



**MEDIO AMBIENTE**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**2020**

LEONA VICARIO  
SEVENTEENTA MADRE DE LA PATRIA

- I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Bitácora número **23/MP-0073/12/19**.
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, la CURP, el domicilio particular , el teléfono celular y el correo electrónico, en páginas 6 y 7.
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **011/2020/SIPOT**, en la sesión celebrada el **20 de enero de 2020**.

VI. **Firma del titular:**

  
**Biol. Araceli Gómez Herrera.**

"Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia, por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo, previa designación, firma el presente la Jefa de la Unidad de Gestión Ambiental Zona Norte" \*

+Oficio 01250 de fecha 28 de noviembre de 2018.

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



# **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P)**

## **Proyecto: Operación Hotel Puerto Holbox**

### **Isla Holbox, Quintana Roo**



Promovente: Alberto Saab Saab

Municipio: Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, México

Noviembre, 2019



<b>I.</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO</b>	<b>4</b>
<b>I.1</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	<b>4</b>
<b>I.2</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE</b>	<b>6</b>
<b>I.3</b>	<b>DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO</b>	<b>7</b>
<b>I.4</b>	<b>PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL</b>	<b>7</b>
<b>II.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>8</b>
<b>II.1</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b>	<b>8</b>
	<b>UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN</b>	<b>15</b>
	<b>INVERSIÓN REQUERIDA</b>	<b>18</b>
<b>II.2</b>	<b>DIMENSIONES DEL PROYECTO</b>	<b>18</b>
<b>II.3</b>	<b>USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS</b>	<b>35</b>
<b>II.4</b>	<b>URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS</b>	<b>39</b>
<b>II.5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO</b>	<b>41</b>
<b>III.</b>	<b>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO</b>	<b>49</b>
<b>III.1</b>	<b>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS</b>	<b>49</b>
<b>III.2</b>	<b>REGIONES MARINAS PRIORITARIAS</b>	<b>83</b>
<b>III.3</b>	<b>REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS</b>	<b>84</b>
<b>III.4</b>	<b>NORMAS OFICIALES MEXICANAS</b>	<b>85</b>
<b>III.5</b>	<b>BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN URBANA</b>	<b>101</b>
<b>IV.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</b>	<b>102</b>
<b>IV.1</b>	<b>DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>102</b>
<b>IV.2</b>	<b>CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL</b>	<b>103</b>
<b>IV.3</b>	<b>CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ZONA DE PROYECTO</b>	<b>176</b>
<b>V.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>209</b>
<b>V.1</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>209</b>
<b>V.2</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>220</b>
<b>VI.</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>222</b>
<b>VI.1</b>	<b>MEDIDAS PARA LA ETAPA OPERATIVA</b>	<b>222</b>

<b>VII.</b>	<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>225</b>
VII.1	ESCENARIO DEL ESTADO CERO DEL PROYECTO. ....	225
VII.2	ESCENARIO AMBIENTAL CON EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	226
VII.3	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. ....	227
VII.4	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	229
VII.5	CONCLUSIONES .....	231
<b>VIII.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO.....</b>	<b>233</b>
VIII.1	FORMATOS DE PRESENTACIÓN .....	233
VIII.2	BIBLIOGRAFÍA .....	234

## I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

### I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

#### I.1.1 Nombre del proyecto

"Puerto Holbox"

#### I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El proyecto "Puerto Holbox" se encuentra ubicado en el solar urbano identificado como Lote número 3, de la manzana 16, de la zona 1, del poblado de Holbox, Municipio Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, con las medidas y colindancias siguientes: al Noreste, 75.43 metros con calle Kanchin; al Sureste, 64.48 metros con avenida Pedro Joaquín Coldwell; al Suroeste, 62.75 metros con Solar 2 y al Noroeste, 69.25 metros con línea quebrada con calle Paseo Carey. Con una superficie total de 4,442.51 m<sup>2</sup>. Mismo que actualmente es identificado con la nomenclatura, clave catastral y medidas y colindancias siguientes:

