

**Área que clasifica.** - Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Yucatán

**Identificación del documento.** - Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

**Partes clasificadas.** - **Partes clasificadas.** - : Domicilio particular, OCR de la credencial de elector, Teléfono y/o correo electrónico de terceros.

**Fundamento Legal.** - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

**Razones.** - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.



**Firma del titular.** - **Suplente por Ausencia en La Delegación Federal en el Estado de Yucatán.** - L.A. Hernán José Cárdenas López

*"Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales vigente, en suplencia por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Yucatán<sup>1</sup> previa designación, firma el presente el Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales."*

**Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.** - Resolución No. 161/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 14 de octubre de 2019, referente a la fracción VII, del artículo 69 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LFTAIP).

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

# ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |            |
|---|------------|
| <b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>   | <b>6</b>   |
| I.1 PROYECTO .....  | 6          |
| I.2. PROMOVENTE.....  | 6          |
| I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....  | 7          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>   | <b>8</b>   |
| II.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....  | 8          |
| II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....  | 14         |
| <b>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO .....</b>                      | <b>25</b>  |
| III. 1 LEYES Y REGLAMENTOS. ....  | 25         |
| III.2 NORMAS OFICIALES .....  | 29         |
| III.3 DICTÁMENES PREVIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL CASO DE PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO, ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS Y PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. .... | 30         |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....</b>                     | <b>43</b>  |
| IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....  | 43         |
| IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....  | 44         |
| <b>IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>   | <b>90</b>  |
| V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. ....  | 92         |
| V.2 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....  | 99         |
| V.3. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS. ....   | 99         |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>  | <b>103</b> |
| VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL .....  | 103        |
| <b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>   | <b>109</b> |
| VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO .....  | 109        |
| VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL .....  | 110        |
| VII.3 CONCLUSIONES.....   | 111        |
| <b>IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES .....</b>         | <b>112</b> |
| VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN .....   | 112        |
| VIII.2 OTROS ANEXOS.....  | 112        |
| VIII.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....   | 113        |

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **ANEXOS**

- I. DOCUMENTACIÓN LEGAL.
- II. PLANOS Y FIGURAS.
- III. MEMORIA FOTOGRÁFICA.
- IV. DOCUMENTOS TÉCNICOS.
  - a. ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA.
  - b. DETALLES SISTEMA TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES.
  - c. COORDENADAS.

## ÍNDICE DE TABLAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 1   | Coordenadas UTM del área del proyecto.   | 9  |
| Tabla 2   | Distribución del área del proyecto. Pendiente modificar tabla                              | 10 |
| Tabla 3   | Maquinaria y equipo requerido en la etapa de construcción.                                 | 13 |
| Tabla 4   | Cronograma de actividades.   | 15 |
| Tabla 5   | Resumen de la generación de residuos y emisiones.  | 20 |
| Tabla 6   | Composición promedio de los residuos humanos.  | 22 |
| Tabla 7   | Actividades y usos de suelo en la UGA DZE01-BAR_C3-R del POETCY.                           | 36 |
| Tabla 8   | Cumplimiento del proyecto con criterios de la UGA DZE01-BAR_C3-R del POETCY.               | 37 |
| Tabla 9   | Características del sistema ambiental del proyecto.  | 43 |
| Tabla 10  | Temperatura registrada en la estación metereológica de Chicxulub Puerto, Yuc. (°C)         | 46 |
| Tabla 11  | Características del Acuífero de Yucatán.   | 53 |
| Tabla 12  | Ubicación de los sitios de muestreo en el área de influencia.                              | 56 |
| Tabla 13. | Listado general de especies de flora identificadas en el área de influencia.               | 58 |
| Tabla 14  | Índice de valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo del área de influencia.  | 61 |
| Tabla 15  | Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo del área de influencia. | 62 |
| Tabla 16  | Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo del área de influencia.   | 63 |
| Tabla 17  | Índice de diversidad y equitabilidad del estrato herbáceo del área de influencia.          | 64 |
| Tabla 18  | Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbustivo en el área de influencia.       | 64 |
| Tabla 19  | Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbóreo del área de influencia.           | 65 |
| Tabla 20  | Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo.  | 67 |
| Tabla 21  | Listado general de especies de flora identificadas en el área del proyecto.                | 69 |
| Tabla 22  | Índice de valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo.                         | 72 |
| Tabla 23  | Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo.                        | 73 |
| Tabla 24  | Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo.                          | 73 |
| Tabla 25  | Índice de diversidad y equitabilidad del estrato herbáceo.                                 | 74 |
| Tabla 26  | Coordenadas de Puntos de muestreo aves.  | 77 |
| Tabla 27  | Listado de fauna silvestre registrado en el predio.  | 78 |
| Tabla 28  | Abundancia de reptiles en el predio.   | 78 |
| Tabla 29  | Abundancia de aves en el predio.   | 79 |
| Tabla 30  | Índice de diversidad y equitabilidad de Fauna Silvestre en el predio.                      | 80 |
| Tabla 31  | Índice de diversidad y equitabilidad de aves en el predio.                                 | 80 |
| Tabla 32  | Listado de fauna silvestre registrado en el área de influencia.                            | 81 |
| Tabla 33  | Abundancia de reptiles en el área de influencia.   | 81 |
| Tabla 34  | Abundancia de Aves en el área de influencia.   | 82 |
| Tabla 35  | Índice de diversidad y equitabilidad de fauna silvestre en el área de influencia.          | 82 |
| Tabla 36  | Índice de diversidad y equitabilidad de reptiles en el área de influencia.                 | 83 |
| Tabla 37  | Índice de diversidad y equitabilidad de aves en el área de influencia.                     | 83 |

---

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 38 Condiciones actuales del área de influencia del proyecto. ....  | 87  |
| Tabla 39 Coordenadas del área de influencia del proyecto. ....   | 88  |
| Tabla 40 Criterios de clasificación de los impactos ambientales. ....  | 91  |
| Tabla 41 Escala de condición del impacto. ....   | 92  |
| Tabla 42 Identificación de acciones susceptibles a generar impactos. ....  | 92  |
| Tabla 43 Identificación de factores ambientales. ....  | 93  |
| Tabla 44 Matriz de identificación de impactos. ....  | 94  |
| Tabla 45 Listado de impactos ambientales identificados. ....   | 95  |
| Tabla 46 Valoración de los impactos ambientales. ....  | 99  |
| Tabla 47 Listado de especies de flora que serán utilizadas para enriquecimiento y reforestación de áreas de conservación. .... | 106 |
| Tabla 48 Características de algunas de las especies de flora que serán utilizadas en la reforestación. ....                    | 106 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Detalle de cercado del predio.....  | 15 |
| Figura 2 Detalle del sistema de tratamiento de las aguas residuales. ....                        | 23 |
| Figura 3 Detalle del campo de absorción del sistema de tratamiento de aguas residuales. ....     | 24 |
| Figura 4 Ubicación del proyecto en la delimitación de UGAS del POETY.....                        | 31 |
| Figura 5 Ubicación del proyecto en la delimitación de UGAS del POETCY.....                       | 36 |
| Figura 6 Tipo de clima en el área del proyecto. ....   | 45 |
| Figura 7 Climograma Chixchulub. ....   | 45 |
| Figura 8 Temperaturas registradas en la Estación Meteorológica de Chixchulub Puerto. ....        | 46 |
| Figura 9 Precipitación media registrada en la Estación Meteorológica de Chixchulub Puerto. ....  | 47 |
| Figura 10 Precipitación media registrada en la Estación Meteorológica de Chixchulub Puerto. .... | 48 |
| Figura 11 Provincias geomorfológicas de la Península de Yucatán. ....                            | 50 |
| Figura 12 Geomorfología en el proyecto.....  | 50 |
| Figura 13 Edafología en el proyecto. ....  | 51 |
| Figura 14 Distribución de especies por familia botánica del área de influencia. ....             | 60 |
| Figura 15 Distribución de especies por su forma de vida del area de influencia. ....             | 60 |
| Figura 16 Distribución de especies de acuerdo a su origen del area de influencia. ....           | 60 |
| Figura 17 Distribución de especies por familia botánica.....                                     | 70 |
| Figura 18 Distribución de especies por su forma de vida.....                                     | 71 |
| Figura 19 Distribución de especies de acuerdo a su origen. ....                                  | 71 |
| Figura 20 Área de influencia.....  | 87 |

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

|  |    |
|--|----|
| Fotografía 1 Vegetación en el predio. ....                                 | 11 |
| Fotografía 2 Camino de arena al sur del predio. ....                       | 11 |
| Fotografía 3 Urbanización de la zona. ....                                 | 12 |
| Fotografía 4 Viviendas de la zona.....                                     | 12 |
| Fotografía 5 Vegetación de duna costera en la zona. ....                   | 43 |
| Fotografía 6 Carretera Progreso-Telchac Puerto. ....                       | 44 |
| Fotografía 7 Viviendas. ....   | 44 |
| Fotografía 8 Viviendas en construcción. ....                               | 44 |
| Fotografía 9 Urbanización y vegetación en el S.A. ....                     | 44 |
| Fotografía 10 Vegetación de matorral costero en el área de influencia..... | 56 |
| Fotografía 11 Condiciones de la vegetación del área de influencia.....     | 56 |
| Fotografía 12 Vegetación que se desarrolla en el predio.....               | 66 |
| Fotografía 13 Elaboración de sitios de muestreo.....                       | 67 |
| Fotografía 14 Registro e identificación botánica.....                      | 67 |

# CAPÍTULO I

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

### I.1 PROYECTO

---

#### I.1.1 Nombre del proyecto

Construcción y operación del proyecto “Casa de Playa Km 24”.

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en el predio particular Tablaje 0101781, en la localidad y Municipio de Dzemul, en primera fila con respecto a la playa, a la altura aproximadamente del km. 24 de la carretera Progreso-Telchac Puerto, en la zona costera norte del estado de Yucatán.

El plano de localización se encuentra en el Anexo II, y en el siguiente capítulo se incluye una tabla con las coordenadas geográficas del polígono que abarca.

#### I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Etapa de construcción: 5 años.

Etapa de operación: 100 años.

#### I.1.4. Presentación de la documentación legal

Anexo I.

### I.2. PROMOVENTE

---

#### I.2.1. Nombre o razón social

ROBERTO ARMANDO ALBORES GLEASON Y KARLA ESMERALDA MÉNDEZ MARRUFO.

#### 1.2.2 Registro Federal de Causantes (RFC)

#### 1.2.3 Clave Única de Registro de Población (CURP)

#### 1.2.4 Nombre y cargo del representante legal

No aplica.

### **I.2.5. Dirección del promovente o de su representante legal**

## **I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

---

### **I.3.1. Razón social**

Consultoría Ambiente Sustentable, S.C.P.

### **I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes**

CAS100111TG6

### **1.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio**

### **I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio**



## CAPÍTULO II

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### II.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

##### II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto de “CASA DE PLAYA KM 24”, consiste en la construcción y operación de una vivienda habitacional para una familia, en un polígono de **400 m<sup>2</sup>** ubicado en primera fila con respecto a la playa, en la localidad municipio de Dzemul, zona costera norte del estado de Yucatán, donde se han desarrollado casas veraniegas.

En la planeación y diseño del proyecto se ha considerado las características naturales del área donde se localizará con el fin de conservar la dinámica de la playa y el hábitat asociado, así como prevenir los daños en caso de huracanes.

De manera general, el proyecto consta de la construcción de lo siguiente: una casa habitación que contará con sala, comedor, baño, cocina y cuarto de servicios, en el segundo nivel estarán 3 habitaciones y en la azotea con una terraza mirador, bar y baño. Al frente de la casa, se contará con piscina, y al posterior el acceso peatonal hacia la casa.

La superficie total destinada para el proyecto, es de **400 m<sup>2</sup>**, de la cual las construcciones tendrán una superficie de **120 m<sup>2</sup>**, es decir el **30 %** de la superficie total del proyecto, el resto del área que corresponde al **70%** será destinado a áreas verdes o de conservación.

El área del proyecto está cubierta de vegetación secundaria de matorral de duna costera, con especies herbáceas, arbustivas. El predio se encuentra en Primera fila con respecto a la playa, colindando con una calle de arena al Sur que a su vez sirve de acceso al predio, desde la carretera principal Progreso-Telchac Puerto a la altura del Km 24 y al este colinda con un predio sin uso específico, al oeste con una casa habitación y al Norte con playa y mar caribe.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) **DZE01-BAR\_C3-R**, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán de 2015 (POETCY), donde uno de los usos compatibles es el de vivienda unifamiliar, uso que se pretende dar al predio con el presente proyecto.

En observancia de lo dispuesto en dicho ordenamiento, se realizó la estimación de la capacidad de carga y un estudio de contexto, de acuerdo a los lineamientos propuestos en el Anexo I del POETCY 2014, para determinar la superficie máxima aprovechable para el desarrollo de una vivienda unifamiliar en el predio que se encuentra en la zona costera norte del estado.

El diseño del proyecto, se basó en los resultados obtenidos en dicho estudio (Anexo Documentos Técnico), sin que la superficie de construcción sea mayor al **30%** de la superficie del predio.

Este proyecto requiere autorización en materia de impacto ambiental de jurisdicción federal, debido a que las obras que se pretenden realizar afectarán ecosistemas costeros, y por lo tanto para dar

cumplimiento con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su respectivo Reglamento, se presenta este documento para su evaluación en materia de impacto ambiental.

En el sitio se identificaron 2 especies de flora silvestre catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo tanto, será necesaria la implementación acciones de protección.

Adicionalmente, es importante resaltar que en este proyecto no se realizarán actividades consideradas riesgosas, ni se generarán residuos peligrosos diferentes a los generados por viviendas unifamiliares.

### II.1.2 Selección del sitio

Los criterios considerados para la selección del sitio fueron los siguientes:

- Que el área del proyecto sea apta para el desarrollo de viviendas unifamiliares y que tenga las dimensiones adecuadas para el desarrollo del proyecto.
- Que la zona donde se encuentra tuviera un valor turístico y belleza paisajística, que permitiera al usuario tener un sitio de descanso y recreación.
- El sitio del proyecto no se encuentre dentro de algún Área Natural Protegida.
- Que el sitio no esté catalogado como zona de interés arqueológico.
- Que se cuente con infraestructura para la disponibilidad de servicios para la operación, como energía eléctrica, agua y vías de acceso.
- Que las condiciones del terreno permitan la construcción del proyecto sin afectar la primera duna costera.

En este caso, no se realizaron análisis comparativo con otros sitios alternos para la localización del proyecto.

### II.1.3. Ubicación física del proyecto

El proyecto se desarrolla en un predio particular en el municipio de Dzemul, el cual se encuentra en primera fila con respecto a la playa, a la altura aproximadamente del km. 24 de la carretera Progreso-Telchac Puerto. El predio donde se desarrollará el proyecto es propiedad privada.

Las coordenadas geográficas de los puntos extremos del perímetro del área del proyecto, que fueron obtenidos en campo de la lectura de un Geoposicionador Satelital (GPS), se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1 Coordenadas UTM del área del proyecto.**

| VT | X         | Y          |
|----|-----------|------------|
| 1  | 247300.29 | 2359993.51 |
| 2  | 247310.22 | 2359994.63 |
| 3  | 247314.72 | 2359954.88 |
| 4  | 247304.78 | 2359953.76 |

#### II.1.4. Inversión requerida

La inversión total para el desarrollo del proyecto es de \$1,800,000.00 (UN MILLÓN OCHOCIENTOS PESOS 00/100 M.N.), la cual incluye el presupuesto destinado para las medidas preventivas, de mitigación y compensación de los impactos ambientales, que es aproximadamente de \$250,000.00 (DOSCIENTOS CINCUENTA MIL PESOS 00/100 M.N.).

#### II.1.5. Dimensiones del proyecto

La superficie total destinada para el proyecto, es de **400 m<sup>2</sup>**, de la cual la afectación total (construcción) tendrá una superficie total de 120.00 m<sup>2</sup>, es decir el **30%** de la superficie total del proyecto, el resto del área que corresponde al **70%** será destinado a áreas verdes o de conservación.

A continuación, se desglosan los componentes del proyecto.

**Tabla 2 Distribución del área del proyecto.**

| CONCEPTO                    | SUPERFICIE (m2) | PORCENTAJE (%) |
|-----------------------------|-----------------|----------------|
| <b>CONSTRUCCIÓN</b>         | <b>120.00</b>   | <b>30.00%</b>  |
| Casa Habitación             | 110.60          | 27.65%         |
| Piscina                     | 9.40            | 2.35%          |
| <b>AREA DE CONSERVACIÓN</b> | <b>280.00</b>   | <b>70.00%</b>  |
| <b>SUPERFICIE TOTAL</b>     | <b>400.00</b>   | <b>100.00%</b> |

- **Área de Conservación:** corresponde a áreas donde se mantendrá la vegetación actual, compuesta por especies propias del ecosistema costero y se mantendrán restringido el acceso, estarán integradas a las construcciones, con fines de arquitectura de paisaje (integrar los elementos de la casa al entorno), así como para mantener hábitat de fauna silvestre, la biodiversidad florística y permitir la continuidad de la vegetación entre los predios colindantes.

### II.1.6. Uso actual de suelo

El predio donde se ubicará el proyecto “CASA DE PLAYA KM 24”, se encuentra sin uso específico, de acuerdo al POETCY el uso de suelo en la unidad de gestión ambiental (UGA) donde se encuentra es de aprovechamiento tradicional de flora y fauna y **vivienda unifamiliar**.

En el área de influencia del proyecto, que corresponde a predios particulares al frente de la playa, el uso actual es de vivienda unifamiliar, habiendo en la zona casas de verano y multifamiliares construidos y en operación. Al sur se encuentra la carretera Progreso-Telchac Puerto.

De acuerdo a los usos de suelo propuestos como “compatibles” en el Ordenamiento Ecológico Costero (POETCY), en el área del proyecto se encuentra el de **vivienda unifamiliar**, uso que se le pretende dar con este proyecto.

El predio colinda al norte con playa y Mar caribe, al Sur con calle de arena, al Este y Oeste con casas de veraniegas y con vegetación de matorral costero similares al del proyecto.



Fotografía 1 Vegetación en el predio.



Fotografía 2 Camino de arena al sur del predio.

#### *Uso de los cuerpos de agua.*

El acuífero de Yucatán en realidad es de usos múltiples ya que es la única fuente de suministro de agua en la región, no obstante, a diferencia de otras regiones del país, el uso agropecuario no es el dominante, es decir, hay un equilibrio entre el uso agropecuario y el público urbano. Por las condiciones de ser la única fuente de abastecimiento, el uso público urbano se preferencia ante los otros usos. El uso del mar, está destinado a la recreación, pesca y navegación.

### II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área del proyecto, se encuentra al norte de la carretera costera Progreso-Telchac Puerto, en la franja costera caracterizada por la ubicación de residencias veraniegas. En la zona no se cuentan con todos los servicios públicos, sin embargo, hay factibilidad de contar con los servicios básicos:

- Acceso vehículos hasta la puerta del predio: Carretera Progreso – Telchac Puerto a la altura del km 24
- Energía eléctrica y alumbrado público: Las líneas de baja y media tensión cubren el 100% de la zona, por lo que únicamente se requerirá realizar las instalaciones necesarias para recibir el servicio de la Comisión Federal de Electricidad, una vez contratado el servicio.
- Agua potable: El abastecimiento de agua para la casa estará provisto por un sistema de bombeo de 1 pozo con bomba sumergible de ½ hp. de 10 gpm. a una cisterna de almacenamiento.



Fotografía 3 Urbanización de la zona.



Fotografía 4 Viviendas de la zona.

#### ***Descripción de los servicios requeridos***

En la etapa de **construcción**, se requiere contar con materiales de construcción, maquinaria, herramientas, personal e insumos como combustible, agua, personal y víveres. Todo ello estará a cargo de la empresa responsable de la obra, la cual, dada su giro comercial, deberá estar preparada para solventarlos, sin generar problema alguno en las localidades vecinas.

La energía eléctrica será abastecida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), previo convenio, para el inicio de la construcción de ser necesario se contará con una planta generadora de manera temporal, en tanto se contrata el servicio. El agua requerida para la construcción, se proveerá transportada mediante pipas a partir del sistema operado por el Ayuntamiento de Dzemul o Progreso, en tanto se perfora el pozo de abastecimiento de agua.

La maquinaria y equipo que será empleada en la etapa de construcción es la siguiente:

**Tabla 3 Maquinaria y equipo requerido en la etapa de construcción.**

| ACTIVIDAD               | EQUIPO                 | CANT. | TIPO DE COMBUSTIBLE |
|-------------------------|------------------------|-------|---------------------|
| Construcción de la casa | Planta de electricidad | 1     | Gasolina            |
|                         | Taladros eléctricos    | 4     | Electricidad        |
|                         | Revolvedora de 1 saco  | 1     | Gasolina            |
|                         | Sierra circular        | 1     | Gasolina            |

Durante la etapa de **operación** los servicios que serán requeridos son los siguientes:

- **Energía eléctrica:** el suministro será abastecido, previo convenio, por la Comisión Federal de Electricidad.
- **Agua potable:** el abastecimiento de agua para las actividades de la casa, estará provisto por un pozo de aprovechamiento o en su caso será transportada mediante pipas del sistema operado por el Ayuntamiento. El agua para consumo humano, se adquirirá a empresas purificadoras.
- **Drenaje pluvial:** la infiltración del agua de lluvia se hace realizará directamente al subsuelo, puesto que al menos el **70%** de la superficie del predio se mantendrá libre de construcción.
- **Manejo de aguas residuales domésticas:** se instalará una fosa séptica debidamente sellada que cumpla con los requerimientos normativos para el tratamiento y manejo de las aguas que se generen de la actividad doméstica.
- **Manejo de residuos:** se contará con un área dentro de la casa para almacenar temporalmente los residuos domésticos, para cuyo transporte se contratará el servicio recoja de la localidad para su disposición final al sitio autorizado por el Ayuntamiento.



## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto “**CASA DE PLAYA KM 24**” contempla la construcción de una casa habitación de dos niveles, que contarán con las características y los servicios de una casa convencional, considerando en su diseño la adecuación y utilización positiva de las condiciones ambientales de la zona, con el objetivo que se puedan mantener durante el proceso constructivo, la vida útil del proyecto y la utilización de sus habitantes.

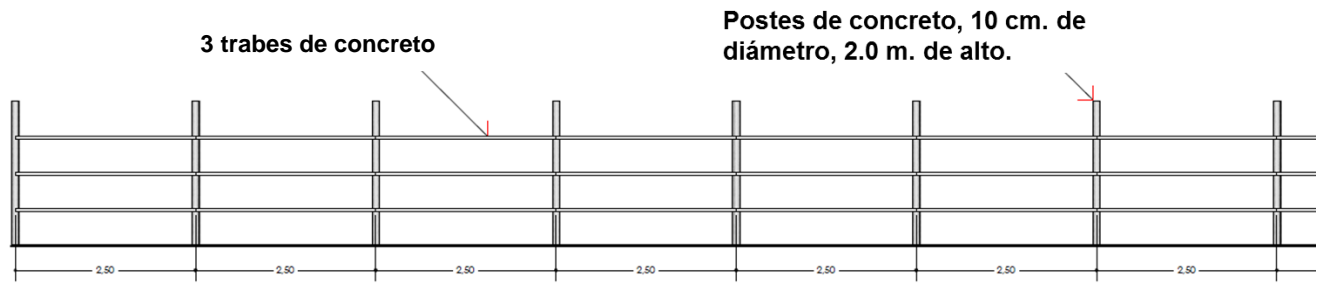
La huella total del proyecto ocupará el **30%** de la superficie del predio, que incluye la vivienda unifamiliar en el 30%, el resto del área será mantenido como conservación (70%). De manera general el proyecto estará conformado de la siguiente manera:

| <b>ÁREA DE CONSTRUCCIÓN</b> |   |
|-----------------------------|---|
| <b>CASA HABITACIÓN</b>      | <b>Planta Baja:</b> Se contará con sala, comedor, baño, Cocina, Cuarto de servicios y cuarto de vistas ambos con un baño.<br>En el exterior se contará con una terraza y piscina.   |
|                             | <b>Planta Alta:</b> Se contará con 3 habitaciones con baño cada una además de un Famili Room y una azotea con una terraza mirador, bar y baño.  |
| <b>ÁREA DE CONSERVACIÓN</b> |   |
| <b>ÁREAS ORNAMENTALES</b>   | Alrededor de las construcciones, se mantendrá la vegetación actual como áreas verdes ornamentales y se realizará la reforestación y enriquecimiento. Se mantendrá la vegetación actual como áreas verdes de conservación, se realizará la reforestación con especies ornamentales propias de la duna costera. |

### Propuesta de delimitación del predio

El objetivo de realizar el cercado de la propiedad, es evitar invasiones, prevenir la disposición inadecuada de residuos sólidos, así como la quema de vegetación del sitio y mantener seguridad en la propiedad. La delimitación se realizará en el perímetro del predio que sea necesario, puesto que las construcciones actuales de las casas colindantes constituyen una delimitación.

Se colocarán postes de concreto de 2.00 m de alto, a cada 2.50 m. entre ellos y colocando 3 trabes horizontales de concreto; este cercado tiene la intención de permitir el crecimiento de la vegetación del lugar, así como el libre paso de la fauna existente.



**Figura 1 Detalle de cercado del predio.**

Es importante mencionar, que no se realizará la remoción de vegetación arbustiva o arbórea, si no únicamente se removerá la vegetación herbácea que se encuentre específicamente en el sitio de colocación de los postes. Las actividades serán realizadas con personal bajo dirección de un supervisor ambiental, con el objetivo de evitar afectación indirecta a la vegetación colindante, se realizará la remoción de la basura existente en el sitio, así como una vez finalizadas las actividades se realizará el retiro de los sobrantes de materiales y residuos, producto de los trabajos ejecutados.

### II.2.1. Programa General de Trabajo

El proyecto de construcción se realizará en 1 etapa, con una duración total de 5 años. Una vez finalizada la construcción de la vivienda se pondrá en operación. Se espera que la operación sea de manera permanente, para lo cual se le dará el mantenimiento correspondiente.

Las actividades que componen estas etapas se presentan en el siguiente cronograma.

**Tabla 4 Cronograma de actividades.**

| ETAPA        | ACTIVIDAD                                       | TIEMPO (años) |   |   |   |   | →<br>P |
|--------------|---|---------------|---|---|---|---|--------|
|              |   | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |        |
| PREP.        | Señalización del área                           | X             |   |   |   |   |        |
|              | Remoción vegetación                             | X             |   |   |   |   |        |
| CONSTRUCCIÓN | Excavaciones, nivelación y compactación         | X             | X | X | X |   |        |
|              | Obra civil                                      | X             | X | X | X |   |        |
|              | Implementación de sistema eléctrico y sanitario | X             | X | X | X |   |        |
|              | Implementación del sistema hidráulico           | X             | X | X | X |   |        |
|              | Carpintería                                     | X             | X | X | X |   |        |
|              | Equipamiento de baños y cocina                  | X             | X | X | X |   |        |
|              | Acabados  | X             | X | X | X |   |        |
|              | Arreglo paisajístico                            |               |   | X | X |   |        |
| O-M          | Habitación                                      |               |   |   |   |   |        |
|              | Mantenimiento                                   |               |   |   |   |   |        |

O-M: Operación y Mantenimiento.

P: Permanente.

Actualmente se han realizado los estudios de campo correspondientes, y se han iniciado los trámites administrativos, en los que se incluye el motivo de este documento para obtener la autorización en materia ambiental. En cuanto al diseño arquitectónico se ha superado la etapa del diseño exterior y la



distribución de las áreas de la casa, por lo que el diseño de los interiores, acabados y demás detalles se desarrollan de manera paralela a los trámites administrativos.

No se prevé la ejecución de obras provisionales mayores, considerando únicamente la **habilitación de un sitio de resguardo de materiales y herramientas a cargo de un vigilante, construido a base de madera y láminas de cartón petrolizadas, además de la instalación de letrinas portátiles para el servicio de los trabajadores.**

No está previsto el almacenamiento de combustibles, la reparación de vehículos en el predio, ni el uso de explosivos o materiales riesgosos.

No se considera una etapa de abandono, pues es intención que duren las estructuras de la casa por un largo tiempo, reciban mantenimiento periódico y se preserven como integrantes permanentes del paisaje local, prestando servicio a sus habitantes.

#### **II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete.**

Los estudios de campo y gabinete que se realizaron previamente fueron los siguientes:

- De flora y fauna: Mediante recorridos de campo y observaciones, realizados durante el mes de mayo de 2019.
- Georreferenciación del área: levantamiento topográfico del predio.

#### **II.2.2 Preparación del sitio**

La preparación del terreno consistirá en:

- **Delimitación del área de construcción y afectación.**

La primera actividad que será realizada en el sitio, consiste en la delimitación y señalización de las áreas de construcción y de afectación temporal y permanente, esto será realizado con cintas y balizas de madera.

- **Remoción de vegetación**

Se realizará el retiro de la vegetación que consiste en hierbas y pequeños arbustos que se encuentren directamente en el área de construcción. Se delimitarán las áreas de conservación para evitar afectaciones indirectas por las actividades de construcción.

La superficie de afectación permanente será de: **120.00 m<sup>2</sup> (30%).**

Las técnicas a emplear para la realización de los trabajos serán las comúnmente utilizadas, se realizará de manera manual, acomodándose en montículos en diferentes áreas del predio según el avance del proyecto. El tipo de material por remover será hierbas, arbustos y basura, los cuales serán retirados del predio y trasladados al sitio de disposición final que establezca el Ayuntamiento Municipal.

### II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se forjará un pequeño almacén de materiales de construcción y herramientas, además del resguardo de los trabajadores en los tiempos de descanso y alimentación. Será construido a base de madera y láminas de cartón petrolizadas y estará a cargo de un vigilante. Una vez finalizada la construcción, será desmontada, dejando limpio el terreno y el material será llevado a otro sitio para su posterior reutilización.

Durante la construcción, se podrá instalar una letrina portátil para el servicio de los trabajadores, para lo cual se contratará a una empresa autorizada para su mantenimiento permanente durante la etapa de construcción. Será sumamente importante, se instruya a los trabajadores y se vigile que no se realicen las necesidades fisiológicas al aire libre, dentro o fuera del área del proyecto.

### II.2.4 Etapa de Construcción

El programa general de trabajo para la construcción del proyecto de acuerdo al cronograma de actividades expuesto anteriormente, se estima cubra un período de **5 años**, el procedimiento constructivo es el que se utiliza de manera común en la labor de construcción de las viviendas en la zona.

La fase de **construcción** comprende las siguientes actividades:

- **Obra civil.**

- Excavación: se realizará una excavación en la arena para la colocación de los cimientos necesarios para la edificación de cada componente de la casa.
- Trazo y nivelación: este proceso consiste en trazar sobre el terreno los espacios a construir y determinar los niveles de pisos y techos, de tal forma que se realizarán los depósitos o extracciones de material que sean necesarios para obtener los niveles deseados para la construcción de cada componente de la casa.
- Habilitado de acero: esto implica la fabricación de los elementos estructurales con varillas de acero de diversos diámetros y su colocación en los sitios correspondientes, para establecer la estructura que conformará los niveles de la casa.
- Losa de concreto: la losa se refiere al vaciado de concreto para la conformación del piso (firmes) y techos de cada uno de los espacios del proyecto antes mencionado.
- Colocación de muros de block: el levantamiento de las paredes de cada componente de la casa, se realizará después de haber establecido los diversos niveles que la conformarán, cerrando de esta forma la estructura de éstos, y procediendo al levantamiento de las paredes internas que conformarán las divisiones y áreas diseñadas para cada componente de la casa.
- Colado de trabes y castillos: el colado de trabes y castillos se refiere al vaciado de concreto en la estructura de acero previamente colocada, para así conformar los elementos que darán solidez a las áreas planeadas.
- Cadena de nivelación: esto se refiere a la colocación de esta cadena por encima de los muros, que forman parte de la estructura de cada componente de la casa, con el fin de que el techo se asiente de manera nivelada.
- Losa de vigueta y bovedilla: la colocación de viguetas y bovedillas darán forma a los techos de cada uno de los niveles de cada componente de la casa.

- Acabados en muros: los acabados de muros se realizarán de manera manual y según las especificaciones de textura que el diseño arquitectónico indique, de tal manera que los muros y las paredes, tanto internas como externas de cada componente de la casa, estén listas para su acabado final.
- Pisos y enlosado de baños y cocina: el enlosado se refiere a la colocación de las losetas de las paredes de los baños de la casa y cocina, y de los diversos tipos pisos en las demás áreas de la casa.

**Producto de las actividades de excavación, de los cimientos de la vivienda, se tendrán montículos de arena, que serán dispuestos en las áreas inmediatas de su ubicación, teniendo preferencia por la ocupación de áreas destinadas a otros componentes de construcción. La arena será posteriormente esparcida y acomodada en las áreas verdes ornamentales, evitando la afectación indirecta de la vegetación.**

- **Instalación de la infraestructura para el agua potable.**

Colocación de los muebles de los baños y de cocina, así como de las tuberías y accesorios de plomería necesarios para el suministro de agua y el drenaje de la cocina y baños. Se contará con sistema sanitario interior y conexión a fosa séptica de acuerdo a las normas vigentes.

- **Sistema de tratamiento de aguas residuales.**

Para el tratamiento de las aguas residuales que sean generadas por las actividades domésticas, se instalará un sistema de tratamiento de aguas residuales de la marca comercial ROTOPLAS, tipo STAR II, el cual está certificado por la Comisión Nacional del Agua, bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-066-CNA-1997 (Registro No. CP-0057-CNA/00).

- **Electrificación.**

La red de la instalación eléctrica, consistirá en la ubicación y cableado de las salidas de energía y alumbrado de todas las áreas de la casa.

- **Limpieza final**

La limpieza final es el proceso en el que se recolecta la basura generada en el proceso, así como también se lavan las nuevas instalaciones con el fin de entregar la obra de la manera más limpia posible. Se retirarán las obras instaladas de manera provisional.

- **Arreglo paisajístico**

Una vez finalizada la construcción de la casa, se procederá a la reforestación y restauración de las áreas verdes del predio que hayan sido afectadas de manera indirecta por el proyecto, esto se realizará con especies propias de la duna costera y del paisaje costero del estado.

Los materiales de construcción serán adquiridos de proveedores establecidos y autorizados por las entidades correspondientes. La empresa constructora se abstendrá de abrir nuevos bancos de material.

## **II.2.5 Etapa de Operación**

La etapa de operación se realizará de manera parcial, una vez finalizada al menos la primera planta de la casa y pueda ser habitada; la operación de manera total una vez finalizada la construcción de todos los componentes de la casa.

No existe un programa como tal, sin embargo, como toda casa habitación o vivienda unifamiliar, la operación del proyecto se centra en las actividades cotidianas que desarrollarán sus habitantes, como es la preparación de alimentos, el uso de sanitarios, pernocta, generación de residuos y ruido, y desarrollo de actividades de recreativas y de esparcimiento.

Las líneas de abastecimiento y distribución de energía eléctrica, estarán a cargo de la Comisión Federal de Electricidad. El abastecimiento de agua potable será suministrado por un pozo o bien por pipas de agua potable y se contará con una cisterna.

Se contará con un sitio específico para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos domésticos, los cuales serán transportados por una empresa autorizada o bien por los habitantes de la casa, hasta el sitio de disposición final que determine el Ayuntamiento.

La vigilancia del cumplimiento de las medidas de mitigación y de las condicionantes dictadas en materia de impacto ambiental le corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y a las autoridades sectoriales correspondientes.

### **II.2.5.1 Etapa de Mantenimiento**

Considerando las condiciones de humedad del sitio donde se ubica el proyecto, es conveniente llevar a cabo labores de mantenimiento y en su caso reparaciones, cuya periodicidad dependerá de la calidad de los materiales empleados en la construcción, la intensidad de uso de la casa y el interés de sus habitantes por evitar el deterioro. Sin embargo, no es conveniente establecer de antemano un programa de mantenimiento, pues como se menciona rigen variables no susceptibles a dimensionar en este momento.

