</p>	<b>Inspección en campo. Se entrega reporte fotográfico como evidencia.</b>	X	X	
El diseño del proyecto con un sistema de construcción elevado sobre pilotes permitirá que el 92% de la superficie total del predio lleve a cabo la captación de agua al subsuelo.	<b>Inspección en campo. Se entrega reporte fotográfico como evidencia.</b>		X	
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	<b>Comprobantes de disposición final</b>		X	

concreto asfáltico y en general los que serán utilizados en la obra deberán ser dispuestos en los sitios establecidos por la autoridad competente.	<b>expedidos por parte de una compañía autorizada para el transporte y disposición final de residuos. Fotografías.</b>			
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 1,116.28 m <sup>2</sup> con vegetación nativa del ecosistema lo que representa el 62% de la superficie total del predio.  Se realizará un programa de rescate y reubicación de especies de vegetación forestal, donde estará incluida <i>Mammillaria gaumeri</i> .	<b>Se entregará reporte de resultados.</b>	X		X
Se deberá dismantelar 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 título de la propiedad inscrito en el registro público de 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.** Poligonal con referencias geográficas del área sujeta a cambio de uso de suelo.

**ANEXO 9.** Plano topográfico donde se identifica la primera duna.

**ANEXO10.** Plano y poligonal del área de reubicación de las especies de vegetación forestal afectadas.