Predio 001, Manzana 0046, Zona 02, ubicado en Calle Paseo Carey, del poblado de Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, con clave catastral número 05040020046001000 con las medidas y colindancias siguientes: al Noreste, 75.43 metros con calle Kanchin; al Sureste, 64.48 metros con avenida Pedro Joaquín Coldwell; al Suroeste, 62.75 metros con predio 004 y al Noroeste, 69.25 metros en línea quebrada con calle Paseo Carey. Con una superficie total de 4,442.51 m<sup>2</sup>.

Escritura pública 3,143 Volúmen XVI, Tomo "A" de fecha, en la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, México al 10 de abril del año 2017

Tabla 1 Coordenadas del levantamiento topográfico del terreno donde se encuentra el proyecto denominado Puerto Holbox

Predio 001, Manzana 0046, Zona 002, Superficie: 4,442.51 m <sup>2</sup> .		
ID	X	Y
1	460302.164	2379970.357
2	460274.357	2379915.369
3	460315.151	2379867.692
4	460356.033	2379917.553
5	460281.159	2379924.483
6	460274.225	2379937.528

Así mismo, el proyecto plantea integrar una Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar:

Tabla 2 Coordenadas de la Zona Federal Marítimo Terrestre considerada para el proyecto

Cuadro de Coordenadas Zona Federal Marítimo Terrestre: 1,141.105 m2		
ID	X	Y
PM01-PM02	460238.508	2379956.93
PM02-PM03	460262.474	2379998.69
PM03-ZF04	460267.146	2380004.68
ZF04-ZF05	460281.52	2379990.59
ZF05-ZF06	460279.115	2379987.51
ZF06-ZF07	460256.809	2379948.63
ZF07-PM01	460253.691	2379939.52

Tabla 3 Coordenadas de los Terrenos Ganados al Mar para incorporar al proyecto

Cuadro de Coordenadas Terrenos Ganados al Mar: 1,191.033 m2		
ID	X	Y
ZF07-ZF06	460253.691	2379939.52
ZF06-ZF05	460256.809	2379948.63
ZF05-ZF04	460279.115	2379987.51
ZF04-TGM08	460281.52	2379990.59
TGM08-TGM09	460298.585	2379973.87
TGM09-TGM10	460268.216	2379938.18
TGM10-TGM11	460275.258	2379924.93
TGM11-ZF07	460271.025	2379919.26