El mantenimiento es responsabilidad de los propietarios o habitantes de la casa, y podrá consistir en el pintado de paredes y de la herrería, impermeabilización de techos, engrase de pernos y bisagras, limpieza de pasillos, revisión de tuberías y cableados y de todo aquello que pudiera deteriorarse y generar un peligro o incomodidad.

En el caso de la fosa séptica que será instalada, se le deberá dar el mantenimiento con la periodicidad que se especifica, esto con el objetivo de cumplir con las normas establecidas.

### **II.2.6. Etapa de abandono del sitio**

No se contempla el abandono de la casa, por lo que con mantenimiento y cuidados tendrá una duración indefinida.

### **II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.**

La construcción y operación de proyecto lleva consigo la generación de residuos sólidos y descargas de aguas residuales. En la siguiente tabla se encuentra un resumen y posteriormente se describen los tipos y cantidades de residuos a generar, así como su posible efecto en el área de influencia y el manejo y disposición final que se le dará en las diferentes etapas.

**Tabla 5 Resumen de la generación de residuos y emisiones.**

| ETAPA DE GENERACIÓN   | ESTADO  | TIPO                                 | FUENTE                     | CLASIF.      | DESTINO  |
|-----------------------|---------|--------------------------------------|----------------------------|--------------|--|
| PREPARACIÓN DEL SITIO | Sólido  | Orgánico: vegetación                 | Limpieza preliminar        | No peligroso | Sitio de disposición final municipal autorizado. |
| CONSTRUCCIÓN          | Sólido  | Inorgánico: Empaques                 | Proceso de construcción    | No peligroso | Sitio de disposición final municipal autorizado. |
|                       | Sólido  | Inorgánico: Residuos de construcción | Proceso de construcción    | No peligroso | Reutilización en otras obras                     |
|                       | Sólido  | Orgánico: desechos de alimentos      | Consumo humano.            | No peligroso | Sitio de disposición final municipal autorizado. |
|                       | Líquido | Aguas residuales                     | Servicios sanitarios       | No peligroso | Letrinas portátiles / Fosa séptica.              |
| OPERACIÓN             | Sólido  | Residuos orgánicos e inorgánicos     | Todas las áreas de la casa | No peligroso | Sitio de disposición final municipal autorizado. |
|                       | Líquido | Aguas residuales                     | Baños, cocina y lavadero   | No peligroso | Tratamiento primario (fosa séptica)              |

**ETAPAS: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

- **Material vegetal.**

Clasificación: Orgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 0.5 m<sup>3</sup>/ha.

Descripción: La limpieza del sitio previo a la construcción, requerirá la remoción de vegetación consistente en pequeños arbustos y hierbas, así mismo se requerirá remover residuos sólidos que se encuentren en el sitio.

Posibles Efectos: Riesgo de incendio, contaminación visual y plagas.

Manejo y Disposición Final: Serán acopiados y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento.

- **Rechazo de construcción**

Clasificación: Inorgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 2 m<sup>2</sup>.

Descripción: En el proceso constructivo se generan desperdicios de materiales constructivos que podrán ser aprovechados para rellenos lo que significa que no se genera en si un residuo.

Posibles Efectos: Contaminación visual, riesgo de accidentes.

Manejo y Disposición Final: Se reutilizarán en la obra para rellenos y los que no puedan ser empleados en esto, serán acopiados y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento.

- **Residuos de alimentos.**

Clasificación: Orgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 100 gr/diario/obrero.

Descripción: En la diaria preparación y consumo de alimentos por parte de los empleados en la construcción, se generan residuos orgánicos de alimentos.

Posibles Efectos: Malos olores, Lixiviados, Proliferación de insectos y contaminación visual.

Manejo y Disposición Final: Se dispondrán contenedores con tapa en sitios cercanos a los lugares donde se realicen mayormente estas actividades, y serán acopiados y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento.

- **Empaques de alimentos.**

Clasificación: Inorgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 50 gr/diario/obrero.

Descripción: En la diaria preparación y consumo de alimentos por parte de los empleados en la construcción, se generan residuos inorgánicos, como envases, bolsas y otros productos de plástico y/o cartón.

Posibles Efectos: Malos olores, Contaminación visual.

Manejo y Disposición Final: Se dispondrán contenedores con tapa en sitios cercanos a los lugares donde se realicen mayormente estas actividades, y serán acopiados y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento.

- **Aguas residuales.**

Clasificación: Líquidos. Sanitarios. No peligrosos.

Cantidad: 700 gr/obrero.

Descripción: Producto de la evacuación de fluidos corporales y el aseo personal se generan aguas residuales de tipo doméstico compuestas principalmente de urea, materia orgánica, organismos coliformes y detergentes.

Posibles efectos: Malos olores, insectos y vectores y lixiviados.

Manejo y Disposición Final: Se instalará una letrina portátil de manera temporal, a la cual se le dará el mantenimiento adecuado a través de la contratación de una empresa autorizada. En caso que el personal de la obra no sea mayor a 5 personas y los sanitarios dentro del proyecto estén disponibles para los trabajadores, se podrá utilizarlos y así prescindir de la letrina portátil.

### ETAPA DE OPERACIÓN

La generación de residuos en la **etapa de operación**, iniciará a partir de la habitación de la casa, y será responsabilidad de sus habitantes su correcto manejo y disposición. De manera general, los residuos que se esperan generar son los siguientes:

- **Residuos Domésticos.**

Clasificación: Orgánicos e Inorgánicos. Sólidos. No peligrosos.

Cantidad: 1 kg. /habitante/día.

Descripción: Derivados de las actividades humadas cotidianas, se generarán residuos de tipo doméstico.

Posibles Efectos: Insectos, vectores y roedores; lixiviados y contaminación visual.

Manejo y Disposición Final: Se prevé el acopio y recolección por el servicio de limpieza y recoja designado por el Ayuntamiento.

- **Aguas residuales domésticas.**

Clasificación: Líquido. Sanitario.

Cantidad: 1 litro/habitante/día.

Descripción: Producto del metabolismo humano, se generarán aguas residuales, principalmente negras y jabonosas. La composición promedio de los residuos humanos es la siguiente:

**Tabla 6 Composición promedio de los residuos humanos.**

| CARACTERÍSTICA                                   | HECES FECALES | ORINA      |
|--|---------------|------------|
| Cantidad (húmeda) por persona                    | 100- 400 g    | 1- 1.31 kg |
| Cantidad (sólidos) por persona                   | 30- 60 g      | 50- 70 g   |
| Contenido de humedad                             | 70- 85 %      | 93- 96 %   |
| Materia orgánica (% en peso seco)                | 88- 97%       | 65- 85 %   |
| Nitrógeno (N)                                    | 5.0 - 7.0     | 15 - 19    |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )         | 3.0 - 5.4     | 2.5 - 5.0  |
| Potasio  | 1.0 - 2.5     | 3.0 - 4.5  |
| Carbón (C)                                       | 44 - 55       | 11 - 17    |
| Calcio (CaO)                                     | 4.5           | 4.5 -6.0   |
| Relación C/N                                     | 6 - 10        | 1          |
| Contenido de DBO <sub>5</sub> por persona al día | 15 -20 g.     | 10 g.      |

Adicionalmente, se generarán aguas residuales de las piscinas, se estima que la piscina recibirá mantenimiento, por lo que únicamente será llenada y desaguada de 1 a 2 veces al año. Se realizará la conexión al sistema hidrosanitario de la vivienda, y serán tratadas en el biodigestor y posteriormente enviadas al campo de absorción.

Posibles Efectos: Reducción en las posibilidades de uso y contaminación del acuífero.

Manejo y Disposición Final: Serán conducidas a la fosa séptica prefabricada que consiste en un tanque biodigestor, donde recibirán un tratamiento clarificador y posteriormente serán conducidas las aguas tratadas hacia un campo de absorción, por lo cual no se generarán descargas hacia al acuífero.

## **II.2.8. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos**

### **Residuos sólidos urbanos**

El sitio de disposición final de los **residuos sólidos** urbanos más cercana al área del proyecto, se encuentra en la localidad de Progreso, por lo que, durante la etapa de preparación y construcción, la empresa contratista, deberá acopiar los residuos generados en botes con tapa y trasladarlos periódicamente a dicho sitio. En la etapa de operación, se contará con sitio de acopio de los residuos sólidos, clasificándolos en orgánicos e inorgánicos, y serán recolectados por una empresa autorizada o en su caso enviados por los habitantes de la casa al sitio correspondiente.

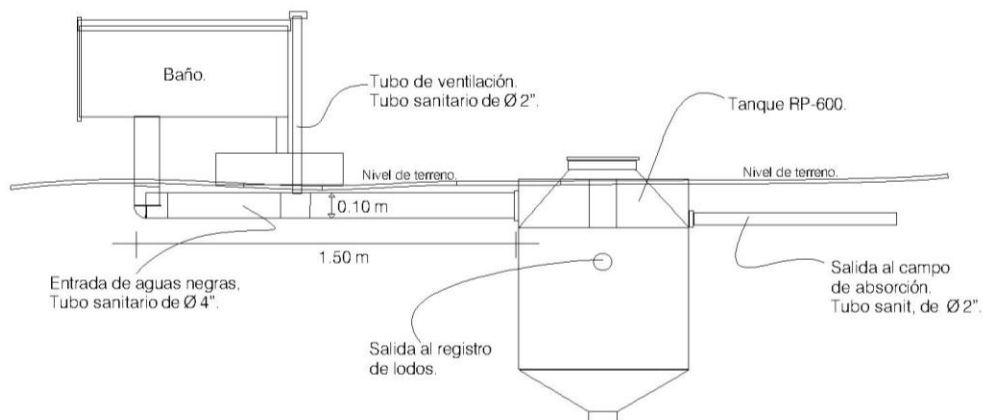
### **Aguas residuales**

Para el tratamiento de las aguas residuales que sean generadas por las actividades domésticas, se instalará un sistema de tratamiento de aguas residuales de la marca comercial ROTOPLAS, tipo STAR II, el cual está

certificado por la Comisión Nacional del Agua, bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-066-CNA-1997 (Registro No. CP-0057-CNA/00). (ANEXO IV DOCUMENTOS TÉCNICOS).

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 habitación, 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, la capacidad de trabajo es de 1,050 lt.



**Figura 2 Detalle del sistema de tratamiento de las aguas residuales.**

Por la ocupación de la casa se estima que un tanque con estas dimensiones será suficiente para el tratamiento de las aguas residuales.

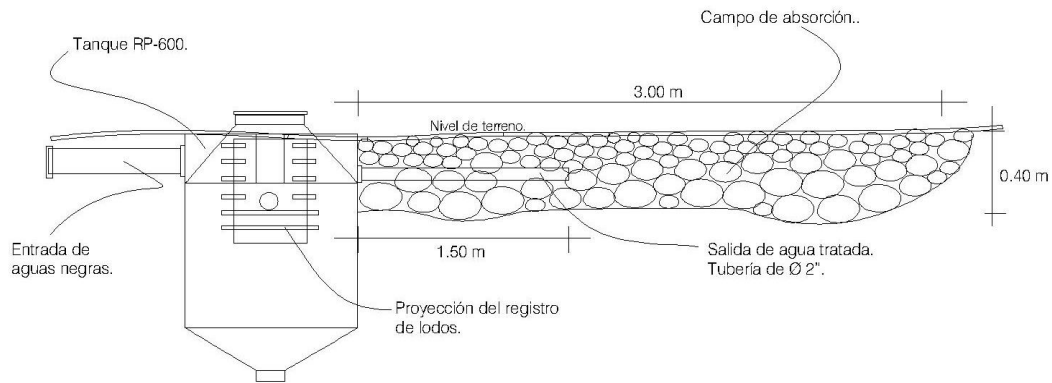
A continuación, se describe el procedimiento de instalación y operación:

#### Criterios de ubicación del sitio de instalación.

- Distancias mínimas recomendadas para la ubicación de las fosas sépticas: 3 metros de paso de vehículos, 30 m. de los pozos de agua y 5 m. de edificación y predios colindantes.
- Instalar un registro previo antes de la fosa séptica.
- Realizar una excavación circular de 1.45 m. con una profundidad mínima de 1.5 m., dejando un espacio máximo de 10 cm. de la parte superior de la fosa al nivel del terreno.

Las aguas residuales recibirán en la fosa séptica una depuración preparatoria, por lo que serán conducidas hacia un campo de absorción impermeabilizado donde recibirán un tratamiento de oxidación.





**Figura 3 Detalle del campo de absorción del sistema de tratamiento de aguas residuales.**

El campo de absorción tendrá las siguientes dimensiones: 3 m x 1.5 m. x 40 cm. de profundidad, una vez realizada la excavación, se implementará una cubierta impermeable (liner) y posteriormente se rellenará de grava hasta llegar al nivel del terreno, donde se podrá realizar la siembra de plantas nativas, con las características óptimas para el humedal, tales como *Typha domingensis* (Poop) y *Hymenocallis americana* (lirio blanco). En el plano Anexo, se presenta la ubicación de la fosa séptica y del campo de absorción.

## CAPÍTULO III

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

En el presente capítulo, se realizó una revisión de los diferentes instrumentos normativos y de planeación que tienen influencia en la zona donde se desarrollará el proyecto, que hacen referencia al tipo de actividad que se realizará y que regulan los componentes y elementos ambientales que están relacionados con el desarrollo del proyecto.

Es importante señalar, que entre los criterios de selección del sitio donde se pretende realizar la actividad se consideró la concordancia con el uso de suelo y las actividades permitidas de acuerdo a los planes y programas vigentes, y posteriormente en el diseño del proyecto se consideraron realizar las actividades de acuerdo a las especificaciones contenidas en la normativa ambiental para cada componente y elemento ambiental que están relacionados en el desarrollo del proyecto.

#### III. 1 LEYES Y REGLAMENTOS.

##### III.1.1 Leyes y Reglamentos Federales

- ***Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.***

Esta Ley es considerada como el marco en materia de Medio Ambiente a nivel nacional y su vigilancia compete a la SEMARNAT, dependencia cabeza de este sector.

##### En materia de impacto ambiental.

De acuerdo al artículo 5º. de esta Ley, es facultad de la Federación, entre otras “la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta ley, y en su caso la expedición de las autorizaciones correspondientes”.

Siendo “los desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros” (fracción XI, art. 28), entre las obras o actividades referidas en el artículo 28; este proyecto deberá cumplir con la previa autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT.

En cumplimiento al artículo 30, el interesado ha presentado ante la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, en cuyo contenido se describen los posibles efectos al ecosistema que pudiera ser afectado por las obras y actividades a realizar, considerando el conjunto de los elementos que conforman el ecosistema costero en este caso, así como se incluyen medidas de prevención y mitigación para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Al no tratarse de actividades consideradas altamente riesgosas, en términos de esta Ley, no se incluye un estudio de riesgo.

Art. 34.- El promovente ha publicado dentro de los 5 días hábiles posteriores a la presentación de la manifestación de impacto ambiental a la SEMARNAT, un extracto del proyecto en un periódico de amplia circulación en la entidad de Yucatán.

En materia de Áreas Naturales Protegidas.

El sitio del proyecto no se encuentra en ningún Área Natural Protegida.

En materia de Flora y Fauna Silvestre.

No se realizará ningún tipo de aprovechamiento de flora y/o fauna silvestre.

El proyecto considera el mantenimiento de áreas con vegetación nativa para favorecer la preservación del hábitat natural de las especies de flora y fauna silvestre que se encuentran en la zona de influencia del proyecto.

No se realizará ningún tipo de tráfico ilegal de especies.

- **Reglamento en materia de impacto ambiental a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

El proyecto contempla el cumplimiento de lo establecido en el artículo 5, incisos Q. que determina que es competencia de la Federación la evaluación de impacto ambiental de los proyectos que afecten ecosistemas costeros. En cumplimiento del artículo 9 se presenta a la SEMARNAT este documento, conteniendo lo especificado en el artículo 12, lo cual corresponde a una manifestación de impacto ambiental de modalidad particular, puesto que no se trata de ninguna de los casos listados en el artículo 11.

- **LEY DE AGUAS NACIONALES.**

Esta Ley tiene el objeto de regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Está previsto el abastecimiento de agua para consumo de la vivienda a través de un pozo, para lo cual se tramitará el siguiente permiso:

- Concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas: conforme a los artículos 18, 20 y 42.
- Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica; conforme a los artículos 23, 97, 98 y 171, que señalan que: Cuando se pretenda construir una obra localizada en los bienes nacionales a que se refiere el artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales, cuya administración esté a cargo de la Comisión Nacional del Agua. Lo anterior, independientemente de la existencia de dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población.

ARTÍCULO 88 BIS 1. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante un aviso por escrito a "la Autoridad del Agua".

Considerando lo anterior, y debido a que el proyecto corresponde a aguas residuales de uso doméstico, se realizará un aviso por escrito a la Comisión Nacional del Agua.

### **Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.**

*Art. 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas... a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.*

*Art. 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores..., basura, materiales, ... y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos...*

Se implementará una supervisión permanente durante las obras para evitar la contaminación del agua subterránea con residuos de cualquier tipo. Asimismo, se habilitará en obra el equipo necesario para controlar y manejar los residuos.

#### **• LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.**

*Art. 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.*

*Art. 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales...*

Se implementará la separación de residuos sólidos, de acuerdo a su origen (orgánico e inorgánico), no está prevista la generación de residuos peligrosos, pero en su caso se evitará la mezcla de estos con cualquier otro tipo de residuos.

### **Reglamento**

TÍTULO PRIMERO: DISPOSICIONES PRELIMINARES.

TÍTULO SEGUNDO: PLANES DE MANEJO.

Por el tipo de proyecto y actividades a realizar, que corresponden a una vivienda unifamiliar , no se requiere la presentación de un Plan de Manejo de Residuos.

TÍTULO TERCERO: RESIDUOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA MINERO METALÚRGICA.

No aplica: el proyecto no corresponde a actividades de industria minero metalúrgica.

TÍTULO CUARTO: RESIDUOS PELIGROSOS.

No aplica: No se espera la generación de residuos peligrosos en el sitio del proyecto.

TÍTULO QUINTO: IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.

No aplica: en el sitio del proyecto no se realizará ningún tipo de importación o exportación de residuos peligrosos.

TÍTULO SEXTO: REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS.

No aplica: el sitio del proyecto no se encuentra contaminado, así como no existe un pasivo ambiental, por lo tanto, no requiere de ningún tipo de remediación.

TÍTULO SÉPTIMO: MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD, INFRACCIONES Y SANCIONES.

No aplica.

- **LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.**

En esta Ley relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio del país, se establece en su artículo 4 que es *“deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación”*.

Asimismo, establece que la Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo.

No se realizará ningún tipo de aprovechamiento de ninguna especie de fauna silvestre durante las actividades del proyecto.

En el sitio del proyecto se identificaron 2 especies de flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y una especie de reptil, aunque este último solo fue registrado en el área de influencia del proyecto, por lo tanto, está prevista como medida de prevención y mitigación, destinar un área de conservación como hábitat para las especies de fauna silvestre.

**Reglamento**

TÍTULO PRIMERO: DISPOSICIONES GENERALES

No aplica.

TÍTULO SEGUNDO: CONCERTACIÓN Y PARTICIPACIÓN SOCIAL

No aplica a este proyecto.

TÍTULO TERCERO: DISPOSICIONES COMUNES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE

*Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría, los cuales deberán contener: ...*

No aplica, no se realizará ningún tipo de actividad relacionada con especies, partes o derivados de vida silvestre, que requiera licencia, permiso o autorización de la SEMARNAT.

TÍTULO CUARTO: CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE

El sitio del proyecto no se encuentra en ningún “Hábitat Crítico para la Conservación de la Vida Silvestre” declarado por la Secretaría, así como tampoco en ningún “Áreas de Refugio para Proteger Especies Acuáticas”.

TÍTULO QUINTO: APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE

No se realizará ningún tipo de aprovechamiento extractivo con ningún fin.

TÍTULO SEXTO: INSPECCIÓN, VIGILANCIA, MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD, INFRACCIONES Y SANCIONES.

No aplica.

### III.1.2 Leyes estatales

- **Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.**

Por las características del proyecto y lo mencionado anteriormente, la construcción y operación del proyecto “CASA DE PLAYA KM 24” es de competencia federal en materia ambiental, por lo tanto no aplica esta Ley Estatal.

## III.2 NORMAS OFICIALES

### Normas oficiales mexicanas y normas mexicanas en materia de impacto ambiental.

Existe una amplia gama de este tipo de ordenamientos que aplican para la construcción y operación del proyecto, a continuación, enlistan y se detalla su observancia durante la ejecución del proyecto:

#### En materia de calidad del agua residual

- **NOM-001-SEMARNAT-1996**, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (D.O.F. 6-enero-1997). (Aclaración 30-abril-1997).

El proyecto contempla la instalación de una fosa séptica para la casa que incluye un tratamiento de las aguas domésticas, cuyo diseño permite cumplir con los límites máximos establecidos en esta Norma. No se realizarán descargas de aguas residuales directamente el suelo.

#### En materia de protección de especies

- **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. (D.O.F. 6 de diciembre de 2010).

En los estudios de campo realizados para la identificación de las especies existentes en el área del proyecto se identificaron 2 especies de flora protegida (*Mammillaria gaumeri* y *Thrinax radiata*), y una especie de reptil (*Sceloporus cozumelae*), aunque este último solo fue registrado en el área de influencia del proyecto por lo que se realizarán acciones de protección y conservación.

#### En materia de emisiones a la atmósfera y ruido

- **Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006**, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.

Los automóviles y camionetas utilizados en obra contarán con el tarjetón de verificación vehicular respecto a la emisión de gases contaminantes.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-1996**, que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

Los camiones de volteo que transporten el material de construcción para el proyecto, contarán con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo

- **Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994**, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Los automóviles y camionetas utilizados en obra serán objeto de mantenimiento mayor periódico que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Como una forma de evidenciar el buen funcionamiento del motor, y en consecuencia la emisión adecuada de ruido a partir del escape, se tomará el tarjetón de verificación vehicular aplicable, ya que no existe en la entidad la infraestructura para realizar la medición conforme a esta norma.

### III.3 DICTÁMENES PREVIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL CASO DE PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO, ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS Y PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

---

No se identificó ningún dictamen previo de impacto ambiental.

#### III.3.1 Decretos de Áreas Naturales Protegidas

El proyecto que se manifiesta no se ubica dentro de un área natural protegida.

#### III.3.2 Programas y Planes Especiales

##### Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio

- **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán**

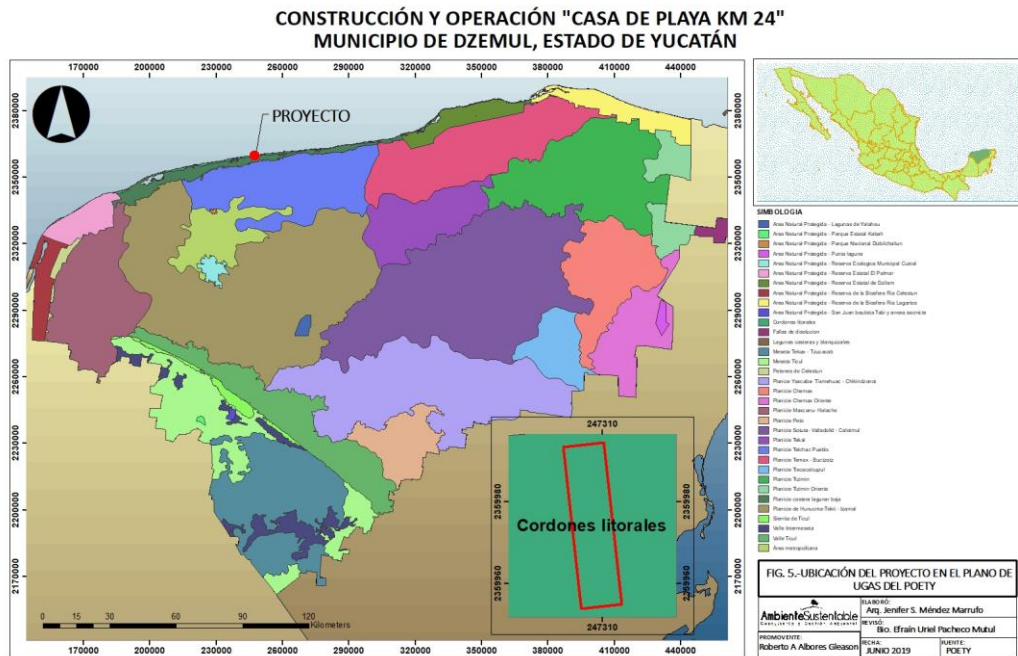
Este instrumento de política ambiental, tiene por objeto *“regular los uso de suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales con el desarrollo urbano y rural del Estado de Yucatán, así como con las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo que se pretenden ejecutar en el territorio estatal”*.

En el POETY, se consideran propuestas para el uso y aprovechamiento del territorio, y se delimita en unidades de gestión ambiental (UGA), cada una de estas unidades, tiene asignadas políticas territoriales y criterios de uso y manejo.

El proyecto, se encuentra ubicado dentro de la **UGA 1 A. CORDONES LITORALES, CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS DE LA ZONA COSTERA**, con uso predominante la **Conservación de los ecosistemas en la zona costera**, con las siguientes características:

*La superficie total de esta Unidad, es de 55.43 km<sup>2</sup>.*





**Figura 4 Ubicación del proyecto en la delimitación de UGAS del POETY.**

El proyecto en cuestión, toma en cuenta los criterios establecidos de acuerdo a la **UGA 1A**, donde se encuentra, y se señala el cumplimiento de este:

**POLÍTICA DE CONSERVACIÓN:**

| CRITERIOS  | OBSERVANCIA DEL PROYECTO  |
|--|---|
| 1- Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.              | El proyecto requerirá la remoción permanente del <b>30%</b> de la vegetación del predio, pero como medida de mitigación se mantendrá el <b>70%</b> como áreas verdes (con fines ornamentales y conservación).<br>Se realizarán acciones de protección para las especies de flora y fauna que se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. |
| 2- Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.  | Se mantendrá una franja de vegetación alrededor del predio y de las construcciones. Se realizará la reforestación del área una vez finalizadas las acciones de construcción.  |
| 3- Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.   | Se controlará y restringirá el uso de especies exóticas en el sitio.  |
| 5- No se permite la ubicación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras. | El proyecto no contempla esta actividad.  |
| 6- Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.  | No aplica al tipo de proyecto.  |



| CRITERIOS  | OBSERVANCIA DEL PROYECTO  |
|--|---|
| 7-Se deberán establecer programas de manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.  | No aplica al tipo de proyecto.  |
| 8- No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítima terrestre, zonas inundables y áreas marinas.   | Se dispondrá de un área específica para el almacenamiento temporal de los residuos de la obra para su transporte al sitio de disposición final que destine el Ayuntamiento. |
| 9- Las vías de comunicación deberán contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.  | No aplica al tipo de proyecto.  |
| 10- El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.  | No aplica al tipo de proyecto.  |
| 11- Para la ubicación de infraestructura sobre las playas y dunas, se deberá establecer una zona de restricción de construcción, basada en un estudio de procesos costeros de la zona de acuerdo a los Ordenamientos Ecológicos Regionales y locales.          | Las construcciones no afectarán directamente la zona de restricción de construcción.  |
| 13- Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.  | Los servicios ambientales de paisaje y recreativos del ecosistema costero serán conservados.  |
| 4-En el desarrollo de proyectos, se deben mantener los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros, así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen | El proyecto no afectará ecosistemas excepcionales, se realizarán acciones de conservación para especies de flora y fauna catalogada.  |

### **POLÍTICA DE PROTECCIÓN**

| CRITERIOS   | OBSERVANCIA DEL PROYECTO  |
|---|---|
| 1- Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos, de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de la protección del te | No aplica al tipo de proyecto.  |
| 2 - Crear las condiciones que generen el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales, que sea compatible con la protección.  | El proyecto se ubica en una zona de residencias veraniegas, que favorecen las condiciones socioeconómicas de la zona, generando algunos empleos y demanda de servicios, sin poner en riesgo la conservación del ecosistema. |
| 4- No se permiten los asentamientos humanos en  | No aplica al tipo de proyecto.  |

| CRITERIOS   | OBSERVANCIA DEL PROYECTO  |
|---|---|
| ecosistemas altamente deteriorados con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos salvo que hayan sido saneados.   |   |
| 5- No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.  | No aplica al tipo de proyecto.  |
| 6- No se permite la construcción a menos de 20 mts., de cuerpos de agua salvo autorización de la autoridad competente.  | No aplica al tipo de proyecto.  |
| 7-La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas, línea costera, dunas que la rodean, así como la vegetación en buen estado de conservación.  | La construcción del proyecto estará fuera de la ZOFEMAT y no se encuentra dentro de algún área de alto riesgo.  |
| 8- No se permitirá la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén reconocidas dentro de las áreas de alto riesgo en los Ordenamientos Ecológicos locales y Regionales. |   |
| 9- No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.  | En ninguna etapa se empleará fuego ni productos químicos para en la vegetación.   |
| 10- Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.  | No aplica al tipo de proyecto.  |
| 12- Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.  | Se considera mantener áreas de conservación de la vegetación que permitan la continuidad con la vegetación con predios vecinos.<br>La delimitación del área del proyecto, permitirá la movilidad de la fauna silvestre que en el sitio está constituida por aves y pequeños reptiles. |
| 13- No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que forman parte de los corredores biológicos.   | No se realizarán actividades de este tipo.  |
| 15- No se permite el pastoreo y la quema de vegetación en las dunas costeras.   | No se considera la realización de ninguna de estas actividades.   |

### **POLÍTICA DE APROVECHAMIENTO**

| CRITERIOS  | OBSERVANCIA DEL PROYECTO       |
|--|--------------------------------|
| 7- Se permite el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo. | No aplica al tipo de proyecto. |

| CRITERIOS   | OBSERVANCIA DEL PROYECTO                   |
|---|--|
| 8- En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.   | No aplica al tipo de proyecto.             |
| 10- Se permiten las actividades de pesca deportiva recreativa de acuerdo a la normatividad vigente.   | No aplica al tipo de proyecto.             |
| 12- Se deben utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.  | No aplica al tipo de proyecto.             |
| 17- No se permite la ganadería extensiva en dunas, sabanas, selvas inundables, manglares salvo previa autorización de la autoridad competente.  | No aplica al tipo de proyecto.             |
| 18- Se permite la extracción de arena en sitios autorizados exclusivamente para programas y proyectos de recuperación de playas. Para otros fines, deberá de contar con la autorización de las autoridades competentes. | No aplica al tipo de proyecto.             |
| 19. No se permite la construcción de espigones, espolones o estructuras que modifiquen el acarreo litoral salvo aquellas que se sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.                            | No se contempla ninguna de esta actividad. |

### **POLÍTICA DE RESTAURACIÓN**

| CRITERIOS  | OBSERVANCIA DEL PROYECTO   |
|--|--|
| 1- Deben recuperarse las tierras no productivas y degradadas.                            | No aplica al tipo de proyecto.   |
| 3- Deben restaurarse las áreas de extracción de sal o arena.                             | No aplica al tipo de proyecto.   |
| 4- Se debe promover la recuperación de la dinámica costera y acarreo litoral.            | No aplica al tipo de proyecto.   |
| 5- Se debe recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas. | Se realizará la conservación del 70% de la vegetación del predio, para favorecer la continuidad de la vegetación de matorral costero.<br>Se realizará el enriquecimiento con la siembra de especies propias del ecosistema costero de la región. |
| 6- Se debe promover la recuperación de poblaciones silvestres.                           | Se promoverá la recuperación de la población de <i>Thrinax radiata</i> especie catalogada como amenazada, presente en el predio del proyecto y en el área de influencia del proyecto.  |
| 7- Debe promoverse la recuperación de playas, lagunas costeras y manglares.              | No aplica al tipo de proyecto.   |

| CRITERIOS  | OBSERVANCIA DEL PROYECTO       |
|--|--------------------------------|
| 8- Se debe promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico. | No aplica al tipo de proyecto. |
| 9- Deben restablecerse y protegerse los flujos naturales de agua.                | No aplica al tipo de proyecto. |

- **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán**

Este instrumento de política ambiental, publicado en el Diario Oficial del estado de Yucatán en el mes de octubre de 2015, corresponde a un programa de ordenamiento territorial “regional” de acuerdo a la clasificación establecida en el artículo 19 bis de la LGEEPA, y por lo tanto cuenta con **“la determinación de los criterios de regulación ecológica para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que se localicen en la región, así como para la realización de actividades productiva y la ubicación de asentamientos humanos”**.

De acuerdo a la inclusión y entrada en vigor del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) se incluyen a continuación los criterios de regulación ecológica que deben de tomarse en cuenta para el desarrollo del proyecto. **Es importante mencionar que este programa de ordenamiento ecológico no tiene como objeto “la regulación fuera de los centros de población ni del uso de suelo” ya que no corresponde a un programa de ordenamiento local.**

Los Criterios de Regulación Ecológica se relacionan con cuatro aspectos: construcción de infraestructura; actividades socioeconómicas; emisión de residuos y conservación de la biodiversidad.

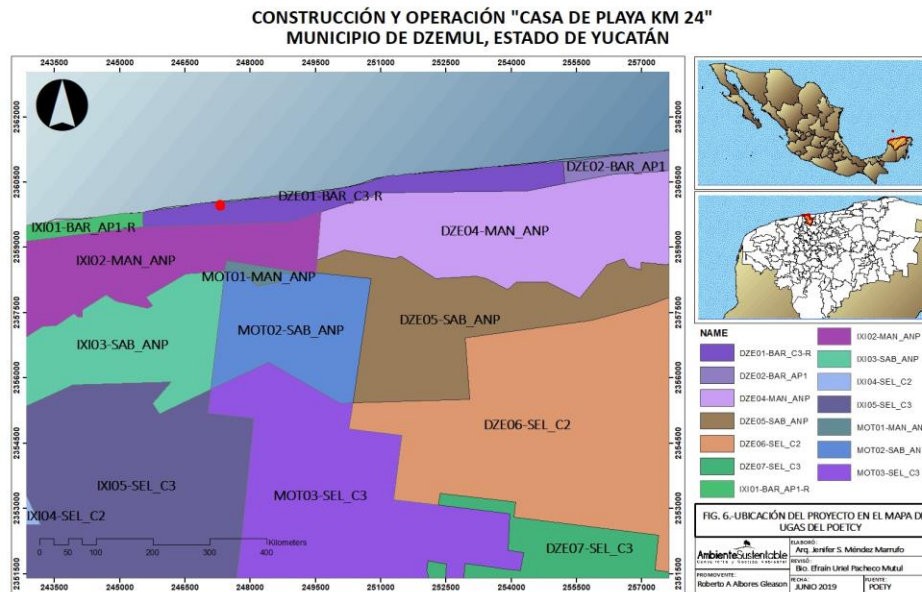
#### *Políticas Ambientales*

Las UGA se regulan por las siguientes políticas ambientales:

- I. Conservación:** esta política está orientada principalmente a la conservación, las actividades que aquí se pueden desarrollar son mínimas. Estas UGA se identificarán con el código **C2**.
- II. Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad:** esta política permite desarrollar un mayor número de actividades, no aplica para la sabana, dada su fragilidad y su alto valor ecológico. Estas UGA se identificarán con el código **C3**.
- III. Aprovechamiento sustentable de baja intensidad:** esta política no permite desarrollar ciertas actividades por la fragilidad del medio, únicamente aplica a islas de barrera, lagunas y selvas. Estas UGA se identificarán con el código **AP1**.
- IV. Aprovechamiento sustentable de intensidad media:** esta política permite todo tipo de actividades siempre y cuando sean sustentables en términos de intensidad y sistemas tecnológicos empleados. Estas UGA se identificarán con el código **AP2**.
- V. Confinamiento:** esta política reconoce los derechos históricos adquiridos de aprovechamiento en el corredor Mérida – Progreso y confina la expansión de dichas actividades a este territorio. Estas UGA se identificarán con el código **CONF**.

**VI. Portuaria:** en estas UGA se reconoce la existencia de una política portuaria, por lo que no serán competencia de este programa de ordenamiento ecológico. Estas UGA se identificarán con el código **PORT**.

El predio del proyecto, se encuentra ubicado **DZE01-BAR\_C3-R**, siendo su política ambiental de **Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad (C3)**.