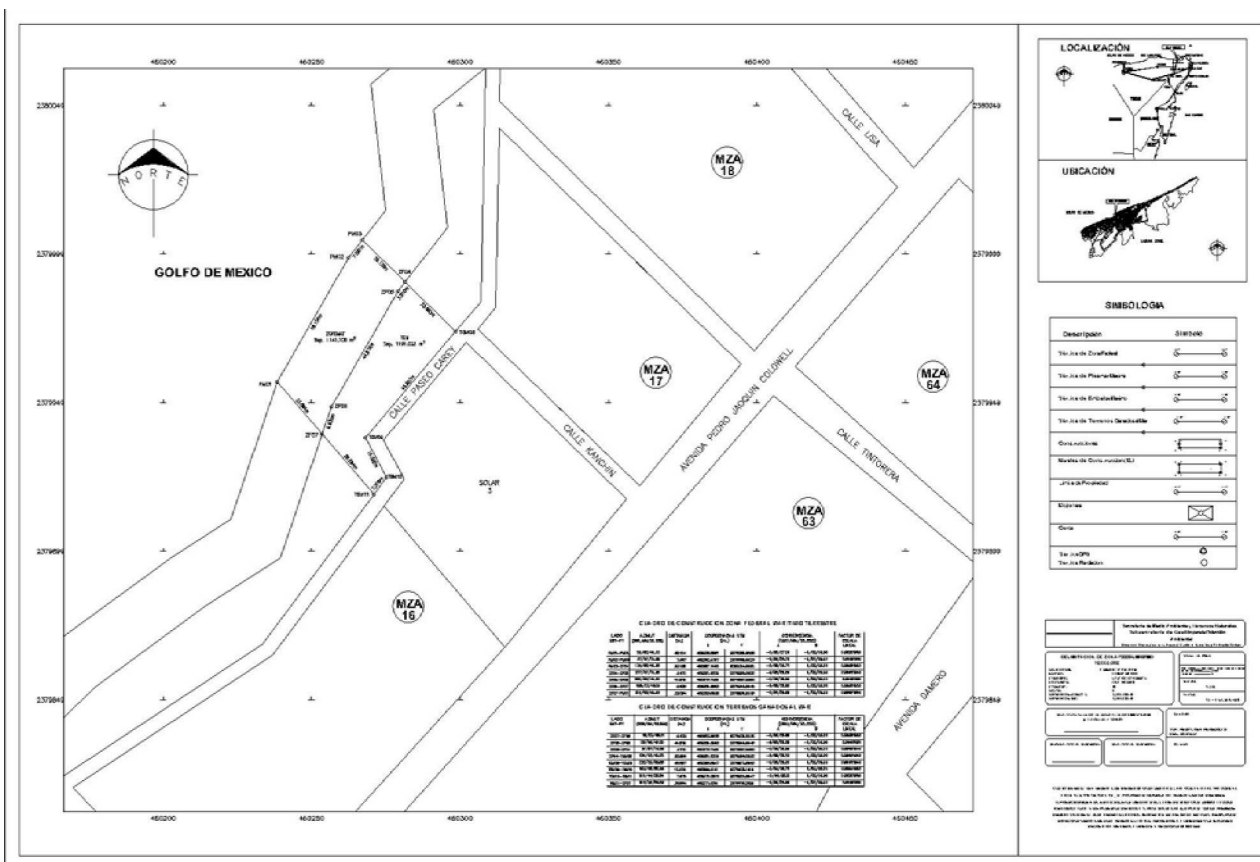


Figura 1 Levantamiento Topográfico de la Zona Federal Marítima Terrestres y Terrenos Ganados al Mar.

### 1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Se tiene considerado que el proyecto mantenga una vida útil de 50 años, sin embargo, no se descarta que ésta se extienda, debido al buen mantenimiento que ha tenido con el paso del tiempo.

## 1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### 1.2.1 Nombre o razón social

"Puerto Holbox"

### 1.2.2 Representante legal

SAAB SAAB ALBERTO

Registro Federal de Contribuyentes:

[REDACTED]



Clave Única de Registro de Población:

[REDACTED]

**1.2.3 Domicilio para recibir u oír notificaciones**

[REDACTED]

Tel: [REDACTED]@gmail.com

**I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO**

*Biol. Alejandro Castro Castro*

Registro Federal de Contribuyentes: [REDACTED]

Clave Única de Registro de Población: [REDACTED]

Cédula profesional: 8683359

*Biol. Cesar Jahir Flores Iñiguez*

Clave Única de Registro de Población:

[REDACTED]

*Lic. Maritza Guadalupe Bravo Padilla*

Registro Federal de Contribuyentes: [REDACTED]

Clave Única de Registro de Población: [REDACTED]

Cédula profesional: 9022726

**I.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL**

Copia simple (acompañada de copia certificada para su debido cotejo) de Escritura pública 3,143 Volúmen XVI, Tomo "A" de fecha 10 de abril del año 2017, correspondiente a la parte compradora

Copia simple de la identificación oficial del representante legal Alberto Saab Saab. (Anexo Documentación Legal).

Copia simple de la Cédula catastral del inmueble expedida por la Dirección de Catastro Municipal de Lázaro Cárdenas.

Copia simple de Licencia de funcionamiento de negocios expedida por Municipal de Lázaro Cárdenas.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto fue planeado con una volumetría inspirada en la arquitectura orgánica con estilo mediterráneo, haciendo uso de palapas y materiales como bambú y troncos de madera que se van integrando con amplios espacios entre las habitaciones para dar lugar a la vegetación nativa de la isla. Se trata de un hotel con vista hacia el mar que con el diseño adecuado de las aperturas y la distribución estratégica de los espacios en el predio, permite el paso de la luz natural y el flujo de aire constante. Desde su proyección hasta su situación actual uno de los propósitos más importantes ha sido conservar amplias áreas verdes para así envolverse dentro del ecosistema natural y dar a los huéspedes una sensación de tranquilidad y relajación, así mismo, las áreas ajardinadas funcionan como elementos de volumetría para el amortiguamiento de las ganancias de calor solar, mejorando el microclima ya que absorben la radiación solar y sombrean el suelo, por lo que contribuyen a bajar la temperatura de la superficie y refrescan el aire circundante mediante la transpiración del vapor de agua.

Este proyecto es una construcción de tipo Turístico hotelero constituido por siete construcciones las cuales cuentan con 1 recepción, 12 habitaciones para el turismo, 1 restaurante y 1 área de baños para el área de alberca. El proyecto contempla un total de 42 zonas donde se incluyen recámaras, estancias, servicios y áreas ajardinadas, éstas distribuidas en 1 y/o 2 niveles, donde se desarrollan actividades principalmente turísticas que consisten en la renta de habitaciones, para dar alojamiento a un total de 28 personas.

El proyecto se ubica sobre una superficie de terreno de posesión particular de **4,442.51 m<sup>2</sup>** de los cuales la construcción consta de una **huella por la obra civil de 985 m<sup>2</sup>** ( $COS = 985/4,442.51 = 0.22$ ) y el **total de construcción en niveles es de 1,193 m<sup>2</sup>** ( $CUS = 1,193/4,442.51 = 0.26$ ) considerando las 42 zonas. La altura máxima de la construcción más alta del proyecto es de **7.4 m** de obra civil y por último, se ha mantenido como **área libre de construcción civil** la mayor parte de la superficie, la cual es de **3,457.5 m<sup>2</sup>** ( $CAS = 3,457.5/4,442.51 = 0.77$ ).

Así mismo el proyecto incluye la Zona Federal Marítimo Terrestre y los Terrenos Ganados al Mar que colindan con la propiedad, lo cuales tienen una superficie de **1,141.1 m<sup>2</sup>** y **1,191.0 m<sup>2</sup>** respectivamente, las cuales son utilizadas como áreas de ornato, manteniendo las condiciones naturales de estas sin modificación alguna.

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

Puerto Holbox es un establecimiento que brinda servicios turísticos, el cual se desarrolla en la Isla Holbox, en el municipio de Lázaro Cárdenas (Quintana Roo). Ha sido y es parte de las opciones de hospedaje que se ofrecen en la localidad desde el año 2002

El Hotel Puerto Holbox se construyó en la zona urbana, a solo 7 cuadras de la plaza principal del poblado, aprovechando el espacio del predio y situando las habitaciones en diferentes áreas, separadas entre sí, para así resaltar la belleza de la vegetación y la vista hacia el mar, respetando amplias áreas de ventilación natural las cuales le han agregado un valor ecológico, económico y turístico, ya que hoy en día se ha volcado el gusto hacia aquellos diseños tanto de exterior como de interior, a lo que sea más orgánico y que esté en mayor contacto con la naturaleza.

El estilo mediterráneo, tanto el uso de palapas, como el bambú, y la madera regional, permiten que la naturaleza del predio no se vea en gran medida impactada visualmente, además, la elección del número de habitaciones, como su capacidad, mantienen un constante equilibrio entre el interés económico y la preservación del medio ambiente, así como los recursos necesarios para el servicio turístico que presta el hotel en la Isla.