**Figura 5 Ubicación del proyecto en la delimitación de UGAs del POETCY.**

Las actividades que actualmente se pueden realizar y que están permitidas en la UGA donde se ubica el proyecto, son las siguientes:

**Tabla 7 Actividades y usos de suelo en la UGA DZE01-BAR\_C3-R del POETCY.**

| CLAVE | ACTIVIDADES Y USOS DE SUELO  | ACTUALES | COMPATIBLES | NO COMPATIBLES |
|-------|--|----------|-------------|----------------|
| 1     | Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas. | X        | X           |                |
| 2     | Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.                                  | X        | X           |                |
| 3     | Apicultura.  |          | X           |                |
| 4     | Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.           | X        | X           |                |
| 5     | Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.                                |          |             | X              |
| 6     | Acuacultura artesanal o extensiva.   |          |             | X              |
| 7     | Acuacultura industrial o intensiva.  |          |             | X              |
| 8     | Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.                      |          |             | X              |
| 9     | Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).             | X        | X           |                |
| 10    | Agricultura semiintensiva  | X        | X           |                |
| 11    | Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.                           |          |             | X              |
| 12    | Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).                  |          |             | X              |
| 13    | Extracción artesanal de sal o artemia.                                       |          |             | X              |
| 14    | Extracción industrial de sal.  |          |             | X              |
| 15    | Extracción de arena.   |          |             | X              |
| 16    | Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o              |          |             | X              |

| CLAVE | ACTIVIDADES Y USOS DE SUELO  | ACTUALES | COMPATIBLES | NO COMPATIBLES |
|-------|--|----------|-------------|----------------|
|       | explosivos.  |          |             |                |
| 17    | Extracción industrial de piedra o sascab.  |          |             | X              |
| 18    | Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.   |          |             | X              |
| 19    | Industria en general.  |          |             | X              |
| 20    | Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado). |          | X           |                |
| 21    | Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).  |          | X           |                |
| 22    | <b>Vivienda Unifamiliar.</b>   | X        | X           |                |
| 23    | Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).     |          | X           | X              |
| 24    | Campos de golf.  |          |             | X              |
| 25    | Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.                                  |          | X           |                |
| 26    | Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.   |          |             | X              |
| 27    | Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.  |          |             | X              |
| 28    | Aprovechamiento forestal   |          |             | X              |
| 29    | Industria eoloeléctrica.   |          |             | X              |

El proyecto en cuestión, toma en cuenta los criterios establecidos de acuerdo a la **DZE01-BAR\_C3-R** donde se encuentra, y se señala el cumplimiento de este:

**Tabla 8 Cumplimiento del proyecto con criterios de la UGA DZE01-BAR\_C3-R del POETCY.**

| CRITERIO |   | CUMPLIMIENTO   |
|----------|---|--|
| 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 acuacultura, así como la ampliación de las existentes.  | No se realizará ningún tipo de establecimiento de proyecto acuícola.   |
| 9        | La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autoridades 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. | No se realizará la extracción de arena en el sitio del proyecto.   |
| 11       | De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes   | Se ha diseñado un cerco perimetral, que permita el libre paso de las especies, asimismo que evite la fragmentación del |

| CRITERIO |   | CUMPLIMIENTO   |
|----------|---|--|
|          | 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.   | mismo.<br>Se presenta su descripción.  |
| 12       | La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte 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 sedimentos.   | La superficie correspondiente al proyecto, no se encuentra dentro de zona federal marítimo terrestre y/o terrenos ganados al mar.<br>Por lo tanto, ninguna construcción o instalación de infraestructura será realizada en zona federal. |
| 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.   | No se realizará ninguna construcción en zona federal, zonas de acreción, ni terrenos ganados al mar.   |
| 19       | Las autorizaciones de construcción de hoteles, condominios, villas, casas-habitación, desarrollos habitacionales y urbanos, piscinas, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles y calles de los predios ubicados frente a la playa requerirán de una delimitación de la zona federal marítimo terrestre y los 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.<br>Se exceptúa de este criterio la instalación de estructuras que no requieran de cimentación y que sean desmontables y fácilmente removibles manteniendo la condición de protección total a la vegetación de duna presente. 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. | Se anexa el plano topográfico de la primera duna. Las obras se realizarán detrás de la vegetación de duna costera.   |
| 20       | Para las autorizaciones de construcción de predios ubicados frente a la playa cuyas dimensiones no les permitan cumplir con la disposición señalada en el criterio anterior, podrán optar por sistemas de construcción  | El proyecto cumplirá con la disposición señalada en el criterio anterior.  |



| CRITERIO |   | CUMPLIMIENTO   |
|----------|---|--|
|          | elevados sobre pilotes, que mantengan la duna y la vegetación, previa evaluación en materia de impacto ambiental.   |  |
| 21       | 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.  | La primera duna no se encuentra alterada.  |
| 22       | 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 se apegarán a los reglamentos de construcción municipales, en su caso. En paisajes fuera de la barra arenosa, los desarrollos de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios no requerirán del análisis del anexo I. En todos los casos se requerirán evaluaciones de impacto ambiental. | Con la estimación de la capacidad de carga en el sitio del proyecto, de acuerdo a los lineamientos propuestos en el Anexo I del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (Decreto 308/2015), se obtenido la superficie máxima aprovechable para el desarrollo de una vivienda unifamiliar en el predio que se encuentra en la zona costera norte del estado, la cual será respetada por el proyecto.<br>Anexo se presenta el estudio de capacidad de carga. |
| 23       | El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 km/h.   | Las construcciones consideran velocidades de 250 km/h.   |
| 24       | La altura máxima de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga determinada por el anexo I o el estudio de contexto será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares que pudiera establecerse en todo el predio. 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.  | El proyecto corresponde a una vivienda unifamiliar, que tendrá 2 niveles, sin que rebase la altura máxima permitida.   |
| 25       | Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.   | No aplica, el proyecto es una vivienda unifamiliar.  |
| 30       | Los accesos peatonales a la playa, ya sean públicos o privados; deberán consistir en andadores elevados sobre pilotes para no destruir la vegetación fijadora de la arena, o accesos serpenteados no mayores a un 1.5 m de ancho.   | Los accesos a la playa serán serpenteados, con un ancho máximo de 1.5 m.   |
| 31       | Las áreas actuales ocupadas por desarrollos turísticos, vivienda y las de futura expansión deberán contemplar el acceso público a zona federal marítimo terrestre, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos   | El predio no se encuentra ocupando Zona Federal Marítimo Terrestre.  |



| CRITERIO |  | CUMPLIMIENTO  |
|----------|--|---|
|          | Ganados al Mar, recomendándose distancias máximas de 200 m.  |   |
| 32       | La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos motorizados, así como la realización de otras 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.  | Se respetarán los horarios y condiciones para la circulación motorizada   |
| 33       | Con el 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 período.  | Se restringirá la iluminación directa al mar y a la playa durante el periodo de anidación y eclosión de las tortugas marinas  |
| 37       | Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos lagunares con el mar requerirán de evaluación en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los términos de lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, excepto cuando tengan como finalidad el drenaje de cuerpos lagunares o charcas salineras derivados de fenómenos hidrometeorológicos severos.  | No se pretende realizar ningún tipo de excavación u obra hidráulica para conectar cuerpos lagunares con el mar.   |
| 38       | Las vialidades de acceso público a las playas deberán mantener su permeabilidad por lo que cualquier propuesta de recubrimiento o pavimentación deberá cumplir con este requisito.   | El proyecto de construcción se realizará dentro del predio, no se realizará ningún tipo de obra que afecte la permeabilidad de las vialidades de acceso público a la playa. |
| 39       | La construcción de nuevos caminos, así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/o puentes en los cauces principales de agua. | No aplica, no se realizarán caminos nuevos.   |
| 41       | Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de   | No se realizará el aprovechamiento de ninguna especie silvestre.  |

| CRITERIO |  | CUMPLIMIENTO  |
|----------|--|---|
|          | manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.  |   |
| 47       | Dada la vulnerabilidad y fragilidad del sitio, no se permite la construcción de campos de golf.  | El proyecto corresponde a la construcción y operación de una vivienda unifamiliar, no se pretende realizar ningún campo de golf.  |
| 57       | Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.              | Se implementará un sistema de tratamiento para las aguas residuales que sean generadas por el proyecto, a través de un tanque biodigestor, que incluya la separación de aguas grises y negras.<br>Asimismo, se implementarán mobiliario sanitario y conexiones hidráulicas ahorradores de agua. |
| 59       | 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 realizarán en talleres establecidos para tal efecto. | Se acatarán estas disposiciones.<br>No se realizará ningún tipo de mantenimiento de vehículos en la zona de la playa.   |
| 61       | Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.   | Los residuos sólidos urbanos que sean generados durante las actividades de operación de la vivienda unifamiliar, así como aquellos derivados de las actividades de construcción, serán enviados a un sitio de disposición final autorizado.   |
| 63       | Los residuos de la actividad pesquera como eviscerados, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en dicha actividad, están regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que su disposición en las playas está restringida.  | El proyecto no corresponde a actividad pesquera, por lo tanto, no aplica este criterio.   |
| 64       | No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizaes.   | No se realizará ningún tipo de vertimiento a humedales, lagunas, manglares y/o blanquizaes.   |

### ***Análisis General***

El proyecto en cuestión es de competencia federal en cuanto a la evaluación en materia de impacto ambiental puesto que la obra se ubica en un ecosistema costero; por lo tanto, se presenta esta manifestación de impacto ambiental como instrumento preventivo.

A lo largo de este documento se presentan las medidas para cumplir con lo establecido en las disposiciones de los Reglamentos y normas oficiales en la materia. Así como el diseño arquitectónico del proyecto, se ha ajustado a las regulaciones de los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicables a la zona donde se encuentra.

Siendo que no está ubicado en alguna Área Natural Protegida, no aplica la observancia de algún programa de manejo, sin embargo, considerando que se identificaron especies de flora y fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del área del proyecto, será necesario realizar acciones de protección y conservación.

## 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.

De acuerdo a la “**Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico, modalidad particular**” emitida por la SEMARNAT en el año 2002, “*para delimitar el área de estudio se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis*”.

En el caso de este proyecto que se presenta, si existe un Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), el predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental **DZE01-BAR\_C3-R**, por lo tanto, el sistema ambiental que se evalúa corresponde a dicha Unidad de Gestión Ambiental (UGA).

#### SISTEMA AMBIENTAL

##### Delimitación y caracterización del Sistema Ambiental.

La superficie total del sistema ambiental es de 587 ha, de las cuales las áreas impactadas por construcción y urbanización (camino de acceso, áreas libres de vegetación) es de 98.32 ha, la carretera que corre paralela a la costa ocupa 11.48 ha, los cuerpos de agua 14.07 ha, el mar caribe 117.02 ha y las áreas con vegetación ocupan la mayor superficie con 346.13 ha.



Fotografía 5 Vegetación de duna costera en la zona.

Tabla 9 Características del sistema ambiental del proyecto.

| CONCEPTO                  | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | SUPERFICIE (Ha.) | PORCENTAJE (%) |
|---------------------------|------------------------------|------------------|----------------|
| Construcción y Afectación | 983,230.23                   | 98.32            | 16.75%         |
| Carretera                 | 114,814.56                   | 11.48            | 1.96%          |
| Cuerpos de Agua           | 140,688.85                   | 14.07            | 2.40%          |
| Mar Caribe                | 1,170,192.04                 | 117.02           | 19.93%         |
| Área con Vegetación       | 3,461,324.78                 | 346.13           | 58.96%         |
| <b>SUPERFICIE TOTAL</b>   | <b>5,870,250.47</b>          | <b>587.03</b>    | <b>100.00%</b> |

A continuación se presentan algunas fotografías del Sistema Ambiental del proyecto, que corresponde a la Unidad de Gestión Ambiental DZE01-BAR\_C3-R del POETCY.



**Fotografía 6 Carretera Progreso-Telchac Puerto.**



**Fotografía 7 Viviendas en la zona.**



**Fotografía 8 Viviendas en construcción.**



**Fotografía 9 Urbanización y vegetación en el S.A.**

## **IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL**

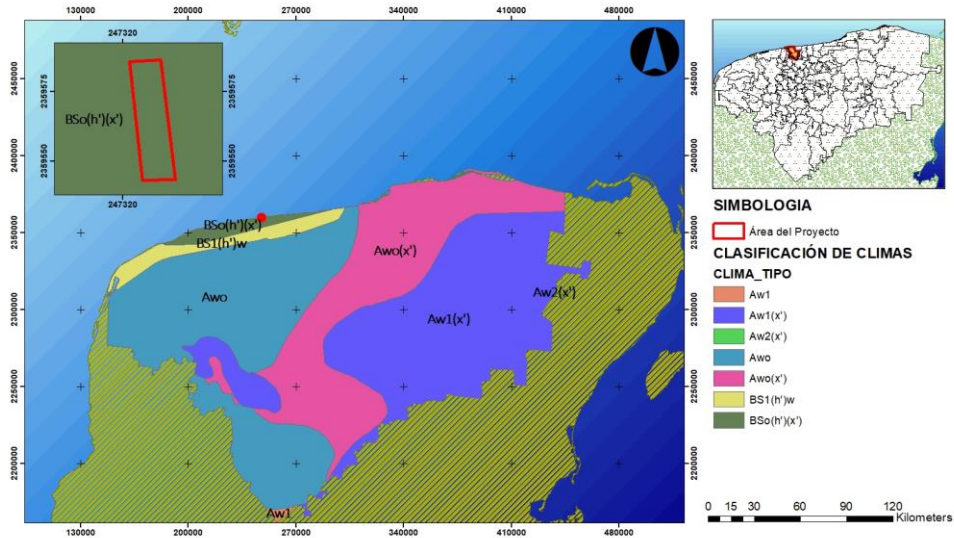
### **IV.2.1 Aspectos abióticos**

- **Tipo de clima.**

El predio donde se construirá el proyecto pertenece al clima seco, con cociente de precipitación y temperatura (P/T) menor a 22.6, con un régimen de lluvias en verano con porcentaje invernal mayor de 10.2 con respecto al anual, presenta una canícula o sequía inter-estival, con poca oscilación térmica y se identifica con las letras BSO(h')w(x')iw'', de acuerdo al sistema de Köppen, modificado por Enriqueta García en 1968 (método utilizado generalmente para identificar el tipo de clima de determinada zona).

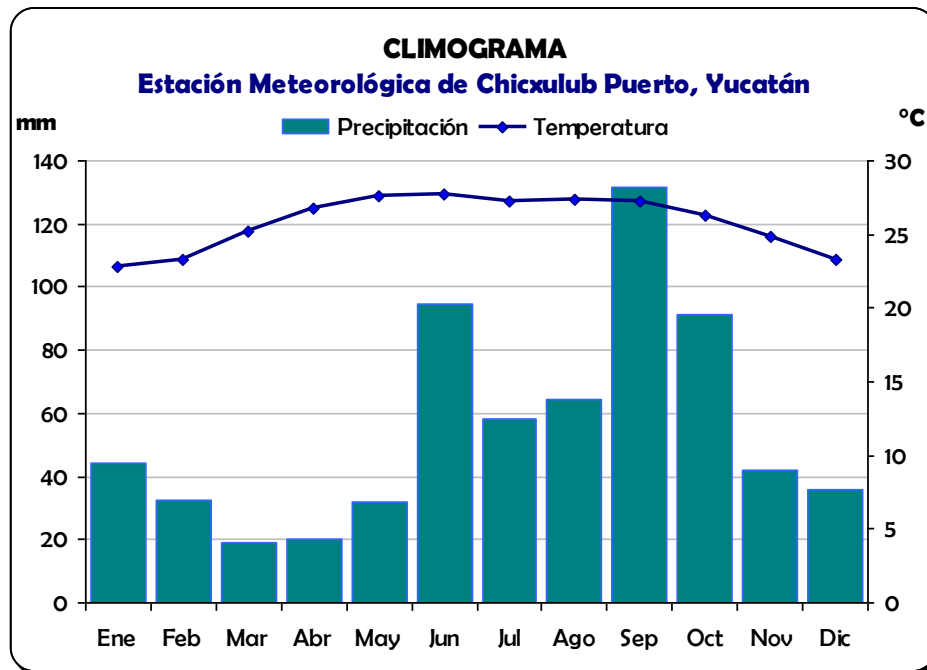


**CLASIFICACIÓN DE CLIMA EN ÁREA DEL PROYECTO**



**Figura 6 Tipo de clima en el área del proyecto.**

Para poder clasificar el clima se toman como puntos referentes los registros generados por las estaciones climatológicas ubicadas en puntos estratégicos del estado de Yucatán. En este caso se utilizó la ubicada en la población de Chicxulub Puerto perteneciente al municipio de Progreso, pues es la más cercana al predio de Proyecto. A continuación, se presenta el climograma respectivo para esta estación de registro.

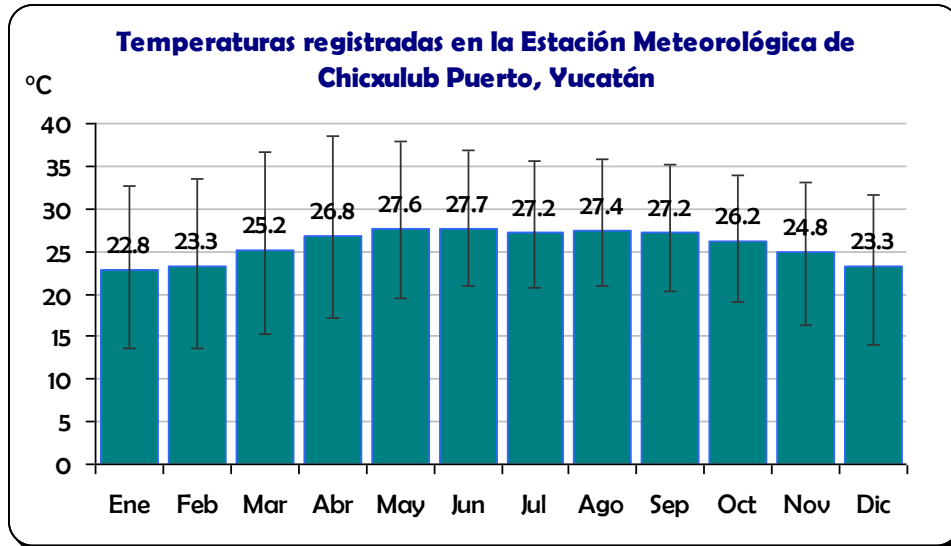


**Figura 7 Climograma Chicxulub.**

Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2005.

- **Temperaturas promedio**

En la siguiente gráfica se muestra el comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas extremas y la temperatura media promedio, registradas en la estación climatológica de Chichchulub Puerto en el municipio de Progreso.



**Figura 8** Temperaturas registradas en la Estación Meteorológica de Chichchulub Puerto.

Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2005.

**Tabla 10** Temperatura registrada en la estación metereológica de Chichchulub Puerto, Yuc. (°C)

| Mes             | Promedio mensual | Promedio máximas | Promedio mínimas |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| Ene             | 22.8             | 32.6             | 13.6             |
| Feb             | 23.3             | 33.5             | 13.6             |
| Mar             | 25.2             | 36.6             | 15.3             |
| Abr             | 26.8             | 38.5             | 17.2             |
| May             | 27.6             | 37.9             | 19.4             |
| Jun             | 27.7             | 37.0             | 20.9             |
| Jul             | 27.2             | 35.6             | 20.7             |
| Ago             | 27.4             | 35.8             | 20.9             |
| Sep             | 27.2             | 35.1             | 20.3             |
| Oct             | 26.2             | 34.0             | 19.0             |
| Nov             | 24.8             | 33.2             | 16.4             |
| Dic             | 23.3             | 31.7             | 13.9             |
| <b>Promedio</b> | <b>25.8</b>      | <b>35.1</b>      | <b>17.6</b>      |

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Los datos nos indican que las temperaturas más bajas se encuentran en los meses de enero a febrero, la temperatura mínima extrema ha llegado a presentar valores absolutos de 13.6°C en contraste con la temperatura máxima que encuentra en mayo y abril los valores máximos de 38.5 y 37.9°C, la temperatura media registrada oscila entre los 22 y los 27°C lo cual se encuentra en relación al clima

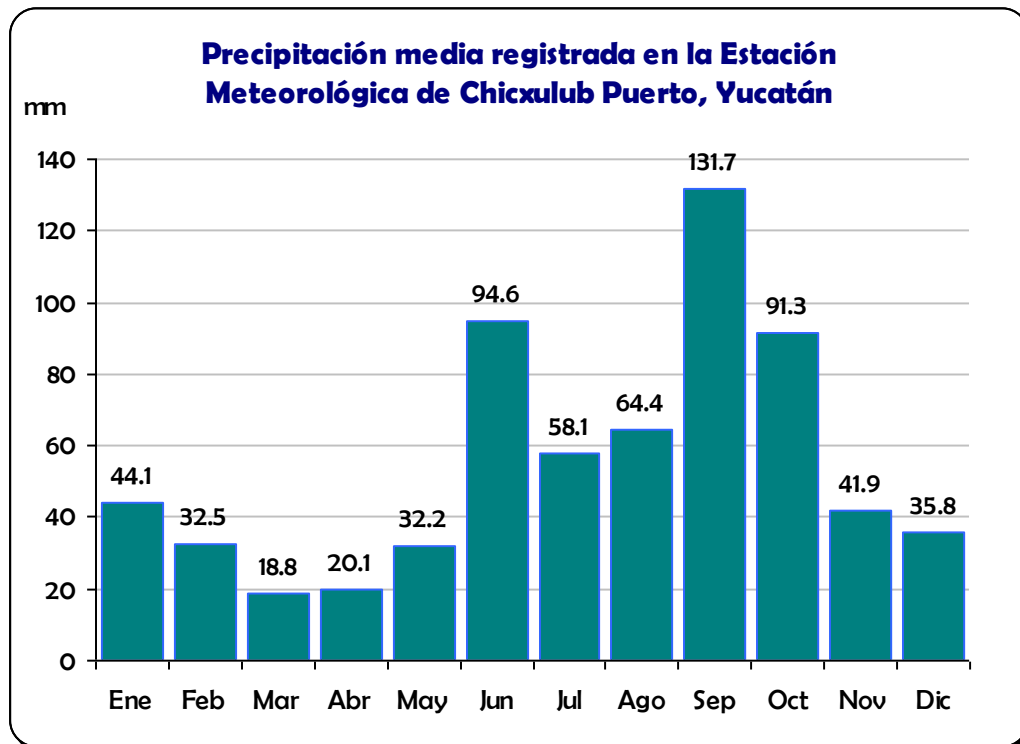


predominante en la región costera principalmente en el área comprendida entre los puertos de Sisal y Telchac la cual es la región más seca del litoral yucateco.

- **Precipitación promedio mensual**

El factor que actúa de manera simultánea en la clasificación del clima es la precipitación, que como se puede observar en el climograma los incrementos y decrementos de dichas variables están relacionados entre sí. A manera de ejemplo, al disminuir la precipitación entre los meses de febrero y mayo existe un aumento en la temperatura la cual comienza a disminuir al incrementarse la precipitación a partir de junio hasta octubre.

La estación climatológica de Chicxulub Puerto en el municipio de Progreso, nos muestra los valores registrados de la precipitación pluvial donde se puede observar una marcada estación de lluvias que abarca de junio a octubre siendo septiembre el mes más lluvioso el cual registra valores promedio de 131.7 mm. En los meses de invierno, las precipitaciones se originan principalmente por el desplazamiento de masas de aire frío provenientes del norte, las cuales generan lluvias de baja intensidad, pero con una mayor duración.



**Figura 9 Precipitación media registrada en la Estación Meteorológica de Chixchulub Puerto.**

Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2005.

Los mayores volúmenes de precipitación que ha registrado esta estación meteorológica son de 537 y 465.5 mm durante los meses de septiembre de 1988 y 2002 respectivamente, los cuales fueron debido a la presencia de los huracanes Gilberto e Isidoro.

- **Vientos dominantes**

La dirección predominante de los vientos en la región del proyecto es del suroeste y forma parte de los vientos alisios los cuales se describen en el atlas de procesos territoriales de Yucatán como desplazamiento de grandes masas de aire proveniente de la Celda Anticiclónica o de Alta presión Bermuda. Este tipo de vientos entran con fuerza a la península de Yucatán entre mayo y octubre y son el principal aporte de la lluvia estival, la velocidad de estos vientos es muy variable.

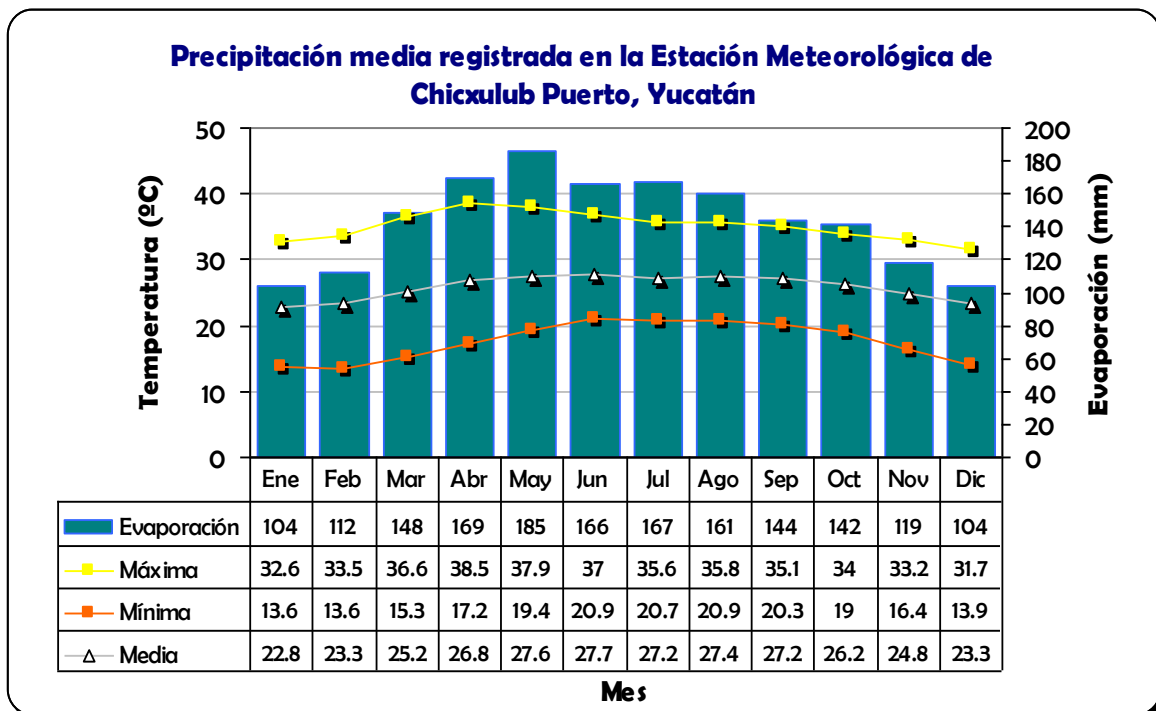
Los vientos que se presentan durante los huracanes y nortes son poco frecuentes y únicamente se registran durante la ocurrencia de esos fenómenos.

- **Humedad relativa y Absoluta**

En época de lluvias, la humedad relativa en el ambiente llega al 90%; en época de secas la Humedad relativa se encuentra entre 20 y 35%.

- **Evaporación**

La Evaporación es un indicador importante para conocer las condiciones de temperatura ya que incorpora el agua en estado sólido a la atmósfera como gas, derivado de la acción del calor y de los vientos.



**Figura 10 Precipitación media registrada en la Estación Meteorológica de Chicxulub Puerto.**

Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2005.

La gráfica nos muestra el comportamiento promedio mensual de los valores registrados en la estación climatológica de Chicxulub Puerto en el municipio de Progreso donde se puede observar que los mayores registros se encuentran durante la época de mayor temperatura (abril a julio) con rangos comprendidos entre 169.4 y 185.5mm.

- **Dirección de vientos**

En la zona predominan los vientos del sureste en dirección al suroeste, siendo relevantes los provenientes de la circulación ciclónica que aparecen en los meses del verano y parte del otoño.

- **Fenómenos extremos**

A partir del mes de agosto, hasta los inicios del de enero, pero con frecuencia aun en los tres meses siguientes, la Península de Yucatán sufre los efectos de los llamados nortes, los cuales, según registros estadísticos, cuentan con un período de retorno de 10 años para temporadas de mayor intensidad. Se trata de fenómenos meteorológicos de corta duración, con lluvias y vientos de mediana intensidad que provienen de altas latitudes, de donde deriva su nombre.

A diferencia de estos fenómenos meteorológicos leves, los huracanes se presentan durante el verano y otoño en el Golfo de México y el Mar Caribe, que son áreas de baja presión por lo que en ellos se facilita su formación. Estos si son con lluvias y vientos intensos que pueden causar desastres y daños significativos a bienes y personas.

Ocasionalmente se presenten lluvias torrenciales, generalmente de corta duración, pues los vientos arrastran rápidamente a las nubes y en razón del tipo de suelo, la ocurrencia de inundaciones es poco frecuente en esta ciudad.

- a) **Geología y geomorfología.**

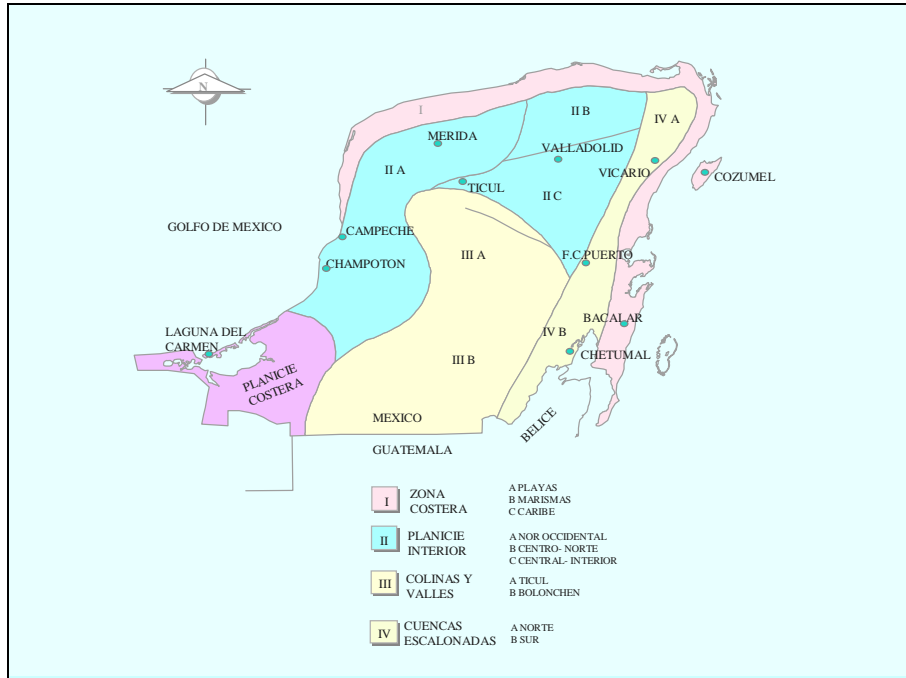
- ***Geología***

El marco geológico superficial de Yucatán está conformado por rocas sedimentarias originadas desde el período terciario hasta el reciente. Las rocas más antiguas de la entidad son calizas cristalinas de coloración clara, dolomitizadas y silicificadas sin fósiles, que datan del Paleoceno al Eoceno inferior (66-52 millones de años), afloran en la Sierrita de Ticul y cuyo espesor varía entre 100 y 350 m.

- ***Geomorfología***

Los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán, parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE y SSO de la costa oriental que fue formada por una falla y que a diferencia de las costas norte y oeste, desciende bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros.

La Península de Yucatán se divide en 4 provincias geomórficas: 1) Zona Costera; 2) Planicie Interior; 3) Cerros y Valles y 4) Cuencas Escalonadas.

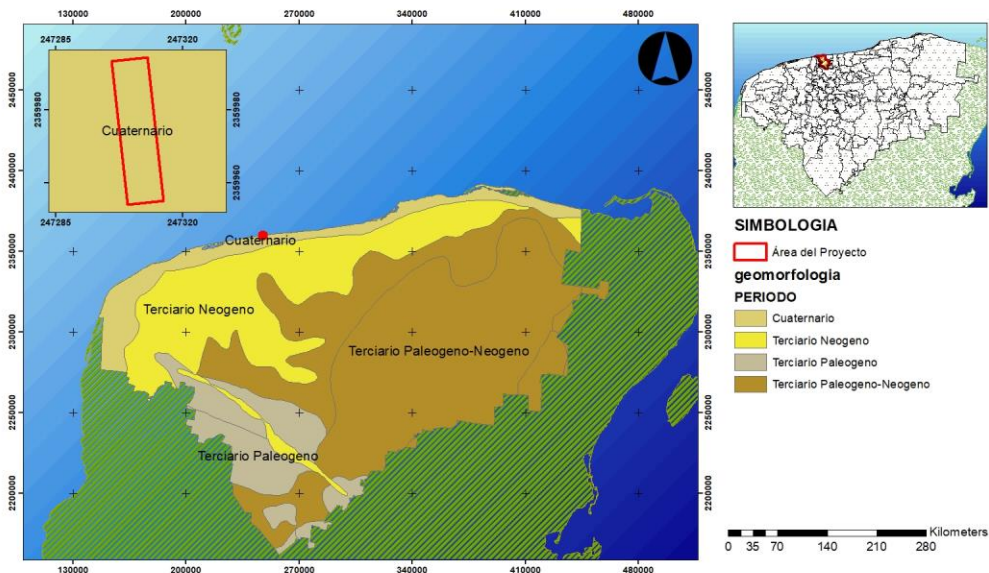


**Figura 11 Provincias geomorfológicas de la Península de Yucatán.**

Fuente: Provincias geomórficas de la Península de Yucatán (L. Velázquez, 1986).

La Zona Costera comprende las áreas con playas de barrera y lagunas de inundación, además de una serie de bahías someras e incluye depósitos recientes como, arenas de playa, arcillas, turbas y calizas de moluscos, sus límites están definidos por la línea de costa y una línea paralela a ésta hasta de 20 Km. Se clasifica, de acuerdo a Carranza et. al., dentro de la unidad morfotectónica costera IV, con una longitud aproximada de 1100 Km, desde las cercanías de Isla Aguada, Camp., hasta Chetumal, Q. Roo.

**TIPO DE GEOMORFOLOGÍA EN EL ÁREA DEL PROYECTO**



**Figura 12 Geomorfología en el proyecto.**

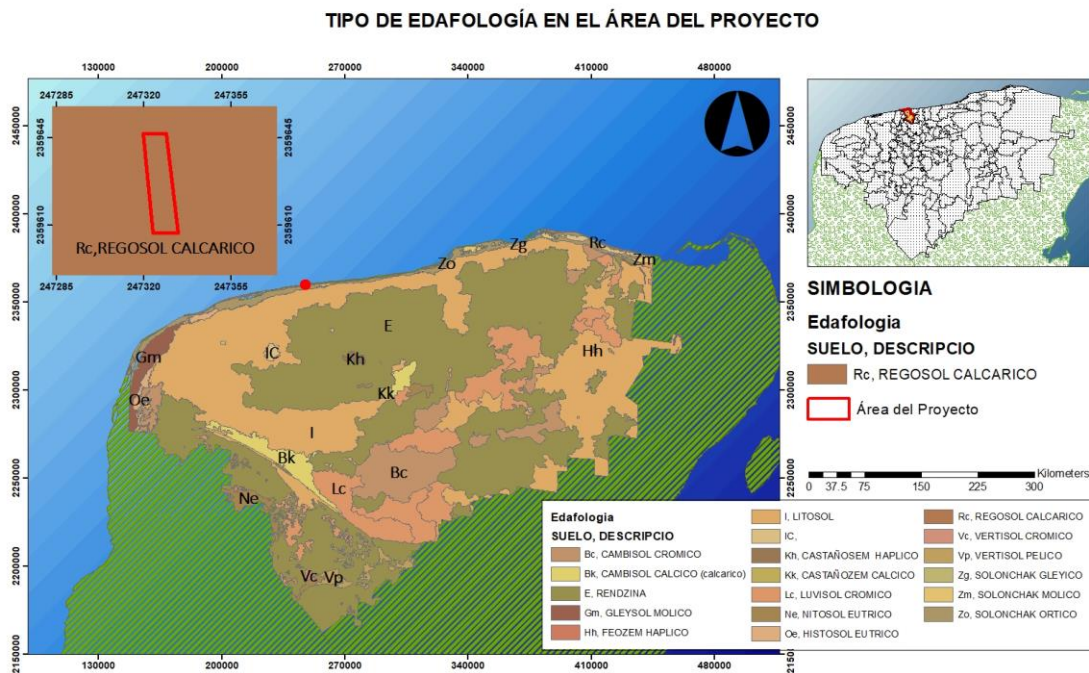
Contiene costas primarias, de erosión terrestre, con topografía cárstica sumergida; secundarias por depositación marina, de barrera con playas e islas y también secundarias construidas por organismos arrecifales.

Las porciones costeras al norte del estado de Yucatán, están controladas por mareas y por las corrientes oceánicas y atmosféricas que depositan los materiales que forman las playas de barrera y cordones litorales, no se aprecia avance o retroceso de la línea de costa (ref. 1.15d). Las manifestaciones cársticas se dan tierra adentro en expresiones llamadas localmente "Chultunes", áreas de descarga de agua dulce a través de pequeños cenotes en áreas de agua salobre y son evidenciados por cambios notables en la vegetación.

La longitud de la costa de Yucatán es de 342.47 Km de acuerdo al INEGI.

**b) Suelos.**

El suelo está representado por los regosoles (según clasificación FAO/UNESCO), asociados a la barra arenosa y las playas. En la zona particular del proyecto, los suelos son derivados del proceso de sedimentación marina, de origen reciente. Tienen una textura muy arenosa a arenosa franca, no presenta una estructura determinada, siendo el tamaño de sus partículas arena fina y media. Su color es blanco cremoso cuando es seco y gris claro cuando es húmedo con cantidad de materia orgánica menor al 2%. Es de drenaje excesivo y muy rápido.



**Figura 13 Edafología en el proyecto.**

**c) Hidrología superficial y subterránea.**

En mención de términos generales, en Yucatán no se presentan cuerpos de agua superficiales y únicamente se cuenta con un recurso hidráulico representado por un acuífero subterráneo que subyace a todo su territorio y que es la única fuente de abastecimiento disponible.

#### **d) Hidrología superficial.**

Como se menciona en el apartado anterior en Yucatán no se presentan cuerpos de agua superficiales.

#### **e) Hidrología subterránea.**

Este cuerpo de agua tiene asignado oficialmente el nombre de Acuífero Península de Yucatán y consiste en un lente de agua dulce el cual flota sobre agua salada. Es libre excepto por una estrecha franja a lo largo de la costa y existe un marcado alineamiento circular de dolinas, el "Anillo de Cenotes". Tales características han sido publicadas por la Comisión Nacional del Agua.

Según esta dependencia apunta en el Programa Hidráulico estatal, el acuífero de Yucatán está formado por calizas de características variadas y depósito de litoral, tiene un espesor medio de 150 m y se encuentra limitado interiormente por rocas arcillosas de baja permeabilidad (margas y lutitas). Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor suturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor que 30 m dentro de una faja de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos.

La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología; sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas y esqueletos de organismos, y bajos en los estratos de caliza masiva. A lo largo del tiempo, estas características originales han sido notablemente modificadas por fracturamiento y disolución, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundarias, que varían dentro de un amplio rango de valores altos y presentan una distribución muy irregular, tanto horizontal como vertical, a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos.

Entre la duna costera y la planicie cárstica, el acuífero yucateco se confina por una capa de calcita precipitada por evaporación, denominada localmente como "caliche" que cementa los poros y las fisuras de la coraza calcárea superficial, precisamente en la zona de descarga continental del acuífero hacia la costa, la zona de petenes y ciénagas. Esta delgada capa (0.5 a 1.4 m) se extiende a lo largo de los 373 Km de litoral yucateco y en una franja de 2 a 20 Km de ancho.

Más de la mitad del agua almacenada en el acuífero yucateco es retenida por esta frágil capa de caliche costero. Es de esperarse que cualquier ruptura de esta capa traiga como consecuencia una disminución del nivel piezométrico y una mayor reducción del espesor del lente dulceacuícola que descansa sobre aguas saladas del subsuelo. Lo anterior es importante si se consideran las tendencias del desarrollo costero en lo que a construcción de dársenas y puertos se refiere, ya que el dragado sobre la barra costera y sobre el caliche mismo puede afectar directamente y colapsar este delgado lente con consecuencias graves e irreversibles sobre el ambiente y el potencial económico de la región.

La coraza calcárea permite generalmente una fácil lixiviación del terreno y rápido filtrado del agua proveniente de la precipitación hasta el manto freático, el cual se presenta a una profundidad de 2 m aproximadamente. El agua filtrada encuentra la superficie nuevamente por afloramientos del manto y que, a manera de manantiales, aportan agua dulce al sistema tanto en los bordes y en el interior, como en la zona costera adyacente. Estos manantiales y la precipitación pluvial son por lo tanto los únicos aportes de agua dulce al sistema.



- **Localización del recurso**

También tomando datos del Programa Hidráulico 2001-2006 de la Región XII Península de Yucatán, elaborado por la Comisión Nacional del Agua toda el agua que subyace al estado de Yucatán, pertenece a la Subregión oriente, el cual tiene una superficie estimada en 43,379 km<sup>2</sup>.

- **Profundidad y dirección**

Según diversos autores, este acuífero subterráneo mencionado anteriormente, se localiza en un nivel muy cercano a la superficie de casi toda la zona y se ha propuesto que cuenta con un espesor medio de 150 m y con una profundidad promedio de 12 m.

Derivado de la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor que 300 m dentro de una faja de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos.

El flujo del agua subterránea es determinado por la porosidad secundaria presente en forma de fracturas, túneles y cavernas interconectadas. Se acepta que va en dirección noreste, sin que exista una comprobación irrefutable de este hecho. La permeabilidad es alta y los gradientes hidráulicos bajos.

- **Usos principales**

El acuífero de Yucatán se utiliza principalmente como fuente de agua potable para atender todos los centros de población y los caseríos o viviendas aisladas, para atender todas las necesidades que se presentan en la vida diaria de los seres humanos, los animales y las plantas.

También se usa en riego agrícola y de jardines, para abastecer los sectores industriales y de servicios, en abrevaderos para ganado y como cuerpo receptor de las aguas residuales que se generan en esos mismos usos.

En el Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización, publicado en Diario Oficial de la Federación el Viernes 31 de enero de 2003, se menciona que el acuífero de Yucatán tiene los siguientes valores expresados en millones de metros cúbicos:

**Tabla 11 Características del Acuífero de Yucatán.**

| Recarga media anual | Descarga natural comprometida | Volumen concesionado de agua subterránea | Volumen de extracción consignado en estudios técnicos | Disponibilidad media anual de Agua subterránea | Déficit |
|---------------------|-------------------------------|--|---|--|---------|
| 21,813.40           | 14,542.20                     | 1,511.97                                 | 1,313.3   | 5,759.22                                       | 0.0     |

Con ello se entiende que se trata de un acuífero subexplotado, sin déficit, además de que en el mismo documento se indica que no existen problemas de salinización.

- **Calidad del agua**

Se ha llegado a determinar que el suelo de la Península de Yucatán en general, es de naturaleza cárstica, rico en sales carbonatadas cloruradas, que a su vez se disuelven en el agua que se filtra a



través de él, de tal manera que sobrepasa el límite máximo recomendable en la concentración de sales y de hecho permisible según la normatividad vigente, de 1,000 ppm de sólidos totales disueltos (SDT) es incómodo ingerirla directamente, pues se considera el umbral de tolerancia del consumidor y si se aceptada en cantidades mayores, es por estricta necesidad, ya que a través de la historia se tuvo como la única fuente disponible para todo uso convirtiéndose en costumbre de la comunidad y a pesar de que se han mencionado posibles efectos dañinos a la salud, esto no está comprobado.

Las concentraciones salinas de las aguas subterráneas son superiores a las de las superficiales y su calidad queda definida por su composición y el conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene, o el conjunto de todos ellos, que permita establecer las posibilidades de su utilización.

Es conocido que existe una degradación de la calidad del agua en porciones del acuífero de la Península y especialmente en la parte que subyace a los asentamientos humanos y señaladamente la zona metropolitana de la ciudad de Mérida. La infiltración proviene de fosas sépticas y pozos de absorción, así como de la recarga del agua pluvial en la zona urbanizada mediante pozos de absorción que vierten sus aguas casi directamente al nivel freático.

Esto puede no ser tan real de manera puntual en el predio, pues no se encontraron descargas relevantes en sus proximidades, pero existe la posibilidad de que circulen por ahí aguas contaminadas si se acepta que el tránsito del acuífero es de forma radial y que el flujo va de la ciudad de Mérida hacia la costa.

#### Zona Marina

No aplica: pues no corresponde a obras o actividades que se ubiquen en un cuerpo de agua marino o salobre.

#### **IV.2.2 Aspectos bióticos**

La vegetación de las zonas costeras en el estado de Yucatán, de manera general se divide en dos tipos principales: la zona de pioneras con halófitas anuales localizada entre la línea de costa y lo que se llama duna con pendiente hacia sotavento, inmediatamente está un matorral con especies arbustivas que pueden tener espinas o carecer de ellas (Espejel & Rodríguez, 1981; en Flores, et al, 1994).

- *Zona de pioneras*

Plantas pioneras, principalmente hierbas de forma amacollada (rodetes) o rastreras, aunque hay hierbas de altura variable, puede haber arbustos de 1 a 2 m. de altura. Entre las especies herbáceas dominantes se encuentran: *Sesuvium portulacastrum*, *Suaeda linearis*, *Ambrosia hispida*, *Ageratum littoralis*, *Ipomea pes-caprae*, *Cakile lanceolata*, *Sporobolus virginicum*, *Canavalia rosea*, *Portulacca olearacea*, *Lycium carolinianum*, *Limpia reptans* y *Tríbulus cistoides*.

Entre los arbustos pioneros: *Tournefortia gnaphalodes*, *Croton punctatus*, *Scaevola plumieri* y *Suriana maritima*.

- *Zona de matorral.*

Desde el punto de vista florístico, esta zona es más compleja que la anterior. Los arbustos principales son: *Bravaisia tubiflora*, *Agave angustifolia*, *Metopium brownei*, *Cordia sebestena*, *Acanthocereus pentagonus*, *Opuntia dilleni*, *Capparis incana*, *Maytenus phyllanthioides*, *Gymnanthes lucida*, *Hippocratea celastroides*, *Pithecellobium keyense*, *Caesalpinia vesicaria*, *Gossypium hirsutum*, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii*, *Pseudophoenix sargentii*, *Coccoloba uvífera*, *Chrysobalanus icaco*, *Erithalis fruticosa*, *Bumelia retursa*, *Jacquinia aurantiaca*, *Lantana involucrata*, *Strumphia maritima* y *Krugiodendron ferreum*.

La vegetación terrestre que se encuentra en el predio, es la propia de las playas de Yucatán y la cual crece básicamente sobre arena móvil. Entre las características de las plantas herbáceas anuales que en ellas crecen, son la tolerancia a la extrema salinidad, los vientos fuertes y la acción de las mareas altas.

Dado que se ubica en la franja litoral, la vegetación es la correspondiente a las dunas costeras, así como en todo el litoral de la península. En este tipo de ecosistema, el medio es muy extremo pues hay poca precipitación y altas temperaturas, es por eso que la vegetación que logra colonizar estas zonas se caracteriza por ser halófito, de hojas crasas, hierbas rastreras y arbustos ramificados de escasa altura. (Flores, et al, 1994).

De acuerdo a la información disponible en el capítulo 3 del POETCY, que presenta el diagnóstico realizado en el mes de julio de 2007, se presenta a continuación la caracterización ambiental del área, de lo general a lo particular (sistema ambiental del sistema ambiental: UGA DZE01-BAR\_C3-R; área de influencia; y predio del proyecto).

### **Conservación y biodiversidad.**

- *En el paisaje isla de barrera:*

El matorral de dunas costeras ha sido modificado básicamente por el desarrollo urbano, la infraestructura portuaria y las plantaciones de cocotales, en su mayoría afectadas por el amarillamiento letal.

- *En el área de influencia del proyecto:*

El matorral de dunas costeras fue modificado por plantaciones de coco, que fueron afectadas por el amarillamiento letal y actualmente la vegetación de duna costera se encuentra en recuperación, sin embargo, aproximadamente el 23% del área de influencia del proyecto ha sido afectado por construcciones de casas de verano, las calles de arena y actividades antropogénicas.

En la zona de influencia se identifican residuos sólidos urbanos, dispuestos de manera inadecuada por terceras personas.

### **Caracterización de la vegetación.**

La vegetación que se desarrolla en el área de influencia del proyecto corresponde a una vegetación de duna costera; en ella típicamente las comunidades pueden estar dominadas por diversas formas de vida: suelen haber sitios dominados por especies de tipo herbáceo, otras por matorral arbustivo, especies de hábito arbóreo o ambas.

En la vegetación observada en el área de influencia predominan los elementos herbáceos con una estructura vertical no mayor a los 20 cm. La fisonomía de la vegetación está caracterizada por especie como *Agave angustifolia* (Ch'elem), *Ambrosia hispida* (Encaje o margarita de mar), *Mammillaria gaumeri* (pool tsakam), *Bravaisia berlandieriana* (Hulub), *Bumelia retusa* (Puts'mukuy/ Mulche), *Jacquinia macrocarpa* (Pincha huevo), *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), *Lantana involucrata* (Orégano de playa), *Crossopetalum eucymosum* (Kambalkibche), *Scaevola plumieri* (Chunup de playa), *Gossypium hirsutum* (Algodón), entre otras.

En términos generales la vegetación que se desarrolla dentro del área de influencia se encuentra en una etapa de regeneración, donde la mayoría de las especies que la componen se encuentra en diferentes estados de crecimiento y desarrollo.



**Fotografía 10** Vegetación de matorral costero en el área de influencia.



**Fotografía 11** Condiciones de la vegetación del área de influencia.

### Metodología

Con el propósito de identificar y conocer las especies presentes en el área de influencia en el que se pretende desarrollar el proyecto se realizó la colecta de información por medio de un muestreo aleatorio donde se plantearon un total de 3 sitios de muestreo, las dimensiones de los sitios fueron trazadas en cuadrantes de 5 m x 5 m, en donde a cada sitio le corresponde una superficie de 25 m<sup>2</sup>, haciendo un total de 75 m<sup>2</sup> de superficie muestreada. Cada sitio de muestreo fue georreferenciado con un GPS marca Garmin Etrex en coordenadas UTM con Datum WGS84. La ubicación de los sitios de muestreo se señala en la siguiente tabla:

**Tabla 12** Ubicación de los sitios de muestreo en el área de influencia.

| NO. SITIO | COORDENADAS |           |
|-----------|-------------|-----------|
|           | X           | Y         |
| 1         | 247332.8    | 2359986.6 |
| 2         | 247320.4    | 2359869.4 |
| 3         | 247175.4    | 2359936.8 |

En cada sitio se levantaron los siguientes datos identificación y conteo de las especies de flora divididas por estratos, clasificación de las especies de acuerdo a su forma de vida (hábito), por último y para finalizar con los trabajos de campo se realizó un recorrido en el área de influencia para tener un listado completo de las especies de flora presentes.

Los trabajos fueron evidenciados con fotografías para sustentar la información levantada en campo. La información taxonómica y los datos sobre la toponimia (nombres comunes utilizados localmente) se apoyaron en los trabajos y determinaciones realizadas por Arellano-Rodríguez, J.A., J.S. Flores Guido, J. Tun Garrido y M.M. Cruz Bojórquez. 2003.

En gabinete se elaboró un listado general de las especies de flora en la cual se clasificaron por su Familia Botánica, Nombre Científico, Nombre común, Forma de vida, Distribución y sus Usos. También se consultó la normativa para verificar aquellas especies que se encuentran enlistadas bajo algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con los datos obtenidos en campo se calcularon la densidad, área basal, y frecuencia. Para obtener el índice de valor de importancia (I.V.I.) fueron sumados los valores relativos de densidad, área basal y frecuencia. A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas:

**Densidad relativa:**

$$Dr = \frac{ni}{N} (100)$$

**Donde:**

**Dr** = Densidad relativa.

**Ni** = Número de individuos de la especie i

**N** = Número total de individuos

**Frecuencia relativa:**

$$Fr = \frac{Fi}{Fn} (100)$$

**Donde:**

**Fr** = Frecuencia relativa

**Fi** = Frecuencia de la especie i

**Fn** = Suma de las frecuencias de todas las especies

**Dominancia o Cobertura relativa:**

$$Dor = \frac{Abi}{Abn} (100)$$

**Donde:**

**Dor** = Dominancia relativa

**Abi** = Área basal de la especie i

**Abn** = Suma del área basal de todas las especies

**Área basal:**

El área basal de cada individuo se obtuvo con la fórmula: **DAP<sup>2</sup> x 0.7854**

En el caso del estrato herbáceo se consideró la cobertura como factor de dominancia.

**Índices de Valor de Importancia:**

$$I.V.I = Dr + Fr + Dor.$$

**Donde:**

**I.V.I** = Índice de Valor de Importancia

**Dr** = Densidad relativa

**Fr** = Frecuencia relativa

**Dor** = Dominancia relativa

**Diversidad de especies:**

Se estimó a partir del índice de Shannon-Weiner (H), el cual se define como la sumatoria de los productos de la abundancia de cada especie por el logaritmo natural de dicha abundancia. Este índice toma valores de 0 a 5 donde valores inferiores a 2 son considerados zonas de baja diversidad.

Este se calculó mediante la fórmula:

$$H = -\sum Pi (\ln Pi)$$

**Dónde:**

**H**= Índice de Shannon-Weiner

**Pi** =Densidad absoluta de la especie i

**Ln Pi**= Logaritmo natural de la densidad absoluta de la especie i.

Para complementar el análisis se calculó el Índice de Equitatividad de Pielou (J') mediante la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H}{\ln(S)} (100)$$

**Dónde:**

**J'** = Índice de Equitatividad de Pielou

**H** = Índice de Shannon-Weiner

**Ln** = Logaritmo natural

**S** = Número total de especies

**RESULTADOS**

En los sitios de muestreo realizados en el área de influencia del proyecto se contabilizaron un total de 43 especies de flora que están distribuidos en 27 familias botánicas, siendo Gramineae con 5 especies seguido por Cactaceae y Compositae, ambas con 4 especies. En cuanto al resto de las familias botánicas tuvieron riqueza de entre una a dos especies por familia botánica. En la siguiente tabla se muestra el listado de flora identificado dentro del área del proyecto.

**Tabla 13. Listado general de especies de flora identificadas en el área de influencia.**

| ESPECIES                         | NOMBRE COMUN | FORMA DE VIDA | ORIGEN | NOM-059 |
|----------------------------------|--------------|---------------|--------|---------|
| <i>Bravaisia berlandieriana</i>  | Hulub        | Arbusto       | Nativa | N/A     |
| <i>Dicliptera assurgens</i>      | P'oklampix   | Hierba        | Nativa | N/A     |
| <i>Agave angustifolia</i>        | Ch'elem      | Hierba        | Nativa | N/A     |
| <i>Alternanthera ramosissima</i> | Sak pol tes  | Hierba        | Nativa | N/A     |

| ESPECIES                          | NOMBRE COMUN              | FORMA DE VIDA | ORIGEN   | NOM-059   |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------|----------|-----------|
| <i>Iresine diffusa</i>            | Sak tees xiw              | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Metopium brownei</i>           | Cheechem                  | Árbol         | Nativa   | N/A       |
| <i>Metastelma schlechtendalii</i> | Sal xiiw                  | Enredadera    | Nativa   | N/A       |
| <i>Tournefortia gnaphalodes</i>   | Sisimk / tabaquillo       | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Tillandsia dasyliriifolia</i>  | Xchu`u                    | Epifita       | Nativa   | N/A       |
| <i>Acanthocereus pentagonus</i>   | Numtsutsuy                | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Mammillaria gaumeri</i>        | Pool Tsakam               | Hierba        | Endémica | P         |
| <i>Opuntia stricta</i>            | Pak'an / tsakam           | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Selenicereus donkelaarii</i>   | Chooch kan/ pol tsutsuy   | Hierba        | Endémica | N/A       |
| <i>Capparis flexuosa</i>          | chuchuk che'/ yoon xiiw   | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Capparis incana</i>            | Tayche                    | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Crossopetalum eucyosum</i>     | Kambalkibche              | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Suaeda linearis</i>            | Apazote xiw               | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Commelina elegans</i>          | pant'siu / Xpahtsa'       | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Ambrosia hispida</i>           | Encaje / margarita de mar | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Bidens pilosa</i>              | Maskab Chik Buúl          | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Melanthera nivea</i>           | Toplaixix                 | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Porophyllum punctatum</i>      | Xpeech' uk'il             | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Euphorbia heterophylla</i>     | Hobon k'ak'               | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Scaevola plumieri</i>          | Chunup de playa           | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Bouteloua repens</i>           | Nej ch'amak               | Pasto         | Nativa   | N/A       |
| <i>Cenchrus echinatus</i>         | Muul                      | Pasto         | Nativa   | N/A       |
| <i>Cynodon dactylon</i>           | Chimes su'uk              | Pasto         | Nativa   | N/A       |
| <i>Eragrostis tenella</i>         | Ku'usuk                   | Pasto         | Nativa   | N/A       |
| <i>Sporobolus virginicus</i>      | ch'ilibil su'uk           | Pasto         | Nativa   | N/A       |
| <i>Caesalpinia vesicaria</i>      | Toxoc                     | Árbol         | Nativa   | N/A       |
| <i>Canavalia rosea</i>            | Frijol de playa           | Enredadera    | Nativa   | N/A       |
| <i>Gossypium hirsutum</i>         | Algodón                   | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Malvaviscus arboreus</i>       | Tulipan Xiw               | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Neea psychotrioides</i>        | Tatsi                     | Árbol         | Nativa   | N/A       |
| <i>Myrmecophila christinae</i>    | Xon-ikni                  | Hierba        | Nativa   | N/A       |
| <i>Thrinax radiata</i>            | Ch'it                     | Árbol         | Nativa   | Amenazada |
| <i>Passiflora foetida</i>         | Xpoch' ak'                | Enredadera    | Nativa   | N/A       |
| <i>Coccoloba uvifera</i>          | Uva de mar                | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Bumelia retusa</i>             | Puts'mukuy/ Mulche        | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Sideroxylon obtusifolium</i>   | Ha`astoch                 | Árbol         | Nativa   | N/A       |
| <i>Jacquinia macrocarpa</i>       | Pincha huevo              | Arbusto       | Nativa   | N/A       |
| <i>Lantana involucrata</i>        | Orégano de playa          | Arbusto       | Nativa   | N/A       |

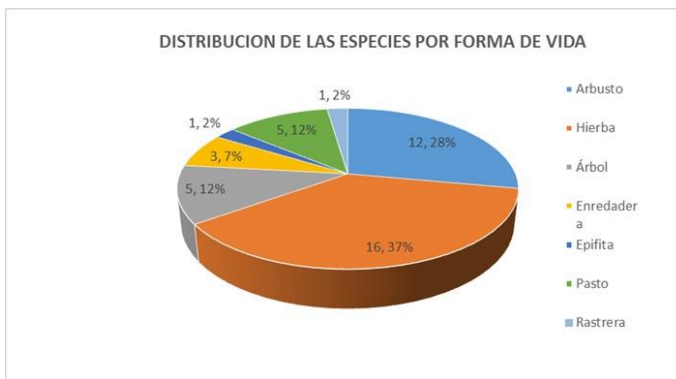




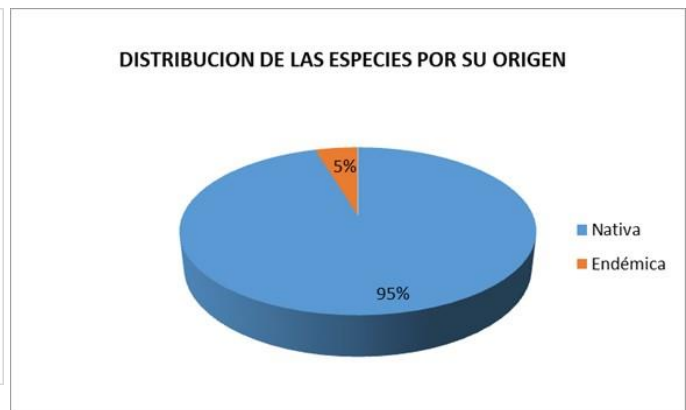
**Figura 14** Distribución de especies por familia botánica del área de influencia.

En cuanto a la distribución de las especies por su forma de vida se tiene que 37 % son hierbas, el 28 % arbustos, el 12 % árboles, 12 % pastos, un 7% enredaderas y rastreras y epífitas, ambas con el 2 %. De lo anterior se observa que la mayoría de las especies presentes en el área de influencia son de hábito herbáceas y arbustivas. La composición florística en relación con las formas de vida encontradas en el área de influencia manifiesta que la vegetación que desarrolla en el área de influencia corresponde a una comunidad de matorral costero que se encuentra en una etapa de recuperación.

En cuanto a la distribución de las especies de acuerdo a su origen, se tiene que la mayoría son nativas con un 95 %, con un endemismo del 5 %.



**Figura 15** Distribución de especies por su forma de vida del área de influencia.



**Figura 16** Distribución de especies de acuerdo a su origen del área de influencia.



## INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

El índice de valor de importación fue calculado para los tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo del área de influencia del proyecto.

### Estrato herbáceo

En este estrato se contabilizaron un total de 26 especies que están distribuidos en 26 familias botánicas. Las especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica en este estrato fueron *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk ), con un valor de 26 %, s valor la obtuvo al presentar valores altos en densidad relativa, seguido por *Canavalia rosea* (Frijol de playa), con un valor del 23 %, *Iresine diffusa* (Sak tees xiw), con un valor de 20 %, *Agave angustifolia* (Ch'elem), con un valor de 19 %, *Selenicereus donkelaarii* (Chooch kan/ pol tsutsuy) y *Ambrosia hispida* (Encaje / margarita de mar), ambas con un valor de 17 %, y *Opuntia stricta* (Pak'an / tsakam), con un valor de 15 %. Por otra parte las especies que obtuvieron los valores más bajos fueron para *Bouteloua repens* (Nej ch'amak), con un valor de 3 %, seguido por *Suaeda linearis* (Apazote xiw), con un valor de 4%, *Melanthera nivea* (Toplaixix), *Tribulus cistoides* (Chakxnuk), con valores de 5 %.

En cuanto a cada uno de los parámetros ecológicos se muestra que las especies con las densidades relativas más altas fueron *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk ), con un valor de 11 %, *Agave angustifolia* (Ch'elem), con un valor de 10 %, *Ambrosia hispida* (Encaje / margarita de mar), *Bidens pilosa* (Maskab Chik Buúl), con el 7%, las otras especies obtuvieron valores menores al 6 %. En cuanto a las frecuencias relativas, cuatro especies se encuentran distribuidas en gran parte del área de influencia del proyecto *Agave angustifolia* (Ch'elem), *Opuntia stricta* (Pak'an / tsakam), *Selenicereus donkelaarii* (Chooch kan/ pol tsutsuy) y *Acanthocereus pentagonus* (Numtsutsuy).

Por otro lado, las especies con las coberturas más altas la presentaron *Canavalia rosea* (Frijol de playa), con un valor de 15 %, seguido por *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk), con un valor de 10 %, *Iresine diffusa* (Sak tees xiw), con un valor de 9 %, *Cenchrus echinatus* (Muul), con un valor de 8 %, *Eragrostis tenella* (Ku'usuk), con un valor de 7 %.

**Tabla 14 Índice de valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo del área de influencia.**

| FAMILIA        | ESPECIE                          | NOMBRE COMÚN              | DR (%) | FR (%) | COR (%) | IVI (%) |
|----------------|----------------------------------|---------------------------|--------|--------|---------|---------|
| ZYGOPHYLLACEAE | <i>Tribulus cistoides</i>        | Chakxnuk                  | 1%     | 2%     | 2%      | 5%      |
| COMPOSITAE     | <i>Bidens pilosa</i>             | Maskab Chik Buúl          | 7%     | 5%     | 1%      | 13%     |
| COMMELINACEAE  | <i>Commelina elegans</i>         | pant'siu / Xpahtsa'       | 3%     | 2%     | 2%      | 7%      |
| EUPHORBIACEAE  | <i>Euphorbia heterophylla</i>    | Hobon k'ak'               | 3%     | 5%     | 1%      | 8%      |
| LEGUMINOSAE    | <i>Canavalia rosea</i>           | Frijol de playa           | 4%     | 5%     | 15%     | 23%     |
| GRAMINEAE      | <i>Cenchrus echinatus</i>        | Muul                      | 2%     | 2%     | 8%      | 12%     |
| GRAMINEAE      | <i>Cynodon dactylon</i>          | Chimes su'uk              | 3%     | 5%     | 3%      | 11%     |
| COMPOSITAE     | <i>Ambrosia hispida</i>          | Encaje / margarita de mar | 7%     | 5%     | 5%      | 17%     |
| GRAMINEAE      | <i>Sporobolus virginicus</i>     | ch'ilibil su'uk           | 11%    | 5%     | 10%     | 26%     |
| CACTACEAE      | <i>Mammillaria gaumeri</i>       | Pool Tsakam               | 4%     | 5%     | 2%      | 11%     |
| AMARANTHACEAE  | <i>Alternanthera ramosissima</i> | Sak pol tes               | 3%     | 2%     | 4%      | 9%      |
| AMARANTHACEAE  | <i>Iresine diffusa</i>           | Sak tees xiw              | 6%     | 5%     | 9%      | 20%     |
| CHENOPODIACEAE | <i>Suaeda linearis</i>           | Apazote xiw               | 1%     | 2%     | 1%      | 4%      |
| PASSIFLORACEAE | <i>Passiflora foetida</i>        | Xpoch' ak'                | 1%     | 2%     | 4%      | 7%      |

| FAMILIA      | ESPECIE                           | NOMBRE COMÚN            | DR (%)      | FR (%)      | COR (%)     | IVI (%)     |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CACTACEAE    | <i>Selenicereus donkelaarii</i>   | Chooch kan/ pol tsutsuy | 5%          | 7%          | 5%          | 17%         |
| AGAVACEAE    | <i>Agave angustifolia</i>         | Ch'elem                 | 10%         | 7%          | 2%          | 19%         |
| CACTACEAE    | <i>Opuntia stricta</i>            | Pak'an / tsakam         | 5%          | 7%          | 3%          | 15%         |
| COMPOSITAE   | <i>Porophyllum punctatum</i>      | Xpeech' uk'il           | 6%          | 5%          | 3%          | 13%         |
| CACTACEAE    | <i>Acanthocereus pentagonus</i>   | Numtsutsuy              | 4%          | 7%          | 1%          | 11%         |
| ACANTACEAE   | <i>Dicliptera assurgens</i>       | P'oklampix              | 2%          | 5%          | 1%          | 8%          |
| ORCHIDACEAE  | <i>Myrmecophila christinae</i>    | Xon-ikni                | 1%          | 2%          | 2%          | 6%          |
| BROMELIACEAE | <i>Tillandsia dasyliroifolia</i>  | Xchu`u                  | 5%          | 2%          | 2%          | 9%          |
| GRAMINEAE    | <i>Eragrostis tenella</i>         | Ku'usuk                 | 4%          | 2%          | 7%          | 14%         |
| GRAMINEAE    | <i>Bouteloua repens</i>           | Nej ch'amak             | 1%          | 2%          | 0%          | 3%          |
| APOCYNACEAE  | <i>Metastelma schlechtendalii</i> | Sal xiiw                | 2%          | 2%          | 3%          | 7%          |
| COMPOSITAE   | <i>Melanthera nivea</i>           | Toplaixix               | 1%          | 2%          | 1%          | 5%          |
| <b>S=15</b>  | <b>S=26</b>                       |                         | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>300%</b> |

**Simbología:** Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa.

### Estrato arbustivo

En este estrato se contabilizaron un total de 12 especies que están distribuidos en 10 familias botánicas. Las especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica en este estrato fueron *Bravaisia berlandieriana* (Hulub), con un valor de 43 %, su valor la obtuvo al presentar valores altos en su densidad relativa y cobertura relativa, seguido por *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), con un valor de 42 %, seguido por *Bumelia retusa* (Puts'mukuy/ Mulche), con un valor de 34 %, *Tournefortia gnaphalodes* (Sisimk / tabaquillo), con un valor de 33 %, *Jacquinia macrocarpa* (Pincha huevo) y *Crossopetalum eucymosum* (Kambalkibche), con valores de 28 %, *Lantana involucrata* (Orégano de playa), con el 25 %, las demás especies o obtuvieron valores menores a 25 %. Por otra parte las especies con los valores más bajos fueron para *Capparis flexuosa* (chuchuk che'/ yoon xiiw) y *Malvaviscus arboreus* (Tulipan Xiw) con valores de 8 %, *Gossypium hirsutum* (Algodón), con un valor de 15 % y *Capparis incana* (Tayche), con valores de 16 %.

En cuanto a la dominancia relativa, son estas mismas especies las que tienen los mayores valores. En lo que respecta a la cobertura *Bravaisia berlandieriana* (Hulub), con un valor de 19 %, seguido por *Bumelia retusa* (Puts'mukuy/ Mulche), con un valor de 16 %, *Jacquinia macrocarpa* (Pincha huevo) y *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), con valores de 14 %.

En cuanto a las frecuencias relativas, las especies con distribución en gran parte del área de influencia fue para *Bumelia retusa* (Puts'mukuy/ Mulche), *Coccoloba uvifera* (Uva de mar) y *Crossopetalum eucymosum* (Kambalkibche). Por otra parte las que obtuvieron las coberturas más altas fue para *Tournefortia gnaphalodes* (Sisimk / tabaquillo), con un valor de 25 %, seguido por *Bravaisia berlandieriana* (Hulub), con el 19 % y *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), con el 14 %.

**Tabla 15 Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo del área de influencia.**

| FAMILIA      | ESPECIE                   | NOMBRE COMÚN       | DR (%) | FR (%) | COR (%) | IVI (%) |
|--------------|---------------------------|--------------------|--------|--------|---------|---------|
| GOODENIACEAE | <i>Scaevola plumieri</i>  | Chunup de playa    | 4%     | 5%     | 12%     | 21%     |
| SAPOTACEAE   | <i>Bumelia retusa</i>     | Puts'mukuy/ Mulche | 16%    | 14%    | 4%      | 34%     |
| POLYGONACEAE | <i>Coccoloba uvifera</i>  | Uva de mar         | 14%    | 14%    | 14%     | 42%     |
| MALVACEAE    | <i>Gossypium hirsutum</i> | Algodón            | 4%     | 5%     | 6%      | 15%     |

| FAMILIA         | ESPECIE                         | NOMBRE COMÚN             | DR (%)      | FR (%)      | COR (%)     | IVI (%)     |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| BORAGINACEAE    | <i>Tournefortia gnaphalodes</i> | Sisimk / tabaquillo      | 3%          | 5%          | 25%         | 33%         |
| VERBENACEAE     | <i>Lantana involucrata</i>      | Orégano de playa         | 11%         | 10%         | 4%          | 25%         |
| CELASTRACEAE    | <i>Crossopetalum eucymosum</i>  | Kambalkibche             | 8%          | 14%         | 6%          | 28%         |
| ACANTACEAE      | <i>Bravaisia berlandieriana</i> | Hulub                    | 19%         | 5%          | 19%         | 43%         |
| THEOPHRASTACEAE | <i>Jacquinia macrocarpa</i>     | Pincha huevo             | 14%         | 10%         | 5%          | 28%         |
| CAPPARIDACEAE   | <i>Capparis incana</i>          | Tayche                   | 3%          | 10%         | 3%          | 16%         |
| CAPPARIDACEAE   | <i>Capparis flexuosa</i>        | chuchuk che' / yoon xiiw | 1%          | 5%          | 1%          | 8%          |
| MALVACEAE       | <i>Malvaviscus arboreus</i>     | Tulipan Xiw              | 3%          | 5%          | 0%          | 8%          |
| <b>S=10</b>     | <b>S=12</b>                     |                          | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>300%</b> |

**Simbología:** Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa.

### Estrato arbóreo

En este estrato se contabilizó un total de 5 especies que están distribuidos en 5 familias botánicas. La especie que presentó el mayor valor de importancia ecológica en este estrato fue *Thrinax radiata* (Ch'it) con un 91 %, su valor ala obtuvo al presentar valores relativos altos en sus coberturas *relativos*, seguido por *Caesalpinia vesicaria* (Toxoc), con un valor de 78 %, *Sideroxylon obtusifolium* (Ha`astoch), con un valor de 57 %. Las especies con los valores más bajos lo presentaron *Metopium brownei* (Cheechem) y *Neea psychotrioides* (Tatsi), con el 51 % y 22 %, respectivamente.