El objetivo de la presentación de este documento es **la regularización en materia de impacto ambiental por las obras y actividades para realizar la operación del Hotel Puerto Holbox**, el cual fue construido en un solar urbano en la Isla de Holbox, perteneciente al Municipio de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Quintana Roo, incidiendo dentro del Área Natural Protegida con categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFF YUM BALAM).

### II.1.2 Antecedentes

Con fecha 5 de noviembre de 2018, la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el estado de Quintana Roo, emitió la Orden de Inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0171-18, dirigida al Propietario o poseionario a través de su representante legal o apoderado legal o promovente o encargado o posible responsable de las construcciones, trabajos, obras y actividades que se desarrollan en el predio ubicado entre las coordenadas, extremas UTM 16 Q, X1= 460314, Y1=2379871; X2=460350, Y2=2379918, con referencia al DATUM WGS 84, región 16 México, localizadas dentro del área natural protegida con carácter de área de protección de flora y fauna, en la región conocida como Yum Balam, en la Isla de Holbox, municipio de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Quintana Roo.

Con fecha 7 de noviembre de 2018, se levantó el acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0171-18 en cumplimiento de la orden de inspección citada en el punto antecede, en la cual se circunstanciaron hechos u omisiones probablemente constitutivas de infracción a la legislación ambiental aplicable a la materia que se trata.

En fecha 19 de febrero de 2019, la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo, emitió el acuerdo de emplazamiento número 0117/2019, por medio del cual se instauró procedimiento administrativo al C. ALBERTO SAAB SAAB, y a la persona moral denominada GRUPO CURUA, S.A. DE C.V. otorgándoles un término de 15 días hábiles, para que presentaran las pruebas que estimaren pertinentes y realizaran los argumentos convenientes, el cual fue notificado el día 21 de febrero de 2019.

El acuerdo de alegatos por medio del cual se puso a disposición de las personas inspeccionadas, las constancias que integran el procedimiento administrativo que nos ocupa para que con fundamento en el artículo 167 del a Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de aplicación supletoria, en el plazo de 3 días hábiles formularan por escrito sus ALEGATOS, el cual les fue notificado por ROTULÓN fijado en lugar visible de esta Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo.

Dentro del acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0171-18, se exponen los hechos de la construcción realizada sin la autorización o exención en Materia de Impacto Ambiental en el predio anteriormente descrito (*coordenadas extremas UTM 16 Q, X1= 460314, Y1=2379871; X2=460350, Y2=2379918, con referencia al DATUM WGS 84, región 16 México*) y ubicado en la Isla de Holbox en la Región conocida como Yum Balam, del Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, donde se observa un ecosistema costero conformado por vegetación de matorral costero con presencia de palma chit y manglar, ambas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Ahora bien las obras y actividades observadas en el sitio inspeccionado se distribuyen de la siguiente manera:

- a) Área de recepción la cual ocupa una superficie de desplante 62.8636 m<sup>2</sup> (sesenta y dos puntos ocho mil seiscientos treinta y seis metros cuadrados); la cual se encuentra sobre una plancha de concreto construida de concreto y el techo con postes de madera dura de la región y zacate
- b) **Edificio 1**, el cual ocupa **una superficie de desplante de 342.6193 m<sup>2</sup>** (trescientos cuarenta y dos punto seis mil ciento noventa y tres metros cuadrados), el cual está construido de concreto y techo de concreto y parte de las terrazas de las habitaciones los techos son de zacate, dentro de este edificio se encuentra dividido de la siguiente manera: Cuartos: planta alta habitaciones 4, 5 y 6 con techo de concreto y terraza de zacate y cuenta con una escalera de acceso; planta baja habitación 3 cuenta con una terraza hecha de zacate, habitación 14 terraza hecha de palizada de Bambú, un cuarto de lavado
- c) **Edificio 2**, el cual ocupa **una superficie de desplante de 34.8421 m<sup>2</sup>** (treinta y cuatro puntos ocho; mil cuatrocientos veintiún metros cuadrados), el cual es de dos niveles, habitación 9 planta baja y habitación 10 planta alta, cimentado y construido de concreto y block con techo de concreto y la terraza del cuarto del segundo nivel es de concreto con un parteaguas hecho con zacate.
- d) **Edificio 3**, el cual ocupa **una superficie de desplante de 44.9187 m<sup>2</sup>** (cuarenta y cuatro puntos nueve mil ciento ochenta y siete metros cuadrados), el cual es de dos niveles habitación 7 planta baja y habitación 8 planta alta, cimentado y construido de concreto y block con techo de concreto y la terraza del cuarto del segundo nivel es de concreto con un parteaguas hecho con zacate.
- e) **Edificio 4**, el cual ocupa **una superficie de desplante de 212.6895 m<sup>2</sup>** (doscientos doce punto seis mil ochocientos noventa y cinco metros cuadrados), el cual es de un nivel, cimentado y construido de concreto y block con techo de concreto y la terraza de las habitaciones 11, 12 y 13 consta de un parteaguas hecho con zacate, cada habitación cuenta con una escalera de acceso a las habitaciones, el área de tinacos ocupa una superficie de 8.3937 m<sup>2</sup> los cuales se contemplan incluidos dentro del área anterior
- f) **Restaurante bar "El Velero"**, el cual ocupa **una superficie de desplante 120.1537 m<sup>2</sup>** (ciento veinte punto un mil quinientos treinta y siete metros cuadrados), el cual esta cimentado y construido de concreto sobre el sustrato arenoso, el restaurante consta de cuatro paredes y techo de concreto; y el área de comensales consta de cinco postes de concreto con techo de madera y zacate con una barra donde sirven las bebidas y alimentos
- g) **Área de sanitarios**, el cual ocupa **una superficie de desplante 23.3773 m<sup>2</sup>** (veintitrés punto tres mil setecientos setenta y tres metros cuadrados), el cual se encuentra cimentado y construido de concreto y blocks y techo de concreto los cuales cuentan con dos baños, uno para hombres y otra para mujeres, cada uno cuenta con un inodoro y un lavamanos
- h) **Una alberca**, la cual ocupa **una superficie de desplante 28.2464 m<sup>2</sup>** (veintiocho punto dos mil cuatrocientos sesenta y cuatro metros cuadrados), el cual está construido de concreto y block
- i) **Un área de estar**, el cual ocupa **una superficie de desplante de 26.3057 m<sup>2</sup>** (veintiséis punto tres mil cincuenta y siete metros cuadrados), el cual cuenta cuatro postes de madera soportando un techo de palizada con zacate
- j) **Área de usos múltiples**, el cual ocupa **una superficie de desplante de 57.5934 m<sup>2</sup>** (cincuenta y siete punto cinco mil novecientos treinta y cuatro metros cuadrados), el cual se encuentra delimitado por una cerca hecha con hojas de palma de coco el cual se separa en un área de comedor de empleados, un área de jardinería y

una planta de tratamiento de las aguas residuales

- k) **Andadores**, los cuales **ocupan una superficie de desplante de 911.2117 m<sup>2</sup>** (novecientos once punto dos mil ciento diecisiete metros cuadrados), los cuales están cimentados y contruidos de concreto y bloc, estos se distribuyen dentro del predio donde se encuentra el Hotel
- l) **Áreas Verdes**, las cuales ocupan **una superficie de desplante de 1441.3443 m<sup>2</sup>** (un mil cuatrocientos cuarenta y uno punto tres mil cuatrocientos cuarenta y tres metros cuadrados),
- m) **Área de Palapas** en forma de sombrilla, las cuales **ocupan una superficie de 1187.6082 m<sup>2</sup>** (un mil ciento ochenta y siete punto seis mil ochenta y dos metros cuadrados), **15 palapas** las cuales están conformadas por un poste central de madera dura de la región techo de madera y guano, con un diámetro de 2.90 metros
- n) **Bodega de plástico, la cual ocupa un área de 2.8305 m<sup>2</sup>** (dos punto ocho mil trescientos cinco metros cuadrados), que consiste en un cuarto armado de plástico; incurriendo en los supuestos de infracción a lo dispuesto en los artículos 28 fracciones IX, X y XI, 46 fracción VII y 54 párrafo segundo de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, sin que presente ante esta Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana roo, dicha autorización, razón por la cual se instauró el procedimiento que se resuelve.