En cuanto a la densidad relativa más alta fue para *Caesalpinia vesicaria* (Toxoc), con un valor de 45 %, seguido por *Sideroxylon obtusifolium* (Ha`astochn), con un valor de 21%, y *Metopium brownei* (Cheechem), con un valor de 18 %. En cuanto a las frecuencias 4 especies se encuentran bien distribuidas en el área de influencia del predio del proyecto, presentándose en dos de tres sitios de muestreo, *Caesalpinia vesicaria* (Toxoc), *Sideroxylon obtusifolium* (Ha`astoch), *Metopium brownei* (Cheechem ), y *Thrinax radiata* (Ch'it). Por otro lado las especies con las coberturas mal altas fueron para *Thrinax radiata* (Ch'it),, con un valor de 64 % seguida por *Sideroxylon obtusifolium* (Ha`astoch), con un valor de 14 %. Las demás especies presentaron valore muy bajos.

**Tabla 16 Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo del área de influencia.**

| FAMILIA       | ESPECIE                         | NOMBRE COMÚN | DR (%)      | FR (%)      | COR (%)     | IVI (%)     |
|---------------|---------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ANACARDIACEAE | <i>Metopium brownei</i>         | Cheechem     | 18%         | 22%         | 11%         | 51%         |
| SAPOTACEAE    | <i>Sideroxylon obtusifolium</i> | Ha`astoch    | 21%         | 22%         | 14%         | 57%         |
| PALMAE        | <i>Thrinax radiata</i>          | Ch'it        | 5%          | 22%         | 64%         | 91%         |
| LEGUMINOSAE   | <i>Caesalpinia vesicaria</i>    | Toxoc        | 45%         | 22%         | 11%         | 78%         |
| NYGTAGINACEAE | <i>Neea psychotrioides</i>      | Tatsi        | 11%         | 11%         | 1%          | 22%         |
| <b>S=5</b>    | <b>S=5</b>                      |              | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>300%</b> |

**Simbología:** Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa.

### ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITABILIDAD

#### Estrato herbáceo

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon-Wiener la diversidad obtenida para el área de influencia en el estrato herbáceo fue de un valor de H= 3.03 con una equitatividad de J= 0.93 que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el área de influencia puede ser considerado con buena diversidad y donde no existen dominancia de algunas especies.

**Tabla 17 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato herbáceo del área de influencia.**

| ESPECIE                             | NOMBRE COMUN              | CANTIDAD | p(i) = n/N | LN p(i) | p(i)*LN p(i) |
|-------------------------------------|---------------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Tribulus cistoides</i>           | Chakxnuk                  | 4        | 0.01       | -4.57   | -0.05        |
| <i>Bidens pilosa</i>                | Maskab Chik Buúl          | 27       | 0.07       | -2.66   | -0.19        |
| <i>Commelina elegans</i>            | pant'siu / Xpahtsa'       | 11       | 0.03       | -3.56   | -0.10        |
| <i>Euphorbia heterophylla</i>       | Hobon k'ak'               | 10       | 0.03       | -3.66   | -0.09        |
| <i>Canavalia rosea</i>              | Frijol de playa           | 14       | 0.04       | -3.32   | -0.12        |
| <i>Cenchrus echinatus</i>           | Muul                      | 8        | 0.02       | -3.88   | -0.08        |
| <i>Cynodon dactylon</i>             | Chimes su'uk              | 11       | 0.03       | -3.56   | -0.10        |
| <i>Ambrosia hispida</i>             | Encaje / margarita de mar | 28       | 0.07       | -2.63   | -0.19        |
| <i>Sporobolus virginicus</i>        | ch'ilibil su'uk           | 42       | 0.11       | -2.22   | -0.24        |
| <i>Mammillaria gaumeri</i>          | Pool Tsakam               | 17       | 0.04       | -3.13   | -0.14        |
| <i>Alternanthera ramosissima</i>    | Sak pol tes               | 10       | 0.03       | -3.66   | -0.09        |
| <i>Iresine diffusa</i>              | Sak tees xiw              | 25       | 0.06       | -2.74   | -0.18        |
| <i>Suaeda linearis</i>              | Apazote xiw               | 4        | 0.01       | -4.57   | -0.05        |
| <i>Passiflora foetida</i>           | Xpoch' ak'                | 4        | 0.01       | -4.57   | -0.05        |
| <i>Selenicereus donkelaarii</i>     | Chooch kan/ pol tsutsuy   | 18       | 0.05       | -3.07   | -0.14        |
| <i>Agave angustifolia</i>           | Ch'elem                   | 39       | 0.10       | -2.29   | -0.23        |
| <i>Opuntia stricta</i>              | Pak'an / tsakam           | 19       | 0.05       | -3.01   | -0.15        |
| <i>Porophyllum punctatum</i>        | Xpeech' uk'il             | 22       | 0.06       | -2.87   | -0.16        |
| <i>Acanthocereus pentagonus</i>     | Numtsutsuy                | 14       | 0.04       | -3.32   | -0.12        |
| <i>Dicliptera assurgens</i>         | P'oklampix                | 7        | 0.02       | -4.01   | -0.07        |
| <i>Myrmecophila christinae</i>      | Xon-ikni                  | 5        | 0.01       | -4.35   | -0.06        |
| <i>Tillandsia dasyliiriifolia</i>   | Xchu`u                    | 18       | 0.05       | -3.07   | -0.14        |
| <i>Eragrostis tenella</i>           | Ku'usuk                   | 15       | 0.04       | -3.25   | -0.13        |
| <i>Bouteloua repens</i>             | Nej ch'amak               | 2        | 0.01       | -5.27   | -0.03        |
| <i>Metastelma schlechtendalii</i>   | Sal xiiw                  | 8        | 0.02       | -3.88   | -0.08        |
| <i>Melanthera nivea</i>             | Toplaixix                 | 5        | 0.01       | -4.35   | -0.06        |
| <b>S=26</b>                         |                           | 387      |            |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |                           |          |            |         | 3.030        |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |                           |          |            |         | 3.258        |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |                           |          |            |         | 0.930        |

### Estrato arbustivo

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad obtenida para el área de influencia en el estrato arbustivo tuvo de un valor de H= 2.23 con una equitabilidad de J= 0.90 que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el área de influencia en este estrato se considera intermedia, mientras en el valor de equitabilidad sugiere que se presenta poca dominancia de ciertas especies.

**Tabla 18 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbustivo en el área de influencia.**

| ESPECIE                   | NOMBRE COMUN       | CANTIDAD | p(i) = n/N | LN p(i) | p(i)*LN p(i) |
|---------------------------|--------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Scaevola plumieri</i>  | Chunup de playa    | 6        | 0.039      | -3.245  | -0.126       |
| <i>Bumelia retusa</i>     | Puts'mukuy/ Mulche | 24       | 0.156      | -1.859  | -0.290       |
| <i>Coccoloba uvifera</i>  | Uva de mar         | 21       | 0.136      | -1.992  | -0.272       |
| <i>Gossypium hirsutum</i> | Algodón            | 6        | 0.039      | -3.245  | -0.126       |

| ESPECIE                             | NOMBRE COMUN             | CANTIDAD | p(i) = n/N | LN p(i) | p(i)*LN p(i) |
|-------------------------------------|--------------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Tournefortia gnaphalodes</i>     | Sisimk / tabaquillo      | 5        | 0.032      | -3.428  | -0.111       |
| <i>Lantana involucrata</i>          | Orégano de playa         | 17       | 0.110      | -2.204  | -0.243       |
| <i>Crossopetalum eucyosum</i>       | Kambalkibche             | 12       | 0.078      | -2.552  | -0.199       |
| <i>Bravaisia berlandieriana</i>     | Hulub                    | 30       | 0.195      | -1.636  | -0.319       |
| <i>Jacquinia macrocarpa</i>         | Pincha huevo             | 22       | 0.143      | -1.946  | -0.278       |
| <i>Capparis incana</i>              | Tayche                   | 5        | 0.032      | -3.428  | -0.111       |
| <i>Capparis flexuosa</i>            | chuchuk che' / yoon xiiw | 2        | 0.013      | -4.344  | -0.056       |
| <i>Malvaviscus arboreus</i>         | Tulipan Xiw              | 4        | 0.026      | -3.651  | -0.095       |
| <b>S=12</b>                         |                          | 154      |            |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |                          |          |            |         | 2.23         |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |                          |          |            |         | 2.48         |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |                          |          |            |         | 0.90         |

### Estrato arbóreo

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad obtenida para el área de influencia en el estrato arbustivo fue de un valor de H= 1.39 con una equitabilidad de J= 0.86 que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el área de influencia en este estrato es muy baja y que no existen dominancia marcada de alguna especie.

**Tabla 19 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbóreo del área de influencia.**

| ESPECIE                             | NOMBRE COMUN | CANTIDAD | p(i) = n/N | LN p(i) | p(i)*LN p(i) |
|-------------------------------------|--------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Metopium brownei</i>             | Cheechem     | 10       | 0.1786     | -1.7228 | -0.3076      |
| <i>Sideroxylon obtusifolium</i>     | Ha`astoch    | 12       | 0.2143     | -1.5404 | -0.3301      |
| <i>Thrinax radiata</i>              | Ch'it        | 3        | 0.0536     | -2.9267 | -0.1568      |
| <i>Caesalpinia vesicaria</i>        | Toxoc        | 25       | 0.4464     | -0.8065 | -0.3600      |
| <i>Neea psychotrioides</i>          | Tatsi        | 6        | 0.1071     | -2.2336 | -0.2393      |
| <b>S=5</b>                          |              | 56       | 1          |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |              |          |            |         | 1.394        |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |              |          |            |         | 1.609        |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |              |          |            |         | 0.866        |

### PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES VEGETALES BAJO EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN LEGAL.

Se comparó la lista de organismos identificados en el campo con la de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, y se determinó que en el área de influencia del proyecto se encontraron 2 especies enlistadas en esta norma: *Thrinax radiata* y *Mamillaria gaumeri* que se encuentran en la categoría de Amenazada (A) y en Peligro de extinción (P), respectivamente.



## b) Listado florístico

### TIPOS DE VEGETACIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

La vegetación que se desarrolla en el área donde se pretende realizar el proyecto corresponde a una vegetación de matorral y de duna costera; La fisonomía de la vegetación es característica de la zona costera Yucateca, las comunidades de especies vegetales pueden estar dominadas por diversas formas de vida: suelen haber sitios dominados por especies de tipo herbáceo, otra por matorral arbustivo, especies de hábito arbóreo o ambas, así como especies rastreras.

La fisonomía de la vegetación corresponde principalmente a especies del estrato arbustivo y herbáceo, la estructura vertical del estrato arbustivo corresponde a una altura promedio de 0.90 m, el cual se encuentra representada en mayor parte por las especies de *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), *Lantana involucrata* (Orégano de playa) y *Malvaviscus arboreus* (Tulipan Xiw). En cuanto a las especies de tipo herbáceo se encuentran mejor representadas *Iresine diffusa* (Sak tees xiw), *Selenicereus donkelaarii* (Chooch kan/ pol tsutsuy), *Agave angustifolia* (Ch'elem), *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk), *Acanthocereus pentagonus* (Numtsutsuy) y *Urechites andrieuxii*, (Biperol). En cuanto al estrato arbóreo *Sideroxylon obtusifolium* (Ha`astoch) y *Metopium brownei* (Cheechem), fueron las más representativas. Dentro de las especies registradas destacan dos especies incluidas en **la NOM-059-SEMARNAT-2010**, *Mammillaria gaumeri*, catalogada como una especie en estatus de Peligro de extinción (**P**), así como considerada como una especie endémica de la península de Yucatán y *Thrinax radiata* (Ch'it), catalogada como una especie en estatus de amenazada (**A**). Otra especie considerada endémica es *Selenicereus donkelaarii* (Chooch kan/ pol tsutsuy).

En términos generales la vegetación que se desarrolla dentro del área de proyecto se encuentra en una etapa de regeneración, donde la mayoría de las especies que la componen se encuentra en diferentes estados de crecimiento y desarrollo.



Fotografía 12 Vegetación que se desarrolla en el predio.

Con el propósito de identificar y conocer las especies presentes en el predio en el que se pretende desarrollar el proyecto se realizó la colecta de información por medio de un muestreo aleatorio donde se plantearon un total de 3 sitios de muestreo, las dimensiones de los sitios fueron trazadas en cuadrantes de 5 m x 5 m, en donde a cada sitio le corresponde una superficie de 25 m<sup>2</sup>, haciendo un

total de 75 m<sup>2</sup> de superficie muestreada. Cada sitio de muestreo fue georreferenciado con un GPS marca Garmin Etrex en coordenadas UTM con Datum WGS84. La ubicación de los sitios de muestreo se señala en la tabla siguiente:

**Tabla 20 Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo.**

| NO. SITIO | COORDENADAS |            |
|-----------|-------------|------------|
|           | X           | Y          |
| 1         | 247306.00   | 2359959.00 |
| 2         | 247307.00   | 2359977.00 |
| 3         | 247307.00   | 2359991.00 |

En cada sitio se levantaron los siguientes datos identificación y conteo de las especies de flora divididas por estratos, clasificación de las especies de acuerdo a su forma de vida (hábito), por último y para finalizar con los trabajos de campo se realizó un recorrido por todo el predio para tener un listado completo de las especies de flora presentes en el predio. Cabe mencionar que las especie observadas fuera de lo sitios de muestreo fueron anexadas al listado general de especies, pero no fueron consideradas durante el análisis.



**Fotografía 13** Elaboración de sitios de muestreo.



**Fotografía 14** Registro e identificación botánica.

Los trabajos fueron evidenciados con fotografías para sustentar la información levantada en campo. La información taxonómica y los datos sobre la toponimia (nombres comunes utilizados localmente) se apoyaron en los trabajos y determinaciones realizadas por Arellano-Rodríguez, J.A., J.S. Flores Guido, J. Tun Garrido y M.M. Cruz Bojórquez. 2003.

En gabinete se elaboró un listado general de las especies de flora en la cual se clasificaron por su Familia Botánica, Nombre Científico, Nombre común, Forma de vida, Distribución y sus Usos. También se consultó la normativa para verificar aquellas especies que se encuentran enlistadas bajo algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con los datos obtenidos en campo se calcularon la densidad, área basal, y frecuencia. Para obtener el índice de valor de importancia (I.V.I.) fueron sumados los valores relativos de densidad, área basal y frecuencia.



A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas:

**Densidad relativa:**

$$Dr = \frac{ni}{N} (100)$$

Donde:

**Dr**=Densidad relativa.

**ni**=Número de individuos de la especie i

**N** = Número total de individuos

**Frecuencia relativa:**

$$Fr = \frac{Fi}{Fn} (100)$$

Donde:

**Fr** = Frecuencia relativa

**Fi** =Frecuencia de la especie i

**Fn**= Suma de las frecuencias de todas las especies

**Dominancia o Cobertura relativa:**

$$Dor = \frac{Abi}{Abn} (100)$$

Donde:

**Dor** =Dominancia relativa

**Abi** =Área basal de la especie i

**Abn**= Suma del área basal de todas las especies

**Área basal:**

El área basal de cada individuo se obtuvo con la fórmula: **DAP<sup>2</sup> x 0.7854**

En el caso del estrato herbáceo se consideró la cobertura como factor de dominancia.

**Índices de Valor de Importancia:**

$$I.V.I = Dr + Fr + Dor.$$

Donde:

**I.V.I** =Índice de Valor de Importancia

**Dr**= Densidad relativa

**Fr** =Frecuencia relativa

**Dor**= Dominancia relativa

**Diversidad de especies:**

Se estimó a partir del índice de Shannon-Weiner (H), el cual se define como la sumatoria de los productos de la abundancia de cada especie por el logaritmo natural de dicha abundancia. Este índice toma valores de 0 a 5 donde valores inferiores a 2 son considerados zonas de baja diversidad.

Este se calculó mediante la fórmula:

$$H = -\sum P_i (\ln P_i)$$

**Dónde:**

**H**= Índice de Shannon-Weiner

**P<sub>i</sub>** =Densidad absoluta de la especie i

**Ln P<sub>i</sub>**= Logaritmo natural de la densidad absoluta de la especie i.

Para complementar el análisis se calculó el Índice de Equitabilidad de Pielou (J') mediante la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H}{\ln(S)} (100)$$

**Dónde:**

**J'**= Índice de Equitabilidad de Pielou

**H**= Índice de Shannon-Weiner

**Ln**= Logaritmo natural

**S**=Número total de especies

## RESULTADOS

Con base en los muestreos realizados en los sitios de muestreos dentro del predio del proyecto, se tiene la siguiente información:

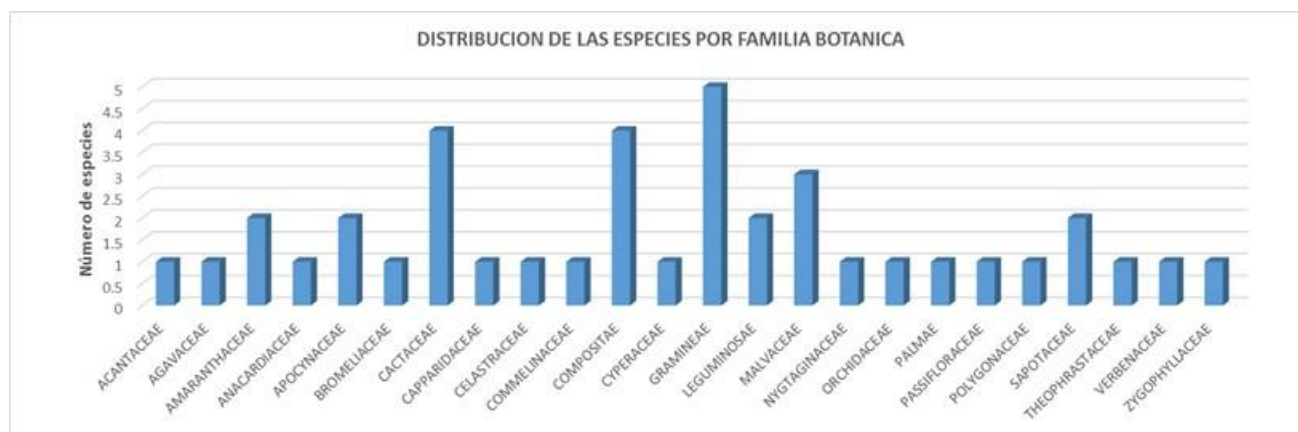
Se contabilizaron un total de 40 especies de flora que están distribuidos en 24 familias botánicas, siendo Gramineae, Cactaceae, Compositae y Malvaceae, las que presentaron la mayor riqueza de especies con S=5, S=4, S=4 y S=3, respectivamente. En cuanto al resto de las familias botánicas únicamente tuvieron la riqueza de una o dos especies sola por familia botánica.

**Tabla 21 Listado general de especies de flora identificadas en el área del proyecto.**

| FAMILIA       | ESPECIES                          | NOMBRE COMUN              | FORMA DE VIDA | ORIGEN   |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------|----------|
| ACANTACEAE    | <i>Dicliptera assurgens</i>       | P'oklampix                | Hierba        | Nativa   |
| AGAVACEAE     | <i>Agave angustifolia</i>         | Ch'elem                   | Hierba        | Nativa   |
| AMARANTHACEAE | <i>Alternanthera ramosissima</i>  | Sak pol tes               | Hierba        | Nativa   |
| AMARANTHACEAE | <i>Iresine diffusa</i>            | Sak tees xiw              | Hierba        | Nativa   |
| ANACARDIACEAE | <i>Metopium brownei</i>           | Cheechem                  | Árbol         | Nativa   |
| APOCYNACEAE   | <i>Metastelma schlechtendalii</i> | Sal xiiw                  | Enredadera    | Nativa   |
| APOCYNACEAE   | <i>Urechites andrieuxii</i>       | Biperol                   | Enredadera    | Nativa   |
| BROMELIACEAE  | <i>Tillandsia dasyliiriifolia</i> | Xchu`u                    | Epifita       | Nativa   |
| CACTACEAE     | <i>Acanthocereus pentagonus</i>   | Numtsutsuy                | Hierba        | Nativa   |
| CACTACEAE     | <i>Mammillaria gaumeri</i>        | Pool Tsakam               | Hierba        | Endémica |
| CACTACEAE     | <i>Opuntia stricta</i>            | Pak'an / tsakam           | Hierba        | Nativa   |
| CACTACEAE     | <i>Selenicereus donkelaarii</i>   | Chooch kan/ pol tsutsuy   | Hierba        | Endémica |
| CAPPARIDACEAE | <i>Capparis flexuosa</i>          | chuchuk che' / yoon xiiw  | Arbusto       | Nativa   |
| CELASTRACEAE  | <i>Crossopetalum eucyosum</i>     | Kambalkibche              | Arbusto       | Nativa   |
| COMMELINACEAE | <i>Commelina elegans</i>          | pant'siu / Xpahtsa'       | Hierba        | Nativa   |
| COMPOSITAE    | <i>Ambrosia hispida</i>           | Encaje / margarita de mar | Hierba        | Nativa   |

| FAMILIA         | ESPECIES                        | NOMBRE COMUN       | FORMA DE VIDA | ORIGEN |
|-----------------|---------------------------------|--------------------|---------------|--------|
| COMPOSITAE      | <i>Bidens pilosa</i>            | Maskab Chik Buúl   | Hierba        | Nativa |
| COMPOSITAE      | <i>Melanthera nivea</i>         | Toplaixix          | Hierba        | Nativa |
| COMPOSITAE      | <i>Porophyllum punctatum</i>    | Xpeech' uk'il      | Hierba        | Nativa |
| CYPERACEAE      | <i>Fimbristylis cymosa</i>      | ki'ch'em (maya)    | pasto         | Nativa |
| GRAMINEAE       | <i>Bouteloua repens</i>         | Nej ch'amak        | Pasto         | Nativa |
| GRAMINEAE       | <i>Cenchrus echinatus</i>       | Muul               | Pasto         | Nativa |
| GRAMINEAE       | <i>Cynodon dactylon</i>         | Chimes su'uk       | Pasto         | Nativa |
| GRAMINEAE       | <i>Eragrostis tenella</i>       | Ku'usuk            | Pasto         | Nativa |
| GRAMINEAE       | <i>Sporobolus virginicus</i>    | ch'ilibil su'uk    | Pasto         | Nativa |
| LEGUMINOSAE     | <i>Caesalpinia vesicaria</i>    | Toxoc              | Árbol         | Nativa |
| LEGUMINOSAE     | <i>Canavalia rosea</i>          | Frijol de playa    | Enredadera    | Nativa |
| MALVACEAE       | <i>Gossypium hirsutum</i>       | Algodón            | Arbusto       | Nativa |
| MALVACEAE       | <i>Malvaviscus arboreus</i>     | Tulipan Xiw        | Arbusto       | Nativa |
| MALVACEAE       | <i>Waltheria americana</i>      | Sak xiw            | Hierba        | Nativa |
| NYGTAGINACEAE   | <i>Neea psychotrioides</i>      | Tatsi              | Árbol         | Nativa |
| ORCHIDACEAE     | <i>Myrmecophila christinae</i>  | Xon-ikni           | Hierba        | Nativa |
| PALMAE          | <i>Thrinax radiata</i>          | Ch'it              | Árbol         | Nativa |
| PASSIFLORACEAE  | <i>Passiflora foetida</i>       | Xpoch' ak'         | Enredadera    | Nativa |
| POLYGONACEAE    | <i>Coccoloba uvifera</i>        | Uva de mar         | Arbusto       | Nativa |
| SAPOTACEAE      | <i>Bumelia retusa</i>           | Puts'mukuy/ Mulche | Arbusto       | Nativa |
| SAPOTACEAE      | <i>Sideroxylon obtusifolium</i> | Ha`astoch          | Árbol         | Nativa |
| THEOPHRASTACEAE | <i>Jacquinia macrocarpa</i>     | Pincha huevo       | Arbusto       | Nativa |
| VERBENACEAE     | <i>Lantana involucrata</i>      | Orégano de playa   | Arbusto       | Nativa |
| ZYGOPHYLLACEAE  | <i>Tribulus cistoides</i>       | Chakxnuk           | Rastrera      | Nativa |

En la siguiente grafica se muestra la distribución de las especies por familia botánica.



**Figura 17 Distribución de especies por familia botánica.**

En cuanto a la distribución de las especies por su forma de vida se tiene que 38 % son hierbas, el 20 % arbustos, el 15 % pastos, el 13 % árboles, enredaderas un 10 %, epifitas y rastreras, ambas con el 3%. De lo anterior se observa que la mayoría de las especies presentes en el predio son de hábitos herbáceos. La composición florística en relación con las formas de vida encontradas en el predio,

manifiesta que la vegetación que desarrolla en el predio corresponde a una comunidad de matorral costero, que si bien se encuentra en una etapa de recuperación.

En relación a la distribución de las especies de acuerdo a su origen, se tiene que la mayoría son nativas con un 95 %, con un endemismo del 5 %.

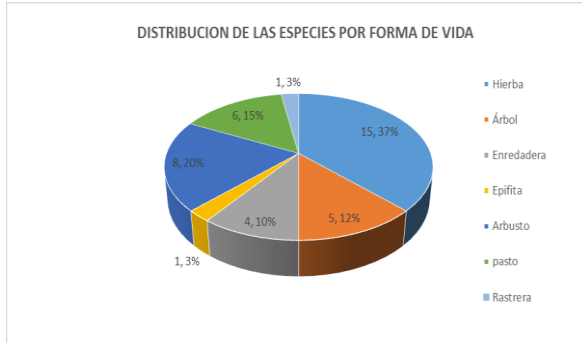


Figura 18 Distribución de especies por su forma de vida.

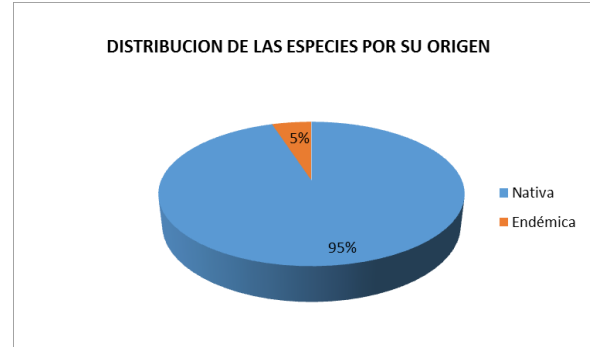


Figura 19 Distribución de especies de acuerdo a su origen.

## INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

El índice de valor de importación fue calculado para los tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo.

### Estrato herbáceo

En este estrato se contabilizaron un total de 27 especies que están distribuidos en 15 familias botánicas. La especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica en este estrato fueron *Iresine diffusa* (Sak tees xiw), con un valor de 29 %, su valor la obtuvo al presentar valores altos en su densidad relativa, seguido por *Agave angustifolia* (Ch'elem), con un valor de 23 %, su valor la obtuvo al presentar valores altos en densidad relativa, le sigue *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk ), con un valor de 22 %, seguido por *Cenchrus echinatus* (Muul), con un valor de 18 %, *Acanthocereus pentagonus* (Numtsutsuy), con un valor de 17 %, las demás especies obtuvieron valores menores al 15 %. Por otro lado las especies con los valores más bajos lo presentaron *Porophyllum punctatum* (Xpeech' uk'il), con un valor del 3 %, seguido por *Melanthera nivea* (Toplaix), *Metastelma schlechtendalii* (Sal xiw), y *Commelina elegans* (pant'siu / Xpahtsa'), con valores del 3 %.

En cuanto a cada uno de los parámetros ecológicos se muestra que las especies con las densidades más altas fueron *Iresine diffusa* (Sak tees xiw), con un valor de 12 %, seguido por *Selenicereus donkelaarii* (Chooch kan/ pol tsutsuy), y *Agave angustifolia* (Ch'elem), ambas con el 10 %, *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk ), con un valor de 9 %, seguido por *Acanthocereus pentagonus* (Numtsutsuy), *Urechites andrieuxii* (Biperol), ambas con el 6 % del valor, mientras que el resto de las especies tuvieron densidades por debajo del 4 % lo que se refleja como especies poco abundantes. En relación a las frecuencias se observa al menos 4 especies como las más comunes en el predio: *Iresine diffusa* (Sak tees xiw), *Agave angustifolia* (Ch'elem), *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk), y *Acanthocereus pentagonus* (Numtsutsuy).

Por otra parte, las especies con las coberturas más altas la presentaron *Cenchrus echinatus* (Muul), *Eragrostis tenella* (Ku'usuk), *Iresine diffusa* (Sak tees xiw) y *Bouteloua repens* (Nej ch'amak).

**Tabla 22 Índice de valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo.**

| FAMILIA        | ESPECIE                           | NOMBRE COMUN              | DR (%)      | FR (%)      | COR (%)     | IVI (%)     |
|----------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| AGAVACEAE      | <i>Agave angustifolia</i>         | Ch'elem                   | 10%         | 7%          | 6%          | 23%         |
| COMMELINACEAE  | <i>Commelina elegans</i>          | pant'siu / Xpahtsa'       | 2%          | 2%          | 0.1%        | 4%          |
| CACTACEAE      | <i>Selenicereus donkelaarii</i>   | Chooch kan/ pol tsutsuy   | 10%         | 2%          | 1%          | 14%         |
| CACTACEAE      | <i>Mammillaria gaumeri</i>        | Pool Tsakam               | 3%          | 2%          | 2%          | 7%          |
| LEGUMINOSAE    | <i>Canavalia rosea</i>            | Frijol de playa           | 2%          | 2%          | 7%          | 12%         |
| COMPOSITAE     | <i>Porophyllum punctatum</i>      | Xpeech' uk'il             | 1%          | 2%          | 0.2%        | 3%          |
| GRAMINEAE      | <i>Bouteloua repens</i>           | Nej ch'amak               | 1%          | 2%          | 9%          | 12%         |
| GRAMINEAE      | <i>Eragrostis tenella</i>         | Ku'usuk                   | 1%          | 2%          | 11%         | 13%         |
| MALVACEAE      | <i>Waltheria americana</i>        | Sak xiw                   | 4%          | 2%          | 4%          | 10%         |
| COMPOSITAE     | <i>Ambrosia hispida</i>           | Encaje / margarita de mar | 3%          | 5%          | 5%          | 13%         |
| CACTACEAE      | <i>Opuntia stricta</i>            | Pak'an / tsakam           | 4%          | 5%          | 2%          | 10%         |
| CACTACEAE      | <i>Acanthocereus pentagonus</i>   | Numtsutsuy                | 6%          | 7%          | 4%          | 17%         |
| GRAMINEAE      | <i>Sporobolus virginicus</i>      | ch'ilibil su'uk           | 9%          | 7%          | 6%          | 22%         |
| BROMELIACEAE   | <i>Tillandsia dasyliiriifolia</i> | Xchu`u                    | 4%          | 5%          | 2%          | 11%         |
| ORCHIDACEAE    | <i>Myrmecophila christinae</i>    | Xon-ikni                  | 1%          | 2%          | 2%          | 5%          |
| COMPOSITAE     | <i>Melanthera nivea</i>           | Toplaixix                 | 1%          | 2%          | 0.1%        | 4%          |
| AMARANTHACEAE  | <i>Iresine diffusa</i>            | Sak tees xiw              | 12%         | 7%          | 10%         | 29%         |
| APOCYNACEAE    | <i>Metastelma schlechtendalii</i> | Sal xiiw                  | 1%          | 2%          | 0%          | 4%          |
| PASSIFLORACEAE | <i>Passiflora foetida</i>         | Xpoch' ak'                | 2%          | 5%          | 1%          | 8%          |
| APOCYNACEAE    | <i>Urechites andrieuxii</i>       | Biperol                   | 6%          | 5%          | 1%          | 11%         |
| AMARANTHACEAE  | <i>Alternanthera ramosissima</i>  | Sak pol tes               | 4%          | 5%          | 2%          | 10%         |
| COMPOSITAE     | <i>Bidens pilosa</i>              | Maskab Chik Buúl          | 4%          | 5%          | 3%          | 12%         |
| GRAMINEAE      | <i>Cenchrus echinatus</i>         | Muul                      | 1%          | 5%          | 12%         | 18%         |
| ZYGOPHYLLACEAE | <i>Tribulus cistoides</i>         | Chakxnuk                  | 3%          | 2%          | 2%          | 8%          |
| ACANTACEAE     | <i>Dicliptera assurgens</i>       | P'oklampix                | 1%          | 2%          | 4%          | 7%          |
| GRAMINEAE      | <i>Cynodon dactylon</i>           | Chimes su'uk              | 2%          | 2%          | 4%          | 9%          |
| CYPERACEAE     | <i>Fimbristylis cymosa</i>        | ki'ch'em (maya)           | 2%          | 2%          | 1%          | 5%          |
| <b>S=15</b>    | <b>S=27</b>                       |                           | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>300%</b> |

**Simbología:** Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa.

### Estrato arbustivo

En este estrato se contabilizaron un total de 8 especies que están distribuidos en 7 familias botánicas. Las especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica en este estrato fueron *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), con un valor de 84 %, su valor la obtuvo al presentar valores altos en su densidad relativa, seguido por *Bumelia retusa* (Puts'mukuy/ Mulche), con un valor de 54 %, *Lantana involucrata* (Orégano de playa), con el 41 %, *Malvaviscus arboreus* (Tulipan Xiw), con un valor de 36 %, y *Gossypium hirsutum* (Algodón) con un valor de 35 %. Por otra parte las especies con los valores más bajos la presentaron *Capparis flexuosa* (chuchuk che'/ yoon xiiw ), con el 12 %, seguido por *Crossopetalum eucymosum* (Kambalkibche ), con el 13 % y *Jacquinia macrocarpa* (Pincha huevo), con el 24 %.

En cuanto a la densidad relativa *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), con un valor de 44 %, seguido por *Lantana involucrata* (Orégano de playa), con el 17 % y *Malvaviscus arboreus* (Tulipan Xiw), con un valor de 14 %. Por otro lado tres especies se encuentran bien representados en todo el predio, es decir se

presentaron en tres de tres sitios de muestreo *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), *Lantana involucrata* (Orégano de playa) y *Malvaviscus arboreus* (Tulipan Xiw). En cuanto a la cobertura *Bumelia retusa* (Puts'mukuy/ Mulche), *Coccoloba uvifera* (Uva de mar) y *Gossypium hirsutum* (Algodón) son las que tienen mayor cobertura.

**Tabla 23 Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo.**

| FAMILIA         | ESPECIE                       | NOMBRE COMUN            | DR (%)      | FR (%)      | COR (%)     | IVI (%)     |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| POLYGONACEAE    | <i>Coccoloba uvifera</i>      | Uva de mar              | 44%         | 18%         | 23%         | 84%         |
| THEOPHRASTACEAE | <i>Jacquinia macrocarpa</i>   | Pincha huevo            | 5%          | 12%         | 8%          | 24%         |
| MALVACEAE       | <i>Malvaviscus arboreus</i>   | Tulipan Xiw             | 14%         | 18%         | 5%          | 36%         |
| CELASTRACEAE    | <i>Crossopetalum eucyosum</i> | Kambalkibche            | 6%          | 6%          | 1%          | 13%         |
| SAPOTACEAE      | <i>Bumelia retusa</i>         | Puts'mukuy/ Mulche      | 5%          | 12%         | 36%         | 54%         |
| VERBENACEAE     | <i>Lantana involucrata</i>    | Orégano de playa        | 17%         | 18%         | 7%          | 41%         |
| CAPPARIDACEAE   | <i>Capparis flexuosa</i>      | chuchuk che'/ yoon xiiw | 1%          | 6%          | 5%          | 12%         |
| MALVACEAE       | <i>Gossypium hirsutum</i>     | Algodón                 | 8%          | 12%         | 16%         | 35%         |
| <b>S=7</b>      | <b>S=8</b>                    |                         | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>300%</b> |

**Simbología:** Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa.

### Estrato arbóreo

En este estrato se contabilizaron un total de 5 especies que están distribuidos en 5 familias botánicas. Las especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica en este estrato fueron *Sideroxylon obtusifolium* (Ha`astoch), con un valor de 104 %, su valor la obtuvo al presentar valores altos en densidades y coberturas, seguido por *Metopium brownei* (Cheechem), con un valor del 80 %, y *Caesalpinia vesicaria* (Toxoc), con un valor de 67 %. Por otro lado las especies con los valores más bajos lo presentaron *Neea psychotrioides* (Tatsi) y *Thrinax radiata* (Ch'it).

En cuanto a la densidad relativa *Sideroxylon obtusifolium* (Ha`astoch), con un valor de 45 %, seguido por *Metopium bownei* (Chechem), *Caesalpinia vesicaria* (Toxoc), ambas con el 21 %, por otra parte los valores más bajos lo presento *Neea psychotrioides* (Tatsi), con un valor del 5 %. La especie que estuvo bien representado en todo el predio fue para *Metopium brownei* (Cheechem), es decir se pre4sento en los tres sitios de muestreo.

En cuanto a las coberturas *Sideroxylon obtusifolium* (Ha`astoch), con un valor de 37 %, seguido por *Caesalpinia vesicaria* (Toxoc) con el 34 % y *Metopium brownei* (Cheechem), con un valor de 25 %.

**Tabla 24 Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo**

| FAMILIA       | ESPECIE                         | NOMBRE COMUN | DR (%)      | FR (%)      | COR (%)     | IVI (%)     |
|---------------|---------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| SAPOTACEAE    | <i>Sideroxylon obtusifolium</i> | Ha`astoch    | 45%         | 22%         | 37%         | 104%        |
| ANACARDIACEAE | <i>Metopium brownei</i>         | Cheechem     | 21%         | 33%         | 25%         | 80%         |
| LEGUMINOSAE   | <i>Caesalpinia vesicaria</i>    | Toxoc        | 21%         | 11%         | 34%         | 67%         |
| PALMAE        | <i>Thrinax radiata</i>          | Ch'it        | 7%          | 22%         | 1%          | 30%         |
| NYGTAGINACEAE | <i>Neea psychotrioides</i>      | Tatsi        | 5%          | 11%         | 3%          | 19%         |
| <b>S=5</b>    | <b>S=5</b>                      |              | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>300%</b> |

**Simbología:** Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa.



## ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITABILIDAD

### Estrato herbáceo

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon-Wiener la diversidad obtenida para el predio en el estrato herbáceo fue de un valor de  $H = 2.97$  con una equitabilidad de  $J = 0.90$  que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el predio es media y donde existen poca dominancia de algunas especies.

**Tabla 25 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato herbáceo.**

| ESPECIE                             | NOMBRE COMUN              | CANTIDAD | P(I) = N/N | LN P(I) | P(I)*LN P(I) |
|-------------------------------------|---------------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Agave angustifolia</i>           | Ch'elem                   | 17       | 0.098      | -2.320  | -0.228       |
| <i>Commelina elegans</i>            | pant'siu / Xpahtsa'       | 3        | 0.017      | -4.055  | -0.070       |
| <i>Selenicereus donkelaarii</i>     | Chooch kan/ pol tsutsuy   | 18       | 0.104      | -2.263  | -0.235       |
| <i>Mammillaria gaumeri</i>          | Pool Tsakam               | 5        | 0.029      | -3.544  | -0.102       |
| <i>Canavalia rosea</i>              | Frijol de playa           | 3        | 0.017      | -4.055  | -0.070       |
| <i>Porophyllum punctatum</i>        | Xpeech' uk'il             | 1        | 0.006      | -5.153  | -0.030       |
| <i>Bouteloua repens</i>             | Nej ch'amak               | 2        | 0.012      | -4.460  | -0.052       |
| <i>Eragrostis tenella</i>           | Ku'usuk                   | 1        | 0.006      | -5.153  | -0.030       |
| <i>Waltheria americana</i>          | Sak xiw                   | 7        | 0.040      | -3.207  | -0.130       |
| <i>Ambrosia hispida</i>             | Encaje / margarita de mar | 6        | 0.035      | -3.362  | -0.117       |
| <i>Opuntia stricta</i>              | Pak'an / tsakam           | 7        | 0.040      | -3.207  | -0.130       |
| <i>Acanthocereus pentagonus</i>     | Numtsutsuy                | 11       | 0.064      | -2.755  | -0.175       |
| <i>Sporobolus virginicus</i>        | ch'ilibil su'uk           | 15       | 0.087      | -2.445  | -0.212       |
| <i>Tillandsia dasyliriifolia</i>    | Xchu`u                    | 7        | 0.040      | -3.207  | -0.130       |
| <i>Myrmecophila christinae</i>      | Xon-ikni                  | 2        | 0.012      | -4.460  | -0.052       |
| <i>Melanthera nivea</i>             | Toplaixix                 | 2        | 0.012      | -4.460  | -0.052       |
| <i>Iresine diffusa</i>              | Sak tees xiw              | 21       | 0.121      | -2.109  | -0.256       |
| <i>Metastelma schlechtendalii</i>   | Sal xiiw                  | 2        | 0.012      | -4.460  | -0.052       |
| <i>Passiflora foetida</i>           | Xpoch' ak'                | 3        | 0.017      | -4.055  | -0.070       |
| <i>Urechites andrieuxii</i>         | Biperol                   | 10       | 0.058      | -2.851  | -0.165       |
| <i>Alternanthera ramosissima</i>    | Sak pol tes               | 7        | 0.040      | -3.207  | -0.130       |
| <i>Bidens pilosa</i>                | Maskab Chik Buúl          | 7        | 0.040      | -3.207  | -0.130       |
| <i>Cenchrus echinatus</i>           | Muul                      | 2        | 0.012      | -4.460  | -0.052       |
| <i>Tribulus cistoides</i>           | Chakxnuk                  | 6        | 0.035      | -3.362  | -0.117       |
| <i>Dicliptera assurgens</i>         | P'oklampix                | 1        | 0.006      | -5.153  | -0.030       |
| <i>Cynodon dactylon</i>             | Chimes su'uk              | 4        | 0.023      | -3.767  | -0.087       |
| <i>Fimbristylis cymosa</i>          | ki'ch'em (maya)           | 3        | 0.017      | -4.055  | -0.070       |
| <b>S=27</b>                         |                           | 173      |            |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |                           |          |            |         | 2.97         |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |                           |          |            |         | 3.30         |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |                           |          |            |         | 0.90         |

### Estrato arbustivo

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad obtenida para el predio en el estrato arbustivo tuvo de un valor de  $H= 1.65$  con una equitabilidad de  $J= 0.79$  que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el predio en este estrato es muy baja o pobre y donde existen especies vegetales con una dominancia relativamente baja.

**Tabla 7 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbustivo.**

| ESPECIE                             | NOMBRE COMUN            | CANTIDAD | P(I) = N/N | LN P(I) | P(I)*LN P(I) |
|-------------------------------------|-------------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Coccoloba uvifera</i>            | Uva de mar              | 49       | 0.441      | -0.818  | -0.361       |
| <i>Jacquinia macrocarpa</i>         | Pincha huevo            | 5        | 0.045      | -3.100  | -0.140       |
| <i>Malvaviscus arboreus</i>         | Tulipan Xiw             | 15       | 0.135      | -2.001  | -0.270       |
| <i>Crossopetalum eucymosum</i>      | Kambalkibche            | 7        | 0.063      | -2.764  | -0.174       |
| <i>Bumelia retusa</i>               | Puts'mukuy/ Mulche      | 6        | 0.054      | -2.918  | -0.158       |
| <i>Lantana involucrata</i>          | Orégano de playa        | 19       | 0.171      | -1.765  | -0.302       |
| <i>Capparis flexuosa</i>            | chuchuk che'/ yoon xiiw | 1        | 0.009      | -4.710  | -0.042       |
| <i>Gossypium hirsutum</i>           | Algodón                 | 9        | 0.081      | -2.512  | -0.204       |
| <b>S=8</b>                          |                         | 111      |            |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |                         |          |            |         | <b>1.65</b>  |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |                         |          |            |         | <b>2.08</b>  |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |                         |          |            |         | <b>0.79</b>  |

### Estrato arbóreo

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad obtenida para el predio en el estrato arbustivo fue de un valor de  $H= 1.35$  con una equitabilidad de  $J= 0.84$  que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el predio en este estrato es muy baja y con una cierta dominancia de algunas especies.

**Tabla 8 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbóreo.**

| ESPECIE                             | NOMBRE COMUN | CANTIDAD | p(i) = n/N | LN p(i) | p(i)*LN p(i) |
|-------------------------------------|--------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Metopium brownei</i>             | Cheechem     | 9        | 0.214      | -1.540  | -0.330       |
| <i>Sideroxylon obtusifolium</i>     | Ha`astoch    | 19       | 0.452      | -0.793  | -0.359       |
| <i>Thrinax radiata</i>              | Ch'it        | 3        | 0.071      | -2.639  | -0.189       |
| <i>Caesalpinia vesicaria</i>        | Toxoc        | 9        | 0.214      | -1.540  | -0.330       |
| <i>Neea psychotrioides</i>          | Tatsi        | 2        | 0.048      | -3.045  | -0.145       |
| <b>S=5</b>                          |              | 42       | 1          |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |              |          |            |         | <b>1.35</b>  |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |              |          |            |         | <b>1.61</b>  |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |              |          |            |         | <b>0.84</b>  |

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

Se comparó la lista de organismos identificados en el campo con la de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, y se determinó que en el área del proyecto se encontraron 2 especies enlistadas en esta norma: *Thrinax radiata* y *Mamillaria gaumeri* que se encuentran en la categoría de Amenazada (A) y en Peligro de extinción (P), respectivamente.

## c) Fauna silvestre.

### INTRODUCCION

La fauna silvestre es un conjunto de especies animales que habitan en una región dada, son influidos por el ambiente, por lo que la geología, topografía, la hidrología, es decir, los factores del medio físico que determinan el tipo de vegetación que se presenta en cada lugar, también determinan la fauna asociada a estos grupos vegetales. Además, la Fauna Silvestre forma parte del paisaje natural como un recurso escénico, y se destaca aún más por su valor ecológico (Semarnat, 2009).

En el estado de Yucatán se ha podido reconocer un total de 18 especies de anfibios, 87 de reptiles, 456 de aves y 89 especies de mamíferos (Chable Santos, Ricardo pasos, Hernández B. *et al*, 2010), sin embargo hoy en día existe una acelerada destrucción de los ecosistemas debido a las actividades antropogénicas que incluyen destrucción de hábitat causada por diversas actividades productivas; la influencia de compuestos químicos y tecnologías utilizados en la fertilización de suelos, fumigación de cultivos y la construcción de obras de ingeniería; entre otras. En este sentido la fauna silvestre ha tenido que adaptarse a las nuevas condiciones ambientales, por lo que actualmente es común observar algunas las especies se encuentren presentes en ambientes totalmente modificados y perturbados.

El presente estudio faunístico tiene como propósito determinar que especies se encuentran en el área de estudio y con base en ello inferir las condiciones ecológicas generales del sitio. Para ello se implementaron diferentes metodologías adaptadas a cada grupo faunísticos (Anfibios, Reptiles, Aves Y mamíferos) que a continuación se describe.

### METODOLOGIA

#### ***Descripción del área de estudio y área de influencia***

La comunidad vegetal que se desarrolla en el área de estudio y en su área de influencia corresponde a una asociación vegetal de matorral de duna costera. En el área de estudio en cuestión se encuentran diferentes fuentes de perturbación principalmente de tipo auditivo, entre los que destacan el tránsito vehicular y en el constante flujo de personas en las áreas colindantes del predio. En cuanto a la vegetación esta se encuentra muy fragmentada debido al establecimiento de casas veraniegas y caminos de arena, está compuesta principalmente por hierbas y arbustos, aunque también es posible observar algunos elementos de gran altura como son *Cocos nucifera* y *Thrinax radiata*. Una vez de haber determinado la vegetación del predio y las diferentes fuentes de perturbación se procedió a aplicar las siguientes técnicas de muestreo para cada grupo faunístico:

#### ***Métodos de muestro para el registro de fauna silvestre.***

Las metodologías empleadas fueron de acuerdo a lo sugerido, aplicado y adaptado por diversos autores como Moreno, C. E .2001, Aranda, M. 2000, Hernandez y Gallina- Tessaro, 2011 entre otros. Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies, se tomaron fotografías.

#### **Búsqueda intensiva**

Este método consiste en buscar: anfibios, reptiles y mamíferos, realizando recorridos sin dirección fija, con desplazamiento lento y constante, revisando vegetación, cuerpos de agua, piedras, rocas y diverso material que sirva de refugio a los especímenes dentro de un hábitat determinado. Este método aporta

información relativamente rápida de cuáles especies están presentes y de sus abundancias aproximadas en un sitio. Se planteó un recorrido por todo el predio debido a que la superficie del predio es pequeña. La identificación de la herpetofauna presente se realizó mediante las guías especializadas de Calderón *et. al* (2005) y Lee, J. C. 1996.

### Estaciones por Puntos de Cuento: Aves

Este método consiste en contar todos los individuos detectados y/o escuchados dentro de un radio fijo establecido (200 m), para este caso y por las dimensiones del predio se optó la permanencia en el predio en un punto por 4 horas en la mañana y 2 horas antes de anochecer. Para la identificación del grupo de las aves se utilizaron la Guía de aves de México y Norte de América Central de Howell y Webb (1995); Chablé, J.; et al (2007), Aves comunes del sur de Yucatán Llamosa, E.; Rodríguez, G. (2008), Aves comunes de la Península de Yucatán entre otros.

Se establecieron 4 puntos de conteo, 1 ubicado en el predio y 3 en el área de influencia.

**Tabla 26 Coordenadas de Puntos de muestreo aves.**

| SITIO DE MUESTREO  |   | COORDENADAS UTM |            |
|--------------------|---|-----------------|------------|
|                    |   | ZONA 16 Q       |            |
|                    |   | X               | Y          |
| PREDIO             | 1 | 247309.00       | 2359974.00 |
|                    | 1 | 247545.00       | 2359985.00 |
| AREA DE INFLUENCIA | 2 | 247393.00       | 2359835.00 |
|                    | 3 | 246998.00       | 2359900.00 |

### Estado de conservación

Para determinar el estado actual de riesgo de las especies, se tomó como base las categorías propuestas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, el cual se basa en la Protección ambiental de Especies nativas de México de flora y fauna silvestres en riesgo.

### ANALISIS DE DATOS.

Con los resultados obtenidos se realizó un listado de fauna silvestre el cual se clasificaron por grupo Familia, Nombre científico y Nombre Común. Estos fueron ordenados y procesados utilizando los programas de computación de Microsoft Excel 2013.

### RESULTADOS

- **Predio**

En el predio se lograron registrar un total de 9 especies de fauna silvestre que se encuentran distribuidos en 8 familias taxonómicas. Del total de especies registradas 1 pertenecen al grupo de los reptiles y 8 al grupo de las aves. Por lo anterior se tiene que el grupo faunístico más importante en términos de riqueza específica (S) son las aves. En el grupo de mamíferos y anfibios no se encontraron especies, esto debido a las condiciones y dimensiones de predio, además era de esperarse la ausencia de estos grupos ya que la zona presenta una gran fragmentación de la vegetación donde zonas de refugio y alimentación son prácticamente nulos.

La distribución de las especies registradas en cada grupo faunístico se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 27 Listado de fauna silvestre registrado en el predio.**

| GRUPO    | FAMILIA       | ESPECIE                        | NOMBRE COMUN        | NOM-059 |
|----------|---------------|--------------------------------|---------------------|---------|
| REPTILES | TEIIDAE       | <i>Aspidocelis angusticeps</i> | Merech rayado       |         |
|          | <b>S=1</b>    | <b>S=1</b>                     |                     |         |
| AVES     | COLUMBIDAE    | <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela    |         |
|          | CUCULIDAE     | <i>Crotophaga Sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy   |         |
|          | ICTERIDAE     | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate mayor        |         |
|          | MIMIDAE       | <i>Mimus gilvus</i>            | Centzontle tropical |         |
|          | POLIOPTILIDAE | <i>Palioptila albiloris</i>    | Perlita pispirria   |         |
|          | SCOLOPACIDAE  | <i>Calidris alba</i>           | Playero Blanco      |         |
|          | TYRANNIDAE    | <i>Tyrannus melancholicus</i>  | Tirano pirirí       |         |
|          | TYRANNIDAE    | <i>Myiozetetes similis</i>     | Luis Gregario       |         |
|          | <b>S=7</b>    | <b>S=8</b>                     |                     |         |

### ESTADO DE CONSERVACION Y ENDEMISMO

De las 9 especies de fauna silvestre registradas en el predio, ninguna se encuentra en algún estatus de conservación y/o protección.

### ABUNDANCIAS ABSOLUTA Y RELATIVAS

A continuación, se muestran las abundancias absolutas y relativas por cada grupo de faunísticos registrados. No se consideraron los grupos mamíferos y anfibios toda vez que no se registraron especies.

#### REPTILES

En el grupo de reptiles únicamente registro a la especie *Aspidocelis angusticeps* (Merech rayado) con una abundancia de apenas un individuo, lo que muestra la baja presencia y abundancia de este grupo el predio, además de que hay que considerar que el predio presenta una superficie muy pequeña.

**Tabla 28 Abundancia de reptiles en el predio.**

| FAMILIA    | ESPECIES                       | NOMBRE COMÚN  | ABUNDANCIA ABSOLUTA | ABUNDANCIA RELATIVA |
|------------|--------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| TEIIDAE    | <i>Aspidocelis angusticeps</i> | Merech Rayado | 1                   | 100                 |
| <b>S=2</b> | <b>S=2</b>                     |               |                     |                     |

#### AVES

En el grupo de las aves se registraros 8 especies distribuidos en 7 familias taxonómicas. La familia con la mayor riqueza de especies fue Tyrannidae donde se incluyeron 2 especies, el resto de estuvieron conformados por una sola familia.

La mayor abundancia en este grupo se presentó en la especie *Crotophaga Sulcirostris* (Garrapatero pijuy) con 2 individuos y una abundancia relativa del 22.2%. El resto de las especies de aves estuvieron igualmente representados con el 11.1%.

**Tabla 29 Abundancia de aves en el predio.**

| FAMILIA       | ESPECIE                        | NOMBRE COMUN        | ABUNDANCIA ABSOLUTA | ABUNDANCIA RELATIVA (%) |
|---------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| COLUMBIDAE    | <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela    | 1                   | 11.1                    |
| CUCULIDAE     | <i>Crotophaga Sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy   | 2                   | 22.2                    |
| ICTERIDAE     | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate mayor        | 1                   | 11.1                    |
| MIMIDAE       | <i>Mimus gilvus</i>            | Centzontle tropical | 1                   | 11.1                    |
| POLIOPTILIDAE | <i>Paliptila albiloris</i>     | Perlita pispirria   | 1                   | 11.1                    |
| SCOLOPACIDAE  | <i>Calidris alba</i>           | Playero Blanco      | 1                   | 11.1                    |
| TYRANNIDAE    | <i>Tyrannus melancholicus</i>  | Tirano pirirí       | 1                   | 11.1                    |
| TYRANNIDAE    | <i>Myiozetetes similis</i>     | Luis Gregario       | 1                   | 11.1                    |
| <b>S=7</b>    | <b>S=8</b>                     |                     | <b>9</b>            | <b>100</b>              |

#### INDICE DE DIVERSIDAD

Se estimó a partir del índice de Shannon-Weiner (H'), el cual se define como la sumatoria de los productos de la abundancia de cada especie por el logaritmo natural de dicha abundancia. Este índice toma valores de 0 a 5 donde valores inferiores a 2 son considerados zonas de baja diversidad.

Este se calculó mediante la fórmula:

$$H = -\sum P_i (\ln P_i)$$

Donde:

H= Índice de Shannon-Weiner

Pi = Densidad absoluta de la especie i

Ln Pi= Logaritmo natural de la densidad absoluta de la especie i.

Para complementar el análisis se calculó el Índice de Equitabilidad de Pielou (J') el cual mide la proporción de la diversidad obtenida con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, donde 1 corresponde a situaciones donde las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

Este cálculo mediante la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H}{\ln(S)} (100)$$

Donde:

J'= Índice de Equitabilidad de Pielou

H= Índice de Shannon-Weiner

Ln= Logaritmo natural

S= Número total de especies

De acuerdo al índice de diversidad de valor empleado, se obtuvo que la diversidad faunística del predio presento un valor de H=2.16 con una equitabilidad de J=0.98, lo que indica una diversidad intermedia con una distribución muy homogénea de los individuos entre las especies. Hay que tomar con cautela la diversidad faunística registrada en el predio, ya que está influenciado por el grupo de las aves por tener el mayor número de especies registradas.



**Tabla 30 Índice de diversidad y equitabilidad de Fauna Silvestre en el predio.**

| ESPECIE                             | NOMBRE COMÚN        | CANTIDAD  | P(I) = N/N | LN P(I) | P(I)*LN P(I) |
|-------------------------------------|---------------------|-----------|------------|---------|--------------|
| <i>Aspidocelis angusticeps</i>      | Merech rayado       | 1         | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <i>Columbina talpacoti</i>          | Tortolita canela    | 1         | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <i>Crotophaga Sulcirostris</i>      | Garrapatero pijuy   | 2         | 0.200      | -1.609  | -0.322       |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>          | Zanate mayor        | 1         | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <i>Mimus gilvus</i>                 | Centzontle tropical | 1         | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <i>Palioptila albiloris</i>         | Perlita pispirria   | 1         | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <i>Calidris alba</i>                | Playero Blanco      | 1         | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>       | Tirano pirirí       | 1         | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <i>Myiozetetes similis</i>          | Luis Gregario       | 1         | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <b>S=9</b>                          |                     | <b>10</b> |            |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |                     |           |            |         | <b>2.16</b>  |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |                     |           |            |         | <b>2.20</b>  |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |                     |           |            |         | <b>0.98</b>  |

En cuanto a la diversidad por grupo faunístico, esto solo se calculó para el grupo de las aves, ya que es el que presenta valores medibles. La diversidad obtenida para este grupo fue de H=2.04, que de acuerdo a la escala de valoración del índice de Shannon nos indica que el valor obtenido en este grupo faunísticos es intermedio. En cuanto al valor de equitabilidad este fue de J=0.98 que demuestra una distribución homogénea de las especies.

**Tabla 31 Índice de diversidad y equitabilidad de aves en el predio.**

| ESPECIE                             | NOMBRE COMÚN        | CANTIDAD | P(I) = N/N | LN P(I) | P(I)*LN P(I) |
|-------------------------------------|---------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Columbina talpacoti</i>          | Tortolita canela    | 1        | 0.111      | -2.197  | -0.244       |
| <i>Crotophaga Sulcirostris</i>      | Garrapatero pijuy   | 2        | 0.222      | -1.504  | -0.334       |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>          | Zanate mayor        | 1        | 0.111      | -2.197  | -0.244       |
| <i>Mimus gilvus</i>                 | Centzontle tropical | 1        | 0.111      | -2.197  | -0.244       |
| <i>Palioptila albiloris</i>         | Perlita pispirria   | 1        | 0.111      | -2.197  | -0.244       |
| <i>Calidris alba</i>                | Playero Blanco      | 1        | 0.111      | -2.197  | -0.244       |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>       | Tirano pirirí       | 1        | 0.111      | -2.197  | -0.244       |
| <i>Myiozetetes similis</i>          | Luis Gregario       | 1        | 0.111      | -2.197  | -0.244       |
| <b>S=8</b>                          |                     | <b>9</b> |            |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |                     |          |            |         | <b>2.04</b>  |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |                     |          |            |         | <b>2.08</b>  |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |                     |          |            |         | <b>0.98</b>  |

#### AREA DE INFLUENCIA

En cuanto al área de influencia se identificaron un total de 16 especies repartidas en 13 familias taxonómicas. Del total de las especies 2 corresponden al grupo de los reptiles y 14 al grupo de las aves. No se observaron anfibios y mamíferos en los muestreos. De total de especies de fauna registrado en el área de influencia del predio únicamente *Sceloporus cozumelae* (Lagartija espinosa) se encuentra en listado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de especie sujeta a protección especial

En la siguiente tabla se puede observar el listado de fauna silvestre registrado en el área de influencia del proyecto:

**Tabla 32 Listado de fauna silvestre registrado en el área de influencia.**

| GRUPO    | FAMILIA         | ESPECIE                        | NOMBRE COMÚN            | NOM-059 |
|----------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|---------|
| REPTILES | PHRYNOSOMATIDAE | <i>Sceloporus cozumelae</i>    | Lagartija espinosa      | Pr      |
|          | TEIIDAE         | <i>Aspidocelis angusticeps</i> | Merech rayado           |         |
|          | <b>S=2</b>      | <b>S=2</b>                     |                         |         |
| AVES     | CAPRIMULGIDAE   | <i>Columba livia</i>           | Paloma común            |         |
|          | CATHARTIDAE     | <i>Coragyps atratus</i>        | Zopilote común          |         |
|          | COLUMBIDAE      | <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela        |         |
|          | COLUMBIDAE      | <i>Zenaida asiatica</i>        | Torcaza ala blanca      |         |
|          | CUCULIDAE       | <i>Crotophaga Sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy       |         |
|          | FREGATIDAE      | <i>Fregata magnificens</i>     | Fragata Tijereta        |         |
|          | ICTERIDAE       | <i>Icterus auratus</i>         | Calandria dorso naranja |         |
|          | ICTERIDAE       | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate mayor            |         |
|          | MIMIDAE         | <i>Mimus gilvus</i>            | Centzontle tropical     |         |
|          | POLIOPTILIDAE   | <i>Palioptila albiloris</i>    | Perlita pispirria       |         |
|          | SCOLOPACIDAE    | <i>Calidris alba</i>           | Playero Blanco          |         |
|          | TROCHILIDAE     | <i>Amazilia rutila</i>         | Colibrí canela          |         |
|          | TYRANNIDAE      | <i>Myiozetetes similis</i>     | Luis Gregario           |         |
|          | TYRANNIDAE      | <i>Tyrannus melancholicus</i>  | Tirano pirirí           |         |
|          | <b>S=11</b>     | <b>S=14</b>                    |                         |         |

Simbología: Pr= Sujeta a protección especial,

### ABUNDANCIAS ABSOLUTA Y RELATIVAS

A continuación, se muestran las abundancias absolutas y relativas por cada grupo de faunísticos registrado en el área de influencia en el predio. No se consideraron los grupos mamíferos y anfibios toda vez que no se registraron especies.

### REPTILES

En el grupo de reptiles únicamente se registró 2 especies, de los cuales *Sceloporus cozumelae* (Lagartija espinosa) fue la especie con la mayor abundancia con 4 individuos y una abundancia relativa de 66.67%, seguido por las especies *Aspidocelis angusticeps* (Merech rayado) con 2 individuos y una abundancia relativa del 33.33%.

**Tabla 33 Abundancia de reptiles en el área de influencia.**

| FAMILIA         | ESPECIE                        | NOMBRE COMUN       | ABUNDANCIA ABSOLUTA | ABUNDANCIA RELATIVA (%) |
|-----------------|--------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| PHRYNOSOMATIDAE | <i>Sceloporus cozumelae</i>    | Lagartija espinosa | 4                   | 66.67                   |
| TEIIDAE         | <i>Aspidocelis angusticeps</i> | Merech rayado      | 2                   | 33.33                   |
| <b>S=2</b>      | <b>S=2</b>                     |                    | <b>6</b>            | <b>100</b>              |

## AVES

En el área de influencia se registraron 14 especies de aves repartidos en 11 familias taxonómicas. Las familias con el mayor número de especies fueron Columbidae, Icteridae y Tyrannidae con 2 especies, el resto de familias solo estuvieron representados por una sola especie.

Las especies con mayor abundancia dentro el área de influencia fueron *Quiscalus mexicanus* (Zanate mayor) con 4 individuos y una abundancia relativa del 13.33%, posteriormente se encuentran las especies *Crotophaga Sulcirostris* (Garrapatero pijuy), *Mimus gilvus* (Centzontle tropical) y *Myiozetetes similis* (Luis Gregario), con una abundancia relativa del 10.00%. El resto de las especies de aves únicamente estuvieron representados por un solo individuo, con una abundancia relativa del 3.33%

**Tabla 34 Abundancia de Aves en el área de influencia.**

| FAMILIA       | ESPECIE                        | NOMBRE COMUN            | ABUNDANCIA ABSOLUTA | ABUNDANCIA RELATIVA (%) |
|---------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| CAPRIMULGIDAE | <i>Columba livia</i>           | Paloma común            | 2                   | 6.67                    |
| CATHARTIDAE   | <i>Coragyps atratus</i>        | Zopilote común          | 1                   | 3.33                    |
| COLUMBIDAE    | <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela        | 2                   | 6.67                    |
| COLUMBIDAE    | <i>Zenaida asiatica</i>        | Torcaza ala blanca      | 2                   | 6.67                    |
| CUCULIDAE     | <i>Crotophaga Sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy       | 3                   | 10.00                   |
| FREGATIDAE    | <i>Fregata magnificens</i>     | Fragata Tijereta        | 1                   | 3.33                    |
| ICTERIDAE     | <i>Icterus auratus</i>         | Calandria dorso naranja | 2                   | 6.67                    |
| ICTERIDAE     | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate mayor            | 4                   | 13.33                   |
| MIMIDAE       | <i>Mimus gilvus</i>            | Centzontle tropical     | 3                   | 10.00                   |
| POLIOPTILIDAE | <i>Palioptila albiloris</i>    | Perlita pispirria       | 2                   | 6.67                    |
| SCOLOPACIDAE  | <i>Calidris alba</i>           | Playero Blanco          | 2                   | 6.67                    |
| TROCHILIDAE   | <i>Amazilia rutila</i>         | Colibrí canela          | 2                   | 6.67                    |
| TYRANNIDAE    | <i>Myiozetetes similis</i>     | Luis Gregario           | 3                   | 10.00                   |
| TYRANNIDAE    | <i>Tyrannus melancholicus</i>  | Tirano pirirí           | 1                   | 3.33                    |
| <b>S=11</b>   | <b>S=14</b>                    |                         | 30                  | 100.00                  |

## INDICE DE DIVERSIDAD

La diversidad faunística en el área de influencia del proyecto fue de un valor de  $H=2.69$  con un equitabilidad  $J=0.97$ , lo cual nos muestra una diversidad intermedia con una distribución homogénea de los individuos entre las especies.

**Tabla 35 Índice de diversidad y equitabilidad de fauna silvestre en el área de influencia.**

| ESPECIE                        | NOMBRE COMUN       | CANTIDAD | $P(I) = N/N$ | $LN P(I)$ | $P(I)*LN P(I)$ |
|--------------------------------|--------------------|----------|--------------|-----------|----------------|
| <i>Sceloporus cozumelae</i>    | Lagartija espinosa | 4        | 0.111        | -2.197    | -0.244         |
| <i>Aspidocelis angusticeps</i> | Merech rayado      | 2        | 0.056        | -2.890    | -0.161         |
| <i>Columba livia</i>           | Paloma común       | 2        | 0.056        | -2.890    | -0.161         |
| <i>Coragyps atratus</i>        | Zopilote común     | 1        | 0.028        | -3.584    | -0.100         |
| <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela   | 2        | 0.056        | -2.890    | -0.161         |
| <i>Zenaida asiatica</i>        | Torcaza ala blanca | 2        | 0.056        | -2.890    | -0.161         |
| <i>Crotophaga Sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy  | 3        | 0.083        | -2.485    | -0.207         |
| <i>Fregata magnificens</i>     | Fragata Tijereta   | 1        | 0.028        | -3.584    | -0.100         |

| ESPECIE                             | NOMBRE COMUN            | CANTIDAD  | P(I) = N/N | LN P(I) | P(I)*LN P(I) |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------|------------|---------|--------------|
| <i>Icterus auratus</i>              | Calandria dorso naranja | 2         | 0.056      | -2.890  | -0.161       |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>          | Zanate mayor            | 4         | 0.111      | -2.197  | -0.244       |
| <i>Mimus gilvus</i>                 | Centzontle tropical     | 3         | 0.083      | -2.485  | -0.207       |
| <i>Palioptila albiloris</i>         | Perlita pispirria       | 2         | 0.056      | -2.890  | -0.161       |
| <i>Calidris alba</i>                | Playero Blanco          | 2         | 0.056      | -2.890  | -0.161       |
| <i>Amazilia rutila</i>              | Colibrí canela          | 2         | 0.056      | -2.890  | -0.161       |
| <i>Myiozetetes similis</i>          | Luis Gregario           | 3         | 0.083      | -2.485  | -0.207       |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>       | Tirano pirií            | 1         | 0.028      | -3.584  | -0.100       |
| <b>S=16</b>                         |                         | <b>36</b> |            |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |                         |           |            |         | <b>2.69</b>  |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |                         |           |            |         | <b>2.77</b>  |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |                         |           |            |         | <b>0.97</b>  |

En cuanto a la diversidad por grupo faunístico registrado en el área de influencia se obtuvo que el grupo de los reptiles presentaron una diversidad de H=0.64 con un equitabilidad de J=0.92, que nos indica una diversidad muy baja pobre y que las especies que la componen presentan una distribución homogénea. Era de esperarse la baja diversidad de este grupo debido a las pocas especies registradas.

**Tabla 36 Índice de diversidad y equitabilidad de reptiles en el área de influencia.**

| ESPECIE                             | NOMBRE COMUN      | CANTIDAD | P(I) = N/N | LN P(I) | P(I)*LN P(I) |
|-------------------------------------|-------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Sceloporus cozumelae</i>         | Lagartija espioza | 4        | 0.667      | -0.405  | -0.270       |
| <i>Aspidocelis angusticeps</i>      | Merech rayado     | 2        | 0.333      | -1.099  | -0.366       |
| <b>S=2</b>                          |                   | <b>6</b> |            |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |                   |          |            |         | <b>0.64</b>  |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |                   |          |            |         | <b>0.69</b>  |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |                   |          |            |         | <b>0.92</b>  |

El grupo de las aves en el área de influencia presentaron una diversidad de H=2.56, lo que nos sigue una buena diversidad de este grupo, el valor de Equitabilidad fue de J=.097 que demuestra una distribución homogénea de las especies.

**Tabla 37 Índice de diversidad y equitabilidad de aves en el área de influencia.**

| ESPECIE                        | NOMBRE COMUN            | CANTIDAD | P(I) = N/N | LN P(I) | P(I)*LN P(I) |
|--------------------------------|-------------------------|----------|------------|---------|--------------|
| <i>Columba livia</i>           | Paloma común            | 2        | 0.067      | -2.708  | -0.181       |
| <i>Coragyps atratus</i>        | Zopilote común          | 1        | 0.033      | -3.401  | -0.113       |
| <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela        | 2        | 0.067      | -2.708  | -0.181       |
| <i>Zenaida asiatica</i>        | Torcaza ala blanca      | 2        | 0.067      | -2.708  | -0.181       |
| <i>Crotophaga Sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy       | 3        | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <i>Fregata magnificens</i>     | Fragata Tijereta        | 1        | 0.033      | -3.401  | -0.113       |
| <i>Icterus auratus</i>         | Calandria dorso naranja | 2        | 0.067      | -2.708  | -0.181       |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate mayor            | 4        | 0.133      | -2.015  | -0.269       |
| <i>Mimus gilvus</i>            | Centzontle tropical     | 3        | 0.100      | -2.303  | -0.230       |
| <i>Palioptila albiloris</i>    | Perlita pispirria       | 2        | 0.067      | -2.708  | -0.181       |
| <i>Calidris alba</i>           | Playero Blanco          | 2        | 0.067      | -2.708  | -0.181       |
| <i>Amazilia rutila</i>         | Colibrí canela          | 2        | 0.067      | -2.708  | -0.181       |
| <i>Myiozetetes similis</i>     | Luis Gregario           | 3        | 0.100      | -2.303  | -0.230       |

| ESPECIE                             | NOMBRE COMUN  | CANTIDAD  | P(I) = N/N | LN P(I) | P(I)*LN P(I) |
|-------------------------------------|---------------|-----------|------------|---------|--------------|
| <i>Tyrannus melancholicus</i>       | Tirano pirirí | 1         | 0.033      | -3.401  | -0.113       |
| <b>S=14</b>                         |               | <b>30</b> |            |         |              |
| <b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b> |               |           |            |         | <b>2.56</b>  |
| <b>Máxima diversidad H' max =</b>   |               |           |            |         | <b>2.64</b>  |
| <b>Equitabilidad (J)</b>            |               |           |            |         | <b>0.97</b>  |

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología. Xalapa, México. 212 p.
- Alcérreca A, R.R., L.P. A.A. Y D. Madeleine.2009. Mamíferos de la Península de Yucatán. 2ª Edición, Editoria Dante.
- Calderón-Mandujano, R.R., H. Bahena Basave Y S. Calmé. 2008 a. Guía de los anfibios y reptiles de la Reserva de la biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. 2ª Edición. Compact, ECOSUR, CONABIO Y SHM A.C. Reserva de la biosfera Sian Ka'an, México.
- Calderon, R.; Bahena, H.; Calmé, S. (2005) Anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. COMPACT, ECOSUR, CONABIO, México.
- Chablé, J.; Gómez, E.; Pasos, R. (2007) Aves comunes del sur de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Gallina Tessaro y C. López González. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Vol.1. Universidad Autonoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A.C. México 377 pp.
- Hernández, S.; Cimé, J.; Sosa, J.; Pech, J.; Chablé, J. (2010). Mamíferos terrestres. En Durán R. y M. Méndez (Eds.) Biodiversidad y Desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Howell, S. y S. Webb. 2007. A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. Nueva York. 851p.
- Lee, J. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya world, the lowlands of Mexico, Northern Guatemala, and Belize. Cornell University Press. Estados Unidos de América.
- Llamosa, E.; Rodríguez, G. (2008) Aves comunes de la Península de Yucatán. Editorial Dante S.A. de C.V. Mérida, Yucatán, México.
- MacKinnon, B. (2013) Sal a pajarear Yucatán Guía de aves. La vaca independiente S.A. de C.V. Distrito Federal, México
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1.
- Tellería, J. L. Métodos de censos en vertebrados terrestres. Animal I. (Zoología de Vertebrados) Facultad de Biología, Universidad Complutense Madrid.

Chablé Santos J. y Ricardo Pasos Enríquez. 2010. Aves. En Durán R. y M. Méndez (Eds.) Biodiversidad y Desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Chablé Santos J. 2010. Reptiles. En Durán R. y M. Méndez (Eds.) Biodiversidad y Desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, Especies nativas de México de flora y fauna silvestres, Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación México.

### **Problemática social**

- *En el paisaje isla de barrera.*

En relación a la problemática social, en el POETCY se considera que esta se concentra en la isla de barrera, por ser el lugar de residencia de la mayor parte de la población que depende de la pesca. La concentración de la riqueza generada por la actividad pesquera, las prácticas de acaparamiento e intermediarismo, el poco desarrollo de valor agregado, la competencia por el recurso entre grupos locales y con los inmigrantes temporales, las pocas opciones de trabajo para la mujer, unidas a la sobreexplotación del recurso subyacen tras la problemática del bajo ingreso del pescador que, a su vez, es el origen de gran parte de la problemática social de estas localidades.

Las estrategias de subsistencia se basan en actividades temporales y de bajo potencial económico, y están reproduciendo a escala informal los problemas de competencia por el recurso, sobreexplotación y bajos ingresos. Los programas de gobierno no favorecen desarrollos endógenos porque son de carácter paliativo, asistencial, de corto plazo, con escasa capacitación, manejo poco transparente, promueven la dependencia, la corrupción y limitan las capacidades de auto organización. Hasta el momento no hay alternativas ocupacionales suficientes para los tiempos inactivos de la actividad pesquera. El alcoholismo, drogadicción, desintegración y violencia familiar y social son resultado de lo anterior agravado por la partidización política y la división religiosa que están generando una desintegración del tejido social en mayor o menor medida en prácticamente todos los puertos.

A pesar de contar con un recurso de alto valor nutricional, de presentar mejores condiciones en la mayor parte de los indicadores sociales, y de tener cercanía y buena comunicación con las principales ciudades del estado, hay evidencia de incremento en el riesgo nutricional en Celestún, Progreso, Río Lagartos y San Felipe. La tasa de mortalidad infantil se incrementó en seis municipios, las neumonías y enfermedades infecciosas persisten como causa de muerte, y existe un incremento en la mortalidad por enfermedades crónico degenerativas (hipertensión, diabetes y obesidad). El porcentaje de analfabetismo va de 8% a 20 % y el nivel educativo no responde a las necesidades locales; y la emigración hacia Cancún, Mérida y otros destinos es casi equivalente a la inmigración.

**La inmigración, aunque en menor medida que en décadas pasadas, continúa siendo un factor de conflicto social dado la sobreexplotación del recurso pesquero y la reducción del espacio habitable en la barra arenosa. Por otra parte, el incremento de las casas de veraneo y las nuevas funciones que éstas adquieren son un factor de marginación y exclusión para la población local, por la especulación con terrenos de alto valor escénico en las playas y por las barreras físicas y psicológicas que limitan el acceso a la playa.**



**En el municipio de Dzemul las casas de veraneo forman un continuo urbano que se expande casi hasta Telchac Puerto y que provoca una unión de los diferentes poblados existentes en esta franja. En todo el litoral de estos municipios las casas de verano han modificado el paisaje provocando la desaparición de las dunas costeras, provocando afectaciones importantes al transporte litoral de sedimentos. Esta afectación se incrementa en áreas con construcción de escolleras y espigones.**

Otros puertos como Celestún, Sisal, Santa Clara y el Cuyo están experimentando un incremento de construcciones veraniegas con similares efectos sobre la duna costera.

A todo lo largo de la isla de barrera predomina la tenencia privada de la tierra y los pocos ejidos costeros están vendiendo sus parcelas. El poblamiento de la isla de barrera conlleva en términos ambientales:

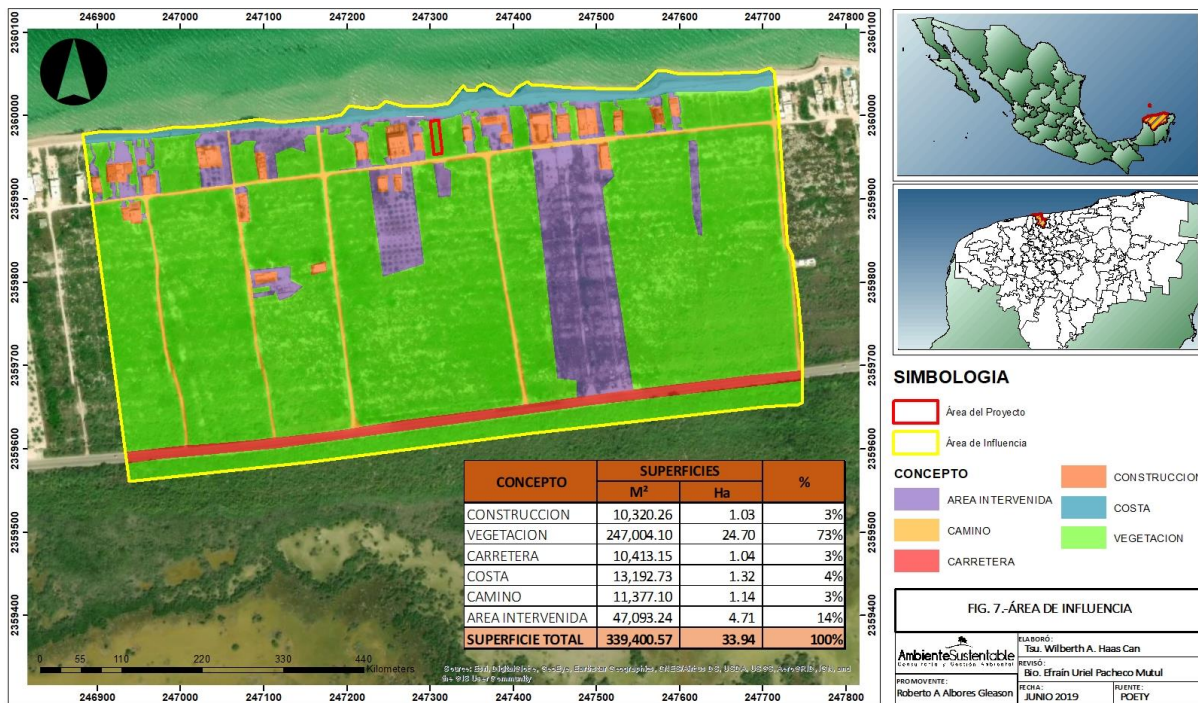
- 1) **Un impacto sobre la estabilidad de la barra, que varía dependiendo del ancho y la altura de las dunas y del grado de remoción de la vegetación. De acuerdo a este criterio la zona centro del territorio costero presenta una alta vulnerabilidad debido a que tiene mayor desarrollo de casas de veraneo y se prevé un incremento en el futuro inmediato. Es importante señalar que en el estado de Yucatán el desarrollo de vivienda urbana en la isla de barrera implica la remoción total de la vegetación.**
- 2) **La mala disposición de la basura urbana e industrial y la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales que generan altas concentraciones de contaminantes que se transmiten a aguas subterráneas y paisajes colindantes. El incremento de vivienda implica mayor consumo de agua, que ocasiona una presión sobre la calidad del acuífero.**
- 3) **El impacto sobre las playas y que afecta zonas de anidamiento de tortugas.**
- 4) La creación de infraestructura portuaria que implica el dragado de los puertos con el consiguiente abatimiento del espesor de agua aprovechable, con el riesgo de ruptura del acuitardo (caliche).
- 5) Problemas de contaminación debidos al manejo de grasas, aceites, ácidos usados en el mantenimiento y operación de embarcaciones, a la basura vertida directamente al agua desde las embarcaciones y las instalaciones de procesamiento de la pesca. Este esquema se agrava por el abandono de instalaciones industriales y embarcaciones, resultado a su vez de la problemática del decaimiento de la actividad.

Otra de las actividades que afectan directamente a la isla de barrera es la turística en sus tres modalidades: 1) turismo de sol y playa, 2) turismo de crucero y 3) turismo alternativo de bajo impacto. Estas actividades han propiciado la creación de empleo en el ramo de restaurantes, de actividades recreativas y artesanales. Actualmente hay muchos intereses en reconvertir la región al turismo, mezclando modalidades arriba mencionados y mercados potenciales principalmente de origen internacional. Y de alto impacto económico. Esta proyección ha ocasionado una especulación con la tierra lo que ha ocasionado un incremento desproporcionado del precio de la tierra.

- En el área de influencia del proyecto.

El área de influencia del proyecto no está situada dentro de un área urbana o de una localidad, así como tampoco se realizan actividades de pesca cerca del predio. La zona donde está ubicada corresponde a una franja donde están establecidas casas de verano principalmente de familias de la ciudad de Mérida y en menor cantidad del interior del estado, otros estados y hasta extranjeros.

**ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN "CASA DE PLAYA KM 24"**



**Figura 20 Área de influencia.**

El área de influencia del proyecto se delimita a una zona de aproximadamente 33.94 ha. Está conformado en un 73% de vegetación de matorral costero, mismo que se encuentra totalmente fragmentada debido al establecimiento de casas veraniegas, el 14 % son áreas intervenidas por actividades antrópicas, el 4% por costa, el 3 % por caminos de arena, otros 3 % lo ocupa la carretera y el restante 3 % está ocupado por construcciones.

**Tabla 38 Condiciones actuales del área de influencia del proyecto.**

| CONCEPTO                | SUPERFICIES       |              | %           |
|-------------------------|-------------------|--------------|-------------|
|                         | m <sup>2</sup>    | Ha           |             |
| CONSTRUCCION            | 10,320.26         | 1.03         | 3%          |
| VEGETACION              | 247,004.10        | 24.70        | 73%         |
| CARRETERA               | 10,413.15         | 1.04         | 3%          |
| COSTA                   | 13,192.73         | 1.32         | 4%          |
| CAMINO                  | 11,377.10         | 1.14         | 3%          |
| AREA INTERVENIDA        | 47,093.24         | 4.71         | 14%         |
| <b>SUPERFICIE TOTAL</b> | <b>339,400.57</b> | <b>33.94</b> | <b>100%</b> |

En la siguiente tabla de presentan las Coordenadas que delimitan el área de influencia del proyecto:

**Tabla 39 Coordenadas del área de influencia del proyecto.**

| PV | COORDENADAS UTM |            | PV | COORDENADAS UTM |            | PV | COORDENADAS UTM |            |
|----|-----------------|------------|----|-----------------|------------|----|-----------------|------------|
|    | X               | Y          |    | X               | Y          |    | X               | Y          |
| 1  | 246885.23       | 2359960.31 | 21 | 247330.39       | 2360025.86 | 41 | 247600.27       | 2360050.47 |
| 2  | 246882.72       | 2359978.23 | 22 | 247339.92       | 2360036.18 | 42 | 247619.32       | 2360049.67 |
| 3  | 246900.97       | 2359980.62 | 23 | 247343.09       | 2360031.42 | 43 | 247651.86       | 2360051.26 |
| 4  | 246923.20       | 2359980.62 | 24 | 247355.00       | 2360029.83 | 44 | 247693.93       | 2360052.85 |
| 5  | 246956.54       | 2359980.62 | 25 | 247357.38       | 2360034.59 | 45 | 247707.42       | 2360057.61 |
| 6  | 246989.08       | 2359986.17 | 26 | 247364.52       | 2360038.56 | 46 | 247713.38       | 2360052.91 |
| 7  | 247006.54       | 2359986.17 | 27 | 247374.05       | 2360034.59 | 47 | 247718.67       | 2359997.35 |
| 8  | 247040.67       | 2359988.55 | 28 | 247382.78       | 2360027.45 | 48 | 247729.25       | 2359843.89 |
| 9  | 247094.65       | 2359995.70 | 29 | 247394.69       | 2360024.27 | 49 | 247734.54       | 2359833.31 |
| 10 | 247120.05       | 2359992.52 | 30 | 247401.04       | 2360029.03 | 50 | 247742.48       | 2359780.39 |
| 11 | 247154.18       | 2359995.70 | 31 | 247404.21       | 2360033.80 | 51 | 247747.77       | 2359719.54 |
| 12 | 247174.82       | 2359998.08 | 32 | 247416.91       | 2360040.94 | 52 | 247747.77       | 2359656.04 |
| 13 | 247193.07       | 2360001.25 | 33 | 247423.26       | 2360036.97 | 53 | 247742.48       | 2359653.39 |
| 14 | 247202.60       | 2360012.37 | 34 | 247437.55       | 2360036.97 | 54 | 247700.15       | 2359650.75 |
| 15 | 247228.00       | 2360008.40 | 35 | 247469.30       | 2360033.80 | 55 | 247604.90       | 2359640.16 |
| 16 | 247237.52       | 2360009.98 | 36 | 247528.83       | 2360032.21 | 56 | 247422.34       | 2359619.00 |
| 17 | 247247.05       | 2360017.92 | 37 | 247547.88       | 2360033.00 | 57 | 247157.75       | 2359584.60 |
| 18 | 247268.48       | 2360011.57 | 38 | 247562.96       | 2360044.91 | 58 | 246938.15       | 2359560.79 |
| 19 | 247298.64       | 2360011.57 | 39 | 247570.90       | 2360053.64 |    |                 |            |
| 20 | 247321.66       | 2360014.75 | 40 | 247584.39       | 2360053.64 |    |                 |            |

- *En el área del predio.*

El predio no está situado dentro de un área urbana o de una localidad, así como tampoco se realizan actividades de pesca cerca del predio. En el terreno donde se encuentra el proyecto no se presenta la problemática social por la sobre explotación del recurso pesquero.

El predio es propiedad privada y no afectará ningún acceso público a la playa (ya que se encuentra en segunda fila con respecto a la playa), así como respetará la altura máxima permitida y el porcentaje de construcción, por lo que no se considera que el proyecto contribuya a la marginación y/o exclusión de la población local.

### **Contexto legal**

- *En el paisaje isla de barrera.*

Uno de los conflictos más comunes en esta zona es que se han cerrado calles de acceso a la playa al construir conjuntos de nuevas viviendas veraniegas. De acuerdo con el artículo 17 del Reglamento de ZOFEMAT, "Los propietarios de los terrenos colindantes con la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, deberán permitir, cuando no existan vías públicas u otros accesos para ello, el libre acceso a dichos bienes de propiedad nacional, por lugares que para tal efecto convenga la Secretaría con los propietarios, teniendo derecho al pago de la compensación que fije la Secretaría con base en la justipreciación que formule la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales".

La creación de infraestructura habitacional y turística implican, en la mayor parte de los casos, la **remoción de la vegetación de la duna costera**. Hasta el momento no existe ley específica alguna que evite la a remoción de la vegetación de la duna costera. La única ley que la protege, aunque de manera muy escueta, es la Ley General de Vida Silvestre, la cual en su artículo 122, fracción I establece como infracción realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley.

- *En el área de influencia del proyecto.*

Dentro del área de influencia del proyecto, se encuentran algunas casas de verano construidas en primera y segunda fila con respecto a la playa, al sur se encuentra una calle de arena que corre de manera paralela a la costa, la cual es utilizada para el acceso vehicular a los predios que se encuentran en el área y los predios vecinos.

Como se ha manifestado el área de influencia está conformado en un 73% de vegetación de matorral costero, mismo que se encuentra totalmente fragmentada debido al establecimiento de casas veraniegas, el 14 % son áreas intervenidas por actividades antrópicas, el 4% por costa, el 3 % por caminos de arena, otros 3 % lo ocupa la carretera y el restante 3 % está ocupado por construcciones.

- *En el predio.*

El predio colinda al Sur con una calle de arena y al norte con la ZOFEMAT, el proyecto no considera obstruir ningún tipo de calle o acceso público.

# CAPÍTULO V

## IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo, se identifican, caracterizan y clasifican los efectos que tendrán sobre el medio ambiente la construcción y operación de la “**CASA DE PLAYA KM 24**”. Se incluyen algunos efectos sobre el medio socioeconómico, ya que estos son objetivos inherentes al proyecto, y son de antemano positivos.

Como marco de referencia, el proyecto en cuestión se encuentra ubicado en una zona costera al norte de Yucatán, en un predio de **400 m<sup>2</sup>** que presenta alteraciones de origen antropogénico, y está parcialmente cubierto de vegetación secundaria derivada de matorral de duna costera, con especies propias de la zona de pioneras; el proyecto consiste en la construcción y operación de una casa unifamiliar que será utilizada como segunda residencia, aunque podrá estar ocupada durante todo el año.

Las construcciones del proyecto no excederán el **30% de la superficie total del predio**, y se mantendrá el 70% de áreas de conservación. Todas las construcciones se ubicarán fuera de la Zona Federal Marítimo Terrestre, y se incluyen acciones de protección para las especies de flora y fauna silvestre catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se identificaron en el área del proyecto.

En las diversas etapas del proyecto, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, son responsabilidad del promovente.

### METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de impacto ambiental de un proyecto es claramente una herramienta de previsión y en su caso de prevención, adquiriendo sentido cuando su resultado influye en la toma de decisiones de las actividades que lo componen, desde el nivel cero, permitiendo que todo siga como se planeó o en términos drásticos cancelando su ejecución, en función de que se identifiquen afectaciones a los ecosistemas donde se lleva a cabo y de su zona de influencia, o malas prácticas que pongan en riesgo la estabilidad de los mismos.

En este caso, se trata de un proyecto de construcción y operación de una casa habitación en un ecosistema costero, en un predio inmerso en una zona parcialmente antropogenizada por construcciones urbanas (viviendas de segunda residencia), para lo cual se prevé la habilitación del área para una operación óptima, con generación de efectos negativos y positivos, cuya responsabilidad en la magnitud de éstos durante la operación y la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación, corresponde a los propietarios.

## Descripción de la metodología.

### **Primera fase: identificación de impactos.**

La primera fase de cualquier evaluación de impacto ambiental, es la **identificación de impactos**, lo cual se realiza en la metodología según dos líneas paralelas, una que analiza el proyecto y que desemboca en la identificación de las *acciones* de éste susceptibles de producir impactos significativos y otra que analiza el entorno afectado para identificar los *factores* del medio que presumiblemente serán alterados por aquellas acciones; ambas líneas confluyen en una tarea destinada específicamente a la identificación de efectos potenciales mediante la búsqueda de relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores, utilizando para ellos técnicas adecuadas. (Gómez, 2003).

En este caso, la descripción del proyecto se presenta en el capítulo II, y los componentes del sistema ambiental se describen en el capítulo IV. Una vez identificados las *acciones* y los *factores ambientales*, se procede a la identificación de las relaciones causa-efecto entre ellas. La técnica empleada para descubrir las relaciones causa-efecto utilizada será una **matriz de relación causa-efecto**, que consiste en cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores.

Después de llenada la matriz correspondiente, se posibilita identificar los impactos potenciales que se presentarán por la preparación del sitio, la construcción y la operación del proyecto, quedando un listado final.

### **Segunda fase: evaluación de impactos.**

Ya que se han identificado los impactos ambientales potenciales del presente proyecto, se le aplica un **valor** a cada uno de ello, bajo un criterio subjetivo y presentado en una matriz modificada. Para poder aplicarles un valor, se requiere una descripción explícita de cada uno de los impactos, **describiendo** sus implicaciones e importancia.

Para la valoración de los impactos se aplica parámetros bajo la siguiente escala:

**Tabla 40 Criterios de clasificación de los impactos ambientales.**

| CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS |                   |               |                   |
|---------------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| CARACTERÍSTICA            | CLASIFICACIÓN     |               |                   |
| <b>Carácter</b>           | Positivo (1)      | Negativo (-1) | Neutro (0)        |
| <b>Perturbación</b>       | Importante (10)   | Regular (5)   | Escasa (1)        |
| <b>Importancia</b>        | Alta (10)         | Media (5)     | Baja (1)          |
| <b>Ocurrencia</b>         | Muy probable (10) | Probable (5)  | Poco probable (1) |
| <b>Extensión</b>          | Regional (10)     | Local (5)     | Puntual (1)       |
| <b>Duración</b>           | Permanente (10)   | Media (5)     | Corta (1)         |
| <b>Reversibilidad</b>     | Irreversible (10) | Parcial (5)   | Reversible (1)    |



Para la valoración de los impactos se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Impacto Total} = C * (P+I+O+A+D+R)$$

Posteriormente, los resultados obtenidos se contrastan con la siguiente escala:

**Tabla 41 Escala de condición del impacto.**

| CONDICIÓN DEL IMPACTO | NEGATIVO  | POSITIVO |
|-----------------------|-----------|----------|
| ALTO                  | > -45     | > 45     |
| MEDIO                 | -30 a -45 | 30 a 45  |
| BAJO O COMPATIBLE     | <-15      | <15      |

### **Tercera fase: evaluación global del proyecto**

Finalmente, para determinar el impacto total del proyecto sobre el medio, y así recomendar su aceptabilidad o no, se presenta el **escenario modificado por el proyecto**, es decir se describe la condición de los factores ambientales según la predicción de su estado una vez alterado por el proyecto.

## V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

### **a. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES.**

Siguiendo la metodología descrita anteriormente, a partir de la información presentada en los primeros capítulos de este documento y el análisis de la misma, las acciones del proyecto susceptibles a producir impactos son las siguientes:

**Tabla 42 Identificación de acciones susceptibles a generar impactos.**

| ETAPA                            | ACTIVIDADES                               |
|----------------------------------|---|
| <b>PREPARACIÓN</b>               | Remoción vegetación herbácea y arbustiva  |
| <b>CONSTRUCCIÓN</b>              | Excavaciones, nivelación y compactación   |
|                                  | Obra civil                                |
|                                  | Implementación de sistema eléctrico       |
|                                  | Implementación del sistema hidrosanitario |
|                                  | Carpintería                               |
|                                  | Equipamiento de baños y cocina            |
|                                  | Acabados                                  |
| <b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> | Arreglo paisajístico                      |
|                                  | Habitación                                |
|                                  | Mantenimiento                             |

**b. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES.**

Los factores relevantes se presentan a continuación organizados en esquematizados tres niveles:

**Tabla 43 Identificación de factores ambientales.**

| MEDIO                 | FACTOR                 | SUBFACTOR                            |
|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|
| <b>FÍSICO</b>         | Agua subterránea       | Calidad del recurso                  |
|                       |                        | Cantidad del recurso                 |
|                       | Suelo                  | Topografía                           |
|                       |                        | Erosión                              |
|                       |                        | Infiltración y drenaje               |
|                       |                        | Calidad                              |
| <b>BIOLÓGICO</b>      | Vegetación             | Vegetación secundaria                |
|                       |                        | Especies de flora protegida          |
|                       | Fauna                  | Especies de fauna silvestre          |
|                       |                        | Especie de fauna silvestre protegida |
|                       |                        | Hábitat de fauna silvestre           |
| <b>SOCIOECONÓMICO</b> | Población              | Empleo                               |
|                       |                        | Valor del uso de suelo               |
|                       | Servicios              | Demanda de servicios                 |
|                       | Actividades económicas | Infraestructura turística            |
|                       | Paisaje                | Calidad del paisaje                  |

**c. IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES: Matriz de causa efecto.**

Una vez identificados las actividades del proyecto y los factores del medio susceptibles a recibir los impactos derivados de dichas actividades, se presenta en la siguiente hoja una matriz de causa-efecto, en donde se identifican con una "X" las interacciones entre sí.

Tabla 44 Matriz de identificación de impactos.

| ETAPA          |                           |  | PREPARACIÓN                        | CONSTRUCCIÓN                                  |            |  |             |          |                         | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO |                                   |                                      |                                       |                          |                    |                          |   |
|----------------|---------------------------|--|------------------------------------|---|------------|--|-------------|----------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|---|
| MEDIO          | FACTOR                    | ACTIVIDAD/<br>SUBFACTOR                    | Remoción<br>vegetación<br>herbácea | Excavaciones,<br>nivelación y<br>compactación | Obra civil | Infraestructura<br>hidrosanitaria<br>y eléctrica | Carpintería | Acabados | Arreglo<br>paisajístico | Consumo<br>de agua        | Generación<br>aguas<br>residuales | Generación<br>de residuos<br>sólidos | Demanda<br>de<br>energía<br>eléctrica | Mant.<br>Áreas<br>verdes | Mant.<br>Servicios | Mant.<br>Infraestructura |   |
| FÍSICO         | Agua<br>subterránea       | Calidad del<br>recurso                     |                                    |   | x          | x  | x           | x        | x                       |                           | x                                 |                                      |                                       |                          |                    |                          |   |
|                |                           | Cantidad del<br>recurso                    |                                    |   | x          | x  | x           | x        | x                       | x                         | x                                 |                                      |                                       | x                        |                    |                          |   |
|                | Suelo                     | Topografía                                 |                                    |   | x          |  |             |          |                         |                           |                                   |                                      |                                       |                          |                    |                          |   |
|                |                           | Erosión                                    | x                                  | x   |            | x  |             |          |                         |                           |                                   |                                      |                                       |                          | x                  |                          |   |
|                |                           | Infiltración y<br>drenaje                  |                                    |   | x          | x  |             |          | x                       |                           |                                   |                                      |                                       |                          | x                  |                          |   |
|                |                           | Calidad                                    |                                    |   |            |  |             |          |                         |                           |                                   | x                                    | x                                     |                          | x                  | x                        | x |
| BIOLÓGICO      | Vegetación                | Vegetación<br>secundaria                   | x                                  |   |            |  |             |          | x                       |                           |                                   |                                      |                                       | x                        |                    |                          |   |
|                |                           | Especies de<br>flora protegida             | x                                  |   |            |  |             |          | x                       |                           |                                   |                                      |                                       | x                        |                    |                          |   |
|                | Fauna                     | Especies de<br>fauna silvestre             |                                    |   | x          |  |             |          | x                       |                           |                                   |                                      |                                       |                          |                    |                          |   |
|                |                           | Especie de<br>fauna silvestre<br>protegida |                                    |   |            |  |             |          | x                       |                           |                                   |                                      |                                       |                          | x                  |                          |   |
|                |                           | Hábitat de<br>fauna silvestre              |                                    |   |            |  |             |          | x                       |                           |                                   |                                      |                                       |                          | x                  |                          |   |
| SOCIOECONÓMICO | Población                 | Empleo                                     | x                                  | x   | x          | x  | x           | x        | x                       | x                         | x                                 | x                                    | x                                     | x                        | x                  | x                        |   |
|                |                           | Valor del uso<br>de suelo                  |                                    |   | x          | x  | x           | x        | x                       |                           |                                   |                                      |                                       |                          | x                  | x                        |   |
|                | Servicios                 | Demanda de<br>servicios                    | x                                  | x   | x          | x  | x           | x        | x                       | x                         | x                                 | x                                    | x                                     | x                        | x                  | x                        |   |
|                | Actividades<br>económicas | Infraestructura<br>turística               |                                    |   | x          | x  | x           | x        | x                       |                           |                                   |                                      |                                       |                          | x                  | x                        |   |
|                | Paisaje                   | Calidad del<br>paisaje                     |                                    |   | x          |  |             |          | x                       | x                         |                                   |                                      |                                       | x                        |                    |                          |   |

d. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

De la matriz anterior, se identifican los siguientes impactos potenciales en cada una de las etapas del proyecto:

**Tabla 45 Listado de impactos ambientales identificados.**

| ETAPA                           | IMPACTO   |
|---------------------------------|---|
| <b>I. PREPARACIÓN DEL SITIO</b> | I.a. Remoción de vegetación secundaria de duna costera.                                     |
|                                 | I.b. Generación de empleos.   |
|                                 | I.c. Modificación del escenario actual.   |
|                                 | I.d. Afectación a especies protegidas   |
| <b>II. CONSTRUCCIÓN</b>         | II.a. Reducción de la superficie natural disponible para la infiltración del suelo.         |
|                                 | II.b. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.                              |
|                                 | II.c. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento. |
|                                 | II.d. Generación de empleos.  |
|                                 | II.e. Incremento calidad de vida.   |
|                                 | II.f. Modificación de paisaje.  |
| <b>III. OPERACIÓN</b>           | III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.  |
|                                 | III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales sin tratamiento.                     |
|                                 | III.c. Modificación de la calidad de vida.  |
|                                 | III.d. Incremento en la demanda de servicios.   |
|                                 | III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.  |

**V.1.1 Descripción y clasificación de los impactos.**

A continuación, se describen y clasifican cada uno de los impactos ambientales detectados, de acuerdo a la etapa del proyecto de posible ocurrencia. Como se ha mencionado anteriormente, la construcción del proyecto se realizará en una sola etapa que se estima tenga una duración máxima de 5 años, y la operación de la casa se prevé sea permanente y estará determinado por la ocupación de esta por sus habitantes.

## **I. Etapa: Preparación del sitio**

### **I.a. *Remoción de vegetación secundaria de duna costera.***

*Descripción:* Es necesaria para la primera fase de cualquier proyecto de construcción de infraestructura, pues se requiere de un terreno libre de vegetación, para poder construir la casa y dotarla de sus instalaciones.

Este es uno de los mayores efectos ambientales que se generan en proyectos de construcción, y a partir de este se desprenden algunos secundarios, sin embargo, la vegetación presente en el predio es secundaria, predominando los estratos arbustivo y herbáceo, el proyecto considera la remoción del **30%** de la superficie del predio para realizar las actividades de construcción.

### **I.b. *Generación de empleos.***

*Descripción:* La generación de empleos para la construcción es un impacto positivo, pues se requiere contratar personal para las labores en esta etapa. Los trabajos deben ser ejecutados con base en mano de obra.

Tanto los trabajadores como los responsables del proyecto requieren durante el desarrollo de esta etapa de la obra de alimentarse, transportarse y de otros servicios complementarios, con lo que se abre la posibilidad de que los vecinos u otros prestadores ya establecidos sean capaces de proporcionárselos.

### **I.c. *Modificación del escenario actual.***

*Descripción:* Los trabajos realizados en esta etapa generarán un cambio en el paisaje, sin embargo, esto no será significativo, puesto que el área que será afectada ha sido previamente perturbado y aunque actualmente se encuentra en recuperación la vegetación, la zona corresponde a un área de vivienda unifamiliar, donde están ya presentes algunas construcciones. Las construcciones ocuparán el **30%** de la superficie del predio, considerando que se mantendrá vegetación alrededor de las áreas de construcción, en un 70% el proyecto se integrará de manera armoniosa al escenario actual.

### **I.d. *Afectación a especies protegidas (2 de flora y 1 de fauna silvestre).***

*Descripción:* Es necesaria para la primera fase de cualquier proyecto de construcción de infraestructura, pues se requiere de un terreno libre de vegetación, para poder construir las casas y dotarlas de sus instalaciones.

Se identificó en el predio 2 especies de flora protegidas (*Mammillaria gaumeri* y *thrinax radiata*), en caso de realizar el desmonte indiscriminado, se afectarán las poblaciones de estas especies en la zona de influencia.

Asimismo, en el área de influencia se identificó una especie de fauna protegida (*Sceloporus cozumelae*), esta especie es de distribución en la zona costera de Yucatán, las actividades de preparación perturbarán y disminuirán su hábitat. Es importante resaltar que esta especie de reptil solo estuvo presente en el área de influencia del proyecto, por lo que en el predio estuvo ausente.

## **II. Etapa: Construcción.**

### **II.a. Reducción de la superficie natural disponible para la infiltración del suelo.**

*Descripción:* Derivado de las construcciones, se tendrá una ocupación del suelo del **30%** de la superficie total del predio, donde la permeabilidad no podrá realizarse directamente hacia el suelo y no permitirá la infiltración directa de agua de lluvia que recargue el acuífero.

### **II.b. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento.**

*Descripción:* Necesariamente las personas tienen que eliminar sus desechos metabólicos, el efecto negativo se da originalmente en el sitio de generación o lugares cercanos cuando no se disponen adecuadamente. La descarga directamente al suelo sin tratamiento previo, puede ocasionar la contaminación del agua subterránea.

### **II.c. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.**

*Descripción:* Este impacto, está relacionado con el consumo de alimentos de los trabajadores, y su consecuente generación de desechos de comida, como envases, envolturas y desperdicios de manera constante, creando posibles focos de contaminación de magnitud variable, dependiendo de la atención que se ponga en estos detalles.

Así mismo, la edificación del proyecto genera residuos de materiales de construcción como trozos de madera, restos no usados de material, entre otros.

Sí los residuos sólidos son bien manejados, no debe convertirse un problema, ni mucho menos en productores de contaminación de suelo, considerando como medida preventiva lo señalado en las normas ambientales y de salud.

### **II.d. Generación de empleos.**

*Descripción:* El área favorecida sobre todo en la de construcción, es la socioeconómica, pues en estas actividades se requiere la participación de técnicos especializados y albañiles en la obra.

Por otra parte, es previsible que el valor de la propiedad de las construcciones que se encuentran en la zona, aumente al ubicarse ahora cerca de una zona de vivienda unifamiliar.

### **II.e. Incremento calidad de vida.**

*Descripción:* Durante el proceso de construcción se genera una demanda de diversos insumos y servicios por el personal que labora en la obra, por lo que aumenta la calidad de vida local al abrirse oportunidades de negocio y verse beneficiadas las familias por un ingreso monetario al ofertar servicios a los trabajadores y aun cuando es temporal, coadyuva a disminuir este problema del desempleo.

### **II.f. Modificación de paisaje.**

*Descripción:* Después de la remoción de la vegetación y de la construcción, el cambio de paisaje es afectado pasando a un área construida del **30%**. Sin embargo, el cambio de paisaje no es drástico, ya que además de ubicarse en una zona desarrollada con casas de verano, la construcción estará integrada al paisaje manteniendo áreas de conservación con vegetación a su alrededor.



### III. ETAPA DE OPERACIÓN

#### **III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.**

La generación de residuos domésticos de los habitantes de la casa, podría generar contaminación en el suelo si se acumulan en un sitio y no se maneja adecuadamente, sin embargo, se considera el uso de contenedores para almacenar y separar desde su origen los residuos y tener un sitio específico para su disposición temporal mientras se traslada al sitio de disposición final, sea centros de acopio y/o relleno sanitario.

Pueden provocar contaminación del suelo, del agua, del paisaje, provocar focos de infección, daños a la salud y creación de plagas si no se maneja de acuerdo a la normatividad.

#### **III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales sin tratamiento.**

*Descripción:* Necesariamente las personas tienen que eliminar sus desechos metabólicos, acompañados de papel, jabón, restos de comida, grasa y todos los demás residuos, incluyendo peligrosos, que se desalojan por la tarja, el excusado y las coladeras o incluso en pasillos y áreas verdes.

El efecto negativo se da originalmente en el sitio de generación o lugares cercanos cuando se almacenan o disponen incorrectamente los residuos sólidos o peligros, pero se da principalmente en sitios lejanos, donde se disponen finalmente, suponiendo que ahí se les dará tratamiento adecuado. Pueden provocar contaminación del agua, del paisaje, provocar focos de infección, daños a la salud y creación de plagas si no se maneja de acuerdo a la normatividad.

El tratamiento de aguas residuales se pretende dar mediante una fosa séptica prefabricada instalada en la casa donde las aguas residuales que se generen pasarán por un procedimiento clarificador (tanque biodigestor) y posteriormente serán conducidas a un campo de absorción impermeabilizado. Con ello se asegura la remoción en alto grado de contaminantes, siempre y cuando vaya acompañada de mantenimiento de los lodos y la limpieza de la fosa.

#### **III.c. Modificación de la calidad de vida.**

El resultado de desarrollar una residencia, aunque sea pequeña, conlleva beneficios para la sociedad, como son las oportunidades de negocio. Dado que los habitantes de la casa, requerirán de abastecerse de bienes y servicios, que pudieran aumentar la demanda de estos, se genera una derrama económica puntual.

#### **III.d. Incremento en la demanda de servicios.**

Como se ha mencionado, para la operación de la casa, los habitantes requerirán abastecerse de bienes y servicios, para lo cual se ha programado el abastecimiento mediante pipas de agua potable y de electricidad. Un servicio relevante será la recoja y traslado de los residuos sólidos generados en la casa, para lo que se requerirá la recolección y disposición de estos.

#### **III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.**

*Descripción:* Como parte del diseño de paisaje, se dará mantenimiento a las áreas de conservación que sean mantenidas y en su caso restauradas una vez finalizada la construcción.

## V.2 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La metodología empleada para la evaluación de los impactos ambientales en este proyecto se detalla al inicio de este capítulo.

A continuación, se presenta una matriz modificada en donde se le ha aplicado un valor a cada uno de los impactos identificados y descritos en el apartado anterior. Los parámetros empleados son los que se presentaron en la Tabla 40 (página 91).

**Tabla 46 Valoración de los impactos ambientales.**

| ETAPA                    | IMPACTO   | CARÁCTER | GRADO PERTURBACIÓN | IMPORTANCIA | OCURRENCIA | AMPLITUD | DURACIÓN | GRADO DE REVERSIBILIDAD | RELACIÓN | CONDICIÓN                 |
|--------------------------|---|----------|--------------------|-------------|------------|----------|----------|-------------------------|----------|---------------------------|
| I. PREPARACIÓN DEL SITIO | I.a. Remoción de vegetación secundaria de duna costera.                                     | -1       | 5                  | 5           | 10         | 1        | 5        | 5                       | -31      | NEGATIVO MEDIO            |
|                          | I.b. Generación de empleos.   | 1        | 5                  | 5           | 10         | 5        | 5        | 5                       | 35       | POSITIVO MEDIO            |
|                          | I.c. Modificación del escenario actual.   | -1       | 5                  | 5           | 10         | 5        | 5        | 5                       | -35      | NEGATIVO MEDIO            |
|                          | I.d. Afectación a especies protegidas (2 de flora y 1 de fauna silvestre).                  | -1       | 5                  | 10          | 10         | 1        | 10       | 5                       | -41      | NEGATIVO MEDIO            |
| II. CONSTRUCCIÓN         | II.a. Reducción de la superficie natural disponible para la infiltración del suelo.         | -1       | 5                  | 5           | 10         | 1        | 10       | 5                       | -36      | NEGATIVO MEDIO            |
|                          | II.b. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.                              | -1       | 5                  | 5           | 5          | 5        | 5        | 5                       | -30      | NEGATIVO BAJO/ COMPATIBLE |
|                          | II.c. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento. | -1       | 5                  | 5           | 5          | 5        | 5        | 10                      | -35      | NEGATIVO MEDIO            |
|                          | II.d. Generación de empleos.  | 1        | 5                  | 5           | 10         | 5        | 5        | 5                       | 35       | POSITIVO MEDIO            |
|                          | II.e. Incremento calidad de vida.   | 1        | 5                  | 5           | 10         | 5        | 5        | 5                       | 35       | POSITIVO MEDIO            |
|                          | II.f. Modificación de paisaje.  | -1       | 5                  | 1           | 10         | 5        | 5        | 5                       | -31      | NEGATIVO MEDIO            |
| III. OPERACIÓN           | III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.  | -1       | 5                  | 5           | 5          | 5        | 10       | 5                       | -35      | NEGATIVO MEDIO            |
|                          | III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales sin tratamiento.                     | -1       | 5                  | 5           | 5          | 5        | 10       | 5                       | -35      | NEGATIVO MEDIO            |
|                          | III.c. Modificación de la calidad de vida.  | 1        | 5                  | 5           | 10         | 5        | 10       | 5                       | 40       | POSITIVO MEDIO            |
|                          | III.d. Incremento en la demanda de servicios.   | 1        | 5                  | 1           | 5          | 5        | 10       | 5                       | 31       | POSITIVO MEDIO            |
|                          | III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.  | 1        | 5                  | 10          | 5          | 5        | 10       | 5                       | 40       | POSITIVO MEDIO            |

## V.3. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

---

### V.3.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto

Las características físicas del área en donde se pretende desarrollar el proyecto, será modificado por la ocupación de infraestructura de manera permanente construida en el **30%** del área del proyecto.

La preparación del sitio, que consistirá en el retiro de vegetación herbácea y arbustiva en una superficie que representa el **30%** de la superficie total del predio, afectará la estructura tanto de la comunidad vegetal, de la fauna asociada a ésta (compuesta principalmente por aves y pequeños reptiles) y del suelo.

En la etapa de operación las actividades de mayor impacto serán la generación de residuos sólidos y las descargas de aguas residuales, que se darán a medida que sea habitado la vivienda unifamiliar, con lo cual si no hay un manejo adecuado podrá disminuir la calidad del agua subterránea y generar focos de infección y lixiviados. Así mismo, derivado de la ocupación de la casa se generará ruidos que podrán afectar las especies de fauna silvestre con potencial distribución en la zona del proyecto.

A pesar de que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto, ha sufrido alteraciones antropogénicas, la comunidad vegetal que está presente en el predio y la que será removida, corresponde a vegetación secundaria de matorral de duna costera, en proceso de recuperación, que corresponde a hábitat para aves costeras, por lo que dichas áreas serán mantenidas como áreas de conservación de la vegetación.

Con respecto al agua, aire y suelo, es importante mencionar que serán alterados a una escala menor, siendo el suelo el único que será impactado severamente al reducir su capacidad de infiltración directa por la ocupación del área por infraestructura permanente.

La implementación del proyecto generará un cambio en el paisaje como consecuencia de la eliminación del estrato vegetal y la ocupación de suelo, sin embargo, el área a modificar de manera permanente corresponde al **30%** de la superficie total del predio y se pretende integrar al paisaje mantenimiento áreas con vegetación alrededor de las construcciones.

En el área de influencia del proyecto se identificaron 2 especies de flora silvestre protegida (*Mammillaria gaumeri* y *Thrinax radiata*), y 1 especie de fauna (1 pequeño reptil: *Sceloporus cozumelae*), se realizarán acciones de rescate y reubicación en el caso de los individuos de flora y de ahuyentamiento de fauna silvestre, previo al inicio de las actividades de construcción, así como se mantendrán áreas de conservación. Posterior a la construcción, se restaurará el área, para mantener hábitat disponible en la zona.

Como medida de compensación se realizará la reforestación con individuos de *Thrinax radiata* en las áreas verdes ornamentales, especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se encuentra en el área del proyecto, y también es de distribución de la zona, pero ha presentado disminución en su población en la zona, esto tendrá el objeto de promover la conservación de la población de dicha especie en el área de influencia.

Durante la **construcción**, se generarán una mayor cantidad de residuos sólidos inorgánicos, derivados de los materiales de construcción y de la alimentación de los trabajadores, que si no son manejados

adecuadamente se pueden dispersar a las áreas naturales y predios colindantes y afectar la vegetación que ahí se encuentra, así como contaminar el suelo y convertirse en un foco de infección y plagas.

El personal involucrado en la obra, requerirá realizar sus necesidades fisiológicas, que si se cuenta con un servicio sanitario con el manejo y disposición adecuada (letrina portátil) se podrá evitar la contaminación al acuífero por las descargas sin tratamiento de las aguas residuales. Asimismo, existe el riesgo de que a falta de servicios sanitarios se realicen las necesidades fisiológicas al aire libre, con lo que se contamina el suelo y disminuye la calidad del agua subterránea por lixiviados.

En la etapa de **operación** las actividades de mayor impacto serán la generación de residuos sólidos y las descargas de aguas residuales, que se darán a medida que sea habitada la casa, con lo cual si no hay un manejo adecuado podrá disminuir la calidad del agua subterránea y generar focos de infección y lixiviados.

La implementación del proyecto generará un cambio en el paisaje como consecuencia de la superficie que será afectada (30%), manteniendo el **70 % como áreas verdes**, con fines ornamentales y de conservación.

Para el desarrollo del proyecto, se requiere de materiales, insumos y de personal, la empresa encargada de la construcción favorecerá la contratación de mano de obra local, lo cual generará un impacto positivo en la población rural, mientras dure el proyecto.

Todos estos procesos serán puntuales en el área del predio donde se desarrollará el proyecto, sin que resulten afectadas directamente las áreas adyacentes del proyecto.

### **V.3.2 Identificación de los efectos en el sistema ambiental.**

#### **Medio físico**

Los efectos sobre la calidad del **aire**, no son significativos, por lo cual no se evalúan en este estudio.

El proyecto no representa un riesgo para la disponibilidad de **agua subterránea**, puesto que su demanda será baja, únicamente utilizada con fines domésticos para los habitantes de 1 casa unifamiliar, con una ocupación máxima de 8 personas. La calidad del agua subterránea, podría verse afectada si no se tomaran las medidas preventivas y las descargas de las aguas residuales se realicen directamente al manto freático. Sin embargo, este proyecto contempla la instalación de un sistema individual para el tratamiento de las aguas residuales la casa habitación y las aguas tratadas serán conducidas hacia un campo de absorción impermeabilizado.

Durante la etapa de preparación y construcción, se tomarán como medidas de prevención la instalación de letrinas portátiles, para evitar la defecación al aire libre, así como la descarga de aguas residuales directamente al manto freático. La construcción del proyecto, afectará de manera permanente por obras civiles un área del **30%**, donde ya no se permitirá la infiltración natural directa y se modificarán las características físicas del **suelo**, por la cimentación. Se considera un impacto bajo. El **70%** de la superficie del predio, permanecerá como áreas naturales, libre de cimentación o construcción permanente.

La generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, por cualquier tipo de actividad, pueden generar contaminación en el suelo, si no son manejados adecuadamente. Se considera un impacto

bajo, por el número de personas y la ocupación estimada de la casa, en tanto que estos los residuos domésticos serán generados de manera permanente.

### **Medio biológico**

El proyecto ocasionará la **remoción permanente** de vegetación secundaria de duna costera en el 30% de la superficie total del predio, sin embargo, se mantendrán como áreas verdes o de conservación, el **70%** de la superficie del proyecto, las cuales serán áreas de manera permanente estarán compuestas por especies propias del paisaje costero de la zona.

Aun cuando se reducirán áreas naturales en el 30% del predio, con la construcción del proyecto se asegura el mantenimiento de al menos el **70%** como áreas naturales, con fines ornamentales y como zona de conservación de la vegetación de duna costera, lo cual representa el incremento de áreas con condiciones favorables para la fauna silvestre de la región (aves y pequeños reptiles).

Las áreas verdes o de conservación están diseñadas para rodear prácticamente el área de construcción del proyecto, manteniendo mayor superficie al este y oeste del predio, colindando al sur con la calle de arena, donde se estima que serán áreas de menor afectación por actividades humanas (lejos de las construcciones). **Esto permitirá la continuidad de la vegetación de duna costera y facilitará la movilidad de la fauna silvestre.**

El mantenimiento de las áreas verdes en el 70% del predio, con especies propias del paisaje costero y plantas que están reportadas como alimento de aves, permitirán la conservación de la biodiversidad florística del predio, así como mantendrá hábitat disponible para la fauna silvestre del área de influencia. En dicha área de conservación, serán sembrados los individuos de la especie protegida *Thrinax radiata*, que está presente en el sitio y en la zona de influencia, donde se han disminuido sus poblaciones.

Se tomarán las medidas preventivas durante las actividades de construcción, para evitar la afectación indirecta, así como durante la operación del proyecto se dará mantenimiento y vigilancia al área de conservación para asegurar la permanencia de dicha área de conservación.

De manera permanente, se le dará mantenimiento a las áreas de conservación que serán habilitadas en el proyecto, lo cual representa el mantenimiento de la biodiversidad florística en el predio a largo plazo.

La afectación a la fauna **silvestre** asociada al área, la cual está compuesta por pequeños reptiles, aves e insectos (incluyendo una especie protegida), será mínima puesto que ha sido ahuyentada previamente y la escasa fauna podrá ser desplazada a predios vecinos durante la preparación y construcción; y una vez restauradas (reforestación y enriquecimiento) las áreas de conservación del proyecto, estas podrán convertirse en su fuente de alimento. La delimitación del predio será realizada de tal manera que no interrumpa la libre movilidad de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto.

### **Medio socioeconómico**

La preparación del sitio y construcción del proyecto, generará empleos temporales, asimismo, durante la habitación de la casa se requerirán algunos servicios, lo cual representa un efecto positivo en la población de las localidades cercanas, sin embargo, no resulta un impacto importante, dadas las dimensiones del proyecto.

## CAPÍTULO VI

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

Los impactos ambientales sobre el entorno que generará el desarrollo del proyecto, como se ha descrito anteriormente, cubren una amplia gama de aspectos en sus diferentes etapas. Algunos de los impactos que han sido identificados y evaluados, son inevitables, pues si así no sucediera el proyecto no podría ejecutarse, pero con la aplicación de medidas de mitigación, pudiese disminuir su efecto negativo e incluso lograr uno positivo.

También se identificaron impactos potenciales, de tal manera que, con la ejecución de acciones, denominadas preventivas, es posible no generarlos, sin afectar los objetivos o alcance del proyecto, e incluso optimizándolo. A continuación, se enlistan y caracterizan las medidas que son útiles para la correcta implementación del proyecto, mencionando la etapa de aplicación y el impacto ambiental a evitar, mitigar u optimizar.

#### VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

| ETAPA                    | IMPACTO   | MEDIDAS  |
|--------------------------|---|--|
| I. PREPARACIÓN DEL SITIO | I.a. Remoción de vegetación secundaria de duna costera.                             | Se delimitará mediante balizas de madera y/o cintas, exclusivamente el área necesaria para las construcciones (afectación directa e indirecta), para prevenir la afectación de la vegetación de duna costera que se encuentra al norte del proyecto.   |
|                          | I.c. Modificación del escenario actual.   | La remoción de vegetación se realizará de manera manual, estando prohibido el uso de agroquímicos, herbicidas o fuego.   |
|                          | I.b. Generación de empleos.   | Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.   |
|                          | I.d. Afectación de especies de fauna catalogadas (1).                               | Previo al inicio de las actividades de desmonte, se realizará el ahuyentamiento de los individuos del pequeño reptil catalogado, asimismo se realizarán pláticas al personal involucrado en las actividades de preparación, para evitar su afectación. Se colocarán letreros informativos.     |
| II. CONSTRUCCIÓN         | II.a. Reducción de la superficie natural disponible para la infiltración del suelo. | Se debe asegurar la hermeticidad de las cimbras con el objeto de evitar derrames de concreto en áreas colindantes.<br>Se controlará durante la construcción las mezclas compactantes (cemento), esto a fin de prevenir excedentes que se puedan dispersar por la zona y también fuera de ella. |



| ETAPA          | IMPACTO   | MEDIDAS  |
|----------------|---|--|
|                | II.b. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.                              | Se colocarán los residuos sólidos generados en contenedores con tapa y serán transportados para su disposición final en el sitio que indique la autoridad municipal.<br>Se supervisará al personal de la construcción, para verificar que todos los materiales residuales (clavos, maderas, etc.) sean colocados en los contenedores para residuos sólidos.  |
|                | II.c. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento. | Se instalará una letrina portátil en el sitio para el servicio del personal de trabajo.<br>Se contratará a una empresa especializada para la recolección de las aguas residuales.<br>Se verificará que se les dé el mantenimiento adecuado a las letrinas.   |
|                | II.d. Generación de empleos.  | Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.   |
|                | II.f. Modificación de paisaje.  | Se llevarán a cabo diariamente actividades de limpieza.<br>Una vez que se haya terminado la construcción de la obra civil, se deberá dar inicio a la reforestación y creación de áreas verdes y de conservación.   |
| III. OPERACIÓN | III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.  | Los residuos sólidos generados, serán dispuestos en contenedores con tapa, y clasificados (orgánicos, inorgánicos y sanitarios).<br>Se favorecerá la separación de los residuos para que aquellos que puedan ser reutilizados o reciclados, sean enviados y/o vendidos a un centro de acopio, con el fin de minimizar el impacto ambiental producto de la generación de residuos sólidos en el municipio.  |
|                | III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales sin tratamiento.                     | Se verificará periódicamente el funcionamiento adecuado de la fosa séptica.<br>Se le dará mantenimiento periódico con la limpieza y retiro de los lodos generados por una empresa autorizada.  |
|                | III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.  | Se destinará un área de <b>280 m<sup>2</sup></b> , que corresponde al <b>70%</b> del área del proyecto como áreas verdes para la conservación de la duna costera (además de tener fines ornamentales).<br>Se realizará la reforestación de dichas áreas con ejemplares de <i>Thrinax radiata</i> , especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de distribución en la zona del proyecto (se describen actividades en la siguiente página).<br>Se realizará la reforestación en las áreas verdes ornamentales y áreas de conservación, que representan el <b>70%</b> de la superficie total del proyecto.<br>Se les dará el mantenimiento permanente a estas áreas. |

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN:

**Reforestación de las áreas verdes o de conservación con vegetación de matorral de duna costera.**

### IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDO

- Remoción de vegetación secundaria de duna costera.
- Modificación del escenario actual.
- Modificación de paisaje.

### OBJETIVO GENERAL:

Restaurar y enriquecer las áreas verdes del proyecto para incrementar la biodiversidad en el área.

### Objetivos específicos:

- Reforestar las áreas verdes o de conservación que se encuentren perturbadas o que hayan sido afectadas de manera indirecta por las actividades de construcción.
- Incrementar en el área de conservación la población de una especie catalogada como amenazada (*Thrinax radiata*) con la siembra de 30 individuos.
- Enriquecer las áreas verdes con la reforestación con plantas propias del ecosistema costero para obtener una densidad de especies y de individuos similar a las áreas de mejor conservación en el predio.
- Mejorar la vegetación de las áreas de conservación para promover un hábitat que sea fuente de alimento y refugio de aves de la costa y fauna silvestre propia del ecosistema costero.

### ANTECEDENTES

El área del proyecto presenta vegetación secundaria de matorral de duna costero en diferentes estados de conservación, predominando especies herbáceas propias de la zona de pioneras de la duna costera, y especies arbustivas en la parte sur del predio.

Como medida de mitigación se propone mantener áreas verdes al este y oeste del predio, para la continuidad con la vegetación y mantener la vegetación alrededor de las construcciones, de manera que las construcciones se integren de manera armoniosa al paisaje costero de la zona. Esta medida también busca propiciar la continuidad de la vegetación con la presente en los predios vecinos y promover la movilidad de la fauna silvestre que se encuentra en el área de influencia del proyecto.

Se realizará la reforestación con especies propias del ecosistema costero y que estén reportadas como plantas que proveen alimento y refugio para las aves y reptiles de la zona costera; y se considera la utilización de una especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de distribución natural en la zona, que se encuentra ausente en el sitio del proyecto.

## DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

### a) Ubicación de las áreas de conservación.

Las áreas de conservación o áreas verdes están ubicadas rodeando las construcciones, y colindando con los predios vecinos, donde se presenta vegetación en las áreas colindantes, para sí favorecer la continuidad de la vegetación y la movilidad de la fauna silvestre.

Anexo a este documento se presenta un plano de las áreas de conservación y sus coordenadas de ubicación.

### a) Nombre y cantidad de las especies a plantar.

Se utilizarán 6 especies para el enriquecimiento y reforestación de las áreas verdes, algunas de las cuales están presentes actualmente en el área del predio, pero todas están reportadas como plantas que proveen alimento a aves costeras o bien plantas representativas de la costa.

Únicamente una especie es introducida, *Cocos nucifera*, sin embargo, es una de las presentes en el área de influencia del proyecto, está registrada como especie representativa de la flora costera de la Península de Yucatán, no está considerada como especie invasora por la CONABIO, y su siembra es compatible con el uso de suelo recomendado en la UGA donde se encuentra el proyecto de acuerdo al POETCY.

El número total de especies propuestas para la reforestación es de 100 individuos, distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla 47 Listado de especies de flora que serán utilizadas para enriquecimiento y reforestación de áreas de conservación.**

| NOMBRE CIENTÍFICO            | NOMBRE COMÚN      | NO. PLANTAS A SEMBRAR |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Coccoloba uvifera</i>     | Uva de mar        | 10                    |
| <i>Cocos nucifera</i> *      | Coco              | 6                     |
| <i>Cordia sebestena</i>      | Siricote de playa | 14                    |
| <i>Hymenocallis caribaea</i> | Sak lirio         | 30                    |
| <i>Trinax radiata</i> **     | Ch'iit            | 30                    |
| <i>Canavalia rosea</i>       | Frijol de playa   | 10                    |
| <b>TOTAL</b>                 |                   | <b>100</b>            |

\*Especie introducida, pero reportada como propia del paisaje costero.

\*\* Especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación, se presentan algunas características de algunas de las especies que serán utilizadas para la reforestación:

**Tabla 48 Características de algunas de las especies de flora que serán utilizadas en la reforestación.**

| NOMBRE CIENTÍFICO     | NOMBRE COMÚN | CARACTERÍSTICAS   | FORMA | FAUNA | COSTA |
|-----------------------|--------------|---|-------|-------|-------|
| <i>Trinax radiata</i> | Ch'iit       | Los frutos son salvavidas de congregaciones de aves migratorias particularmente en la primavera.                        | Palma | x     | x     |
| <i>Cocos nucifera</i> | Coco         | Palma introducida, su distribución está asociada con las costas, en México es una de las plantas más usadas y manejadas | Palma |       | x     |

| NOMBRE CIENTÍFICO            | NOMBRE COMÚN | CARACTERÍSTICAS  | FORMA | FAUNA | COSTA |
|------------------------------|--------------|--|-------|-------|-------|
| <i>Coccoloba uvifera</i>     | Uva de mar   | Planta muy tolerante a las sequías y a la sal, el fruto es alimento de iguana negra y tlacuache. | Hr    | x     | x     |
| <i>Hymenocallis caribaea</i> | Sak lirio    | Las flores blancas visitadas por mariposas nocturnas, usada como ornamental.                     | Hr    | x     | x     |

**SIMBOLOGÍA:** **PRESENTE:** encontrada en el área de influencia. **FAUNA:** hábitat de aves costeras. **COSTA:** representativa de la flora costera de la Península.

**b) Superficie total a enriquecer y restaurar con sus correspondientes referencias geográficas.**

La superficie total que será reforestada y/o enriquecida corresponde a las áreas verdes del proyecto que es de **280.00 m<sup>2</sup>**, la ubicación exacta se encuentra representada en un plano adjunto, así como las coordenadas geográficas de dichas áreas.

**c) Seguimiento al programa.**

Siembra de plantas.

La reforestación se llevará a cabo al inicio de la temporada de lluvias (abril a julio) una vez finalizadas las actividades de construcción.

Evaluación.

Se llevará a cabo una evaluación del área reforestada a los **6 meses del establecimiento y a los 12 meses**, para evaluar el porcentaje de sobrevivencia y el desarrollo de los individuos, tomando datos e crecimiento, altura y cobertura. Se realizará el levantamiento de datos cada visita, que integrarán los reportes de campo.

Actividades de mantenimiento y seguimiento.

Se realizarán las siguientes acciones como mantenimiento y seguimiento a las áreas reforestadas:

- Deshierbe: eliminar la competencia que se establece entre las plantas introducidas y las malezas por luz, agua y nutrientes. Se realizará con continuidad. El número de deshierbes dependerá de que tan abundante sea el crecimiento de las malezas. Se dejarán de practicar hasta que el tamaño de la planta sea suficiente para librar la competencia por la luz.
- Control de plagas: de presentarse escaso crecimiento y/o un aspecto poco saludable de la plantación, se realizará su control a partir del diagnóstico preciso del tipo de planta que está afectando a la planta, y se realizará el tratamiento más adecuado.
- Aplicación de insumos: si se encuentran síntomas en el crecimiento y aspecto de la planta, de deficiencia de elementos nutritivos en el suelo, se aplicarán fertilizaciones con productos naturales u orgánicos de manera periódica.
- Riegos auxiliares: en caso que la humedad que reciban las plantas sea deficiente, se realizarán riegos auxiliares que permitan a las plantas establecerse y evitar perder la plantación. El riego se realizará cuidando eficientizar el uso del agua, por lo que considerará en las horas de menos insolación.

### Resultados esperados de la reforestación

Se espera tener un índice al menos del **70% de sobrevivencia** en las áreas reforestadas. De obtener un índice menor, se realizará nuevamente una segunda siembra al inicio de la siguiente temporada para cubrir el índice deseado.

### Presentación de informe anual

Tal como se mencionó anteriormente, a los **12 meses** de haberse realizado la siembra de las plantas en el sitio se realizará la segunda evaluación del desarrollo de la plantación, una vez capturados los datos se integrará un informe técnico que será entregado a la SEMARNAT **durante el mes 13**.

## CAPÍTULO VII

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

#### VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

El proyecto que se evalúa en la presente manifestación de impacto ambiental consiste en la construcción y operación de una casa unifamiliar de segunda residencia que se ubica en un ecosistema costero, pero que en el predio se presentan condiciones de perturbación previas por actividades antropogénicas, así como eventos climáticos.

No se considera que el desarrollo del mismo constituya una degradación del paisaje, en el sentido de que, debido a las características de recreación y descanso que se persiguen con el mismo, ha considerado en su diseño la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales de la zona, con el objetivo que se puedan mantener durante el proceso constructivo, la vida útil del proyecto y la utilización de sus habitantes. Así como se encuentra en una zona desarrollada por viviendas unifamiliares.

El área del proyecto contará con una construcción que ocupará el **30%** del predio, y el resto de la superficie se mantendrá como áreas naturales, manteniéndose el **70%** de la superficie total del proyecto sin impermeabilizar, con lo cual no representa un cambio drástico al escenario natural, ya que como se ha mencionado anteriormente se encuentra en una zona desarrollada con casas de segunda residencia.

Ha de quedar claro que el impacto social será neutro, pues el proyecto se trata simplemente de la construcción de una casa habitación que será habitada probablemente sólo durante ciertas temporadas, por lo que probablemente la generación de empleos relacionados con él se limitará a la etapa de construcción; sin embargo, puede esperarse la apertura de espacios de oportunidad de empleo para las labores domésticas de este sitio. De esta manera pudiese anticiparse un escenario positivo para la sociedad.

**Como media de mitigación y compensación se mantendrán áreas de conservación de la vegetación, que estarán integradas al área de construcción distribuida en el predio, con el fin de mantener la biodiversidad y hábitat disponible a la fauna silvestre (aves y pequeños reptiles), y en especial de las 2 especies de flora protegidas, identificadas en la zona.**

**Las áreas de conservación se han diseñado, de acuerdo a las condiciones actuales del área de influencia, considerando también la problemática ambiental presente, ubicándose en los sitios donde la vegetación presenta mejores condiciones de conservación y donde se estima recibirán menor afectación por las actividades propias de la operación de la vivienda.**

**El mantenimiento de las áreas de conservación, permitirá la continuidad de la vegetación en el área de influencia del proyecto, lo cual favorecerá la movilidad de la fauna silvestre de la zona. Asimismo, se considera también el incremento de las poblaciones de la especie catalogada como amenazada (*Thrinax radiata*), con la siembra de esta en las áreas de conservación dentro del proyecto.**



Por último, es importante mencionar que los usuarios de la casa tomarán la responsabilidad de mantener en condiciones óptimas su vivienda, dándose a la tarea de llevar la operación de manera que sea lo más amigable con ambiente que lo hospeda y con la población vecina. En el caso de suceder alguna contingencia ambiental relacionada con alguna etapa del proyecto, el promovente se hará cargo de implementar las necesarias medidas de mitigación de impactos que apliquen al caso.

## **VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

---

La magnitud del proyecto estudiado ha dado lugar a una serie de medidas de prevención y mitigación que resultan sencillas de aplicar, por lo que no se considera necesario establecer un programa de vigilancia muy elaborado; pero debido a que siempre es de gran importancia asegurarse que las medidas establecidas en este Manifiesto sean respetadas, el promovente deberá vigilar principalmente que los participantes en las etapas de preparación y construcción del proyecto no violen ninguna medida establecida.

Esto se podrá hacer estableciendo un Reglamento de Construcción con la inclusión de cláusulas ambientales con las empresas y/o personal que se contrate, así mismo se recomienda llevar una bitácora de obra, en la que se tome nota del cumplimiento de estas medidas, rindiendo cuenta, de ser solicitado, a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación durante la etapa de operación es responsabilidad única de los usuarios de la casa, aunque las autoridades ambientales serán las indicadas para darle seguimiento a la buena o mala aplicación de la normatividad.

## VII.3 CONCLUSIONES

---

En el estudio del proyecto “**CASA DE PLAYA KM 24**” los resultados obtenidos del análisis de la información del medio natural del predio y sus alrededores, así como del tipo de proyecto, permite prever un impacto negativo sobre el suelo. Presentar una Manifestación de Impacto Ambiental previo a la construcción del proyecto, es una oportunidad de aplicar medidas preventivas y de mitigación que de otra manera difícilmente se hubiera hecho.

La consideración final es por lo tanto que la construcción y operación del proyecto “**CASA DE PLAYA KM 24**”, es un proyecto generador de impactos ambientales, perfectamente evitables o mitigables, y cuyos beneficios, siempre y cuando se cumplan las medidas y condicionantes, rebasan a los efectos negativos ambientales.

En este contexto, de manera específica, se enlistan las conclusiones obtenidas a partir del conocimiento del proyecto, de la caracterización ambiental de la zona de estudio y de la evaluación de los efectos generados:

- Se trata de un proyecto de vivienda unifamiliar, ubicado en una zona compatible con este uso y que permite el aprovechamiento del ecosistema en una baja intensidad y la conservación de la vegetación.
- La obra civil no afectará más del 30% del área del predio.
- Se realizarán acciones para mitigar y compensar el impacto ambiental, designando áreas para la conservación de la vegetación.
- Se promoverá la continuidad de la vegetación con la primera duna costera colindante al norte del predio.
- Se favorecerá la movilidad de fauna silvestre en el sitio con la siembra de especies que proveen hábitat y son fuente de alimento para aves costeras y pequeños reptiles.
- Se incrementará la población en el sitio de *Thrinax radiata*, especie catalogada como amenazada, de distribución en el área de influencia y que está ausente en el área del proyecto.
- Se implementarán medidas de prevención y mitigación, para evitar impactos a las poblaciones de fauna silvestre, en especial de la especie protegida que fueron observadas en el predio y en la zona de influencia del proyecto.
- Este impacto es meramente puntual y no tiene repercusiones regionales.
- Las medidas de prevención minimizarán el impacto generado por las diversas acciones, especialmente en las etapas de preparación y construcción del proyecto.
- Se implementarán medidas para el manejo adecuado de los residuos sólidos y las aguas residuales.
- El proyecto cumple con la normatividad en materia ambiental.

***Por lo anterior, se concluye que el proyecto de construcción y operación “CASA DE PLAYA” que se ubica en el municipio de Dzemul, Yucatán se trata de un proyecto admisible, ambientalmente viable y socialmente aceptable, siempre y cuando se apegue a lo manifestado en este documento y se apliquen durante todas las etapas las medidas de prevención y mitigación de impacto propuestas.***

## CAPÍTULO VIII

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

#### VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

---

Se entrega un ejemplar impreso del presente estudio, así como su respaldo en memoria magnética (3 copias en discos compactos).

Se presenta un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental.

##### **VIII.1.1 Figuras de ubicación.**

Se presenta en el Anexo II.

##### **VIII.1.2 Fotografías.**

Se presenta en el Anexo III.

##### **VIII.1.3 Documentos Legales.**

Se presenta en el Anexo I.

#### VIII.2 OTROS ANEXOS

---

### VIII.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

---

- Arellano J. et al (2003) **Etnoflora Yucatanense**. Universidad Autónoma de Yucatán, facultad de medicina veterinaria y zootecnia.
- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. **Regiones hidrológicas prioritarias**. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. Edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- Espinoza, G. 2001. **Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental**. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Centro de Estudio para el Desarrollo (CD). Chile.
- Chan, C. et al. (2002). **Guía ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán**. Etnoflora Yucatanense. Mérida, México
- Comisión Nacional del Agua. **Registros pluviométricos mensuales, anuales y promedios de 60 años**. Gerencia Regional Sureste. Península de Yucatán.
- Durán, R., et al. (2000). **Listado Florístico de la Península de Yucatán**. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. Mérida, México.
- Flores, S. & Espejel, I. (1994). **Tipos de vegetación de la península de Yucatán**. Universidad Autónoma de Yucatán Sostenibilidad Maya. Fascículo 3. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (2005). **Anuario Estadístico de Yucatán**, Edición 2005.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (s/f). **Cartas sinópticas del Estado de Yucatán de Climas, Temperaturas, Geología, Hidráulicas y Edafológicas**.
- Lesser, H. (1976) Estudio **Geohidrológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán**. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México D.F.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**. (1996) Diario Oficial de la Federación. 13 de diciembre de 1996.
- MacKinnon, B. 2005. **Plantas costeras que conservan las playas y alimentan las aves**. Amigos de Sian Ka'an A.C. Cancún, Quintana Roo. México.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Yucatán**. (2007) D.O. del Gobierno del Estado de Yucatán, 31 de Julio de 2007.
- Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente en materia del Impacto Ambiental**. (2000) Diario Oficial del Gobierno del Estado. 23 de marzo de 2000.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental**. (1996) Diario Oficial de la Federación. 13 de diciembre de 1996.
- Secretaría de Gobernación. (1988). **Los municipios de México**. Centro Nacional de Estudios Municipales de la Secretaría de Gobernación. México, D.F.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. (s/f). **Estudio Geohidrológico de la Península de Yucatán**.
- Universidad Autónoma de Yucatán. (1999) Facultad de Arquitectura. **Atlas de Procesos Territoriales**.