*Figura 2 obras actuales realizadas en el predio de propiedad privada*

Se resuelve que en virtud de haber infringido las disposiciones jurídicas señaladas en el considerando IV de la Resolución Administrativa, se sanciona al C. ALBERTO SAAB SAAB, consistente en: multa por la cantidad de \$101,388.00 (SON: CIENTO Y UN MIL TRECIENTOS OCENTA Y OCHO PESOS 00/100 M.N) equivalente a 1,200 veces el valor inicial diario de la Unidad de Medida y Actualización. Así también de manera similar y en virtud de haber infringido las disposiciones jurídicas señaladas en el considerando IV de la Resolución Administrativa, se sanciona a la persona moral denominada GRUPO CURUA, S.A. DE C.V., consistente en multa por la cantidad de \$202,776.00 (SON: DOSCIENTOS DOS MIL SETECIENTOS SETENTA Y SIETE PESOS 00/100 M.N.) equivalente a 2,400 veces el valor inicial diario de la Unidad de Medida y Actualización.

En tal sentido, de conformidad con la Medida Correctiva número **TRES** señalada en el resolutivo y al derecho que le asiste al promovente, para regularizar en materia de evaluación del impacto ambiental, debidamente, la operación del Hotel y Restaurante bar del Hotel Puerto Holbox, en la localidad de Isla Holbox, en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, en términos de lo previsto por los artículos 28, fracciones IX y X, y 30, de la Ley General del Equilibrio

Ecológico y la Protección al Ambiente y 5°, Incisos Q), R) Y S), 57, y 58, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Motivo por el que, se presenta ante esta delegación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el estado de Quintana Roo, para la autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, del proyecto "Puerto Holbox".

### *II.1.3 Objetivo del Proyecto*

Regular en Materia de Impacto Ambiental para la operación de un proyecto tipo Turístico hotelero para beneficio del turismo en la localidad de Holbox, apegándose en su totalidad a mantener una operación consciente sobre el medio ambiente a fin de permitir a sus huéspedes contemplar y disfrutar el encanto de las maravillas de los ecosistemas costeros y el pueblo de Holbox desde un enfoque de turismo consciente.

### *II.1.4 Objetivos particulares*

- Cumplir con las legislaciones ambientales actuales en los 3 órdenes de gobierno
- Servicio de hospedaje al turismo
- Servicio de alimentos y bebidas al turismo
- Ofrecer empleo a la población
- Generar un aporte a la economía local de la Isla

### *II.1.5 Selección del sitio*

El Hotel Puerto Holbox fue desarrollado en la Isla de Holbox (Figura 1), una pequeña isla turística ubicada en el extremo norte del estado de Quintana Roo y perteneciente al municipio de Lázaro Cárdenas; colinda con el Golfo de México y la Laguna Conil. Cuenta con una extensión de 40 km de largo y 2 km de ancho, con 34 km de playa hacia el norte, unida a la península por una barra de arena con varios canales que la unen al mar y a la laguna Yalahau.<sup>1</sup> Holbox es peculiar por sus calles de arena blanca, platillos tradicionales y su comunidad nativa; la isla ofrece un paraíso natural para el descanso y la recreación de turistas tanto nacionales como internacionales. Con un estilo único, se ha caracterizado por mantener una arquitectura orgánica y diferente a lo que suele verse en el Caribe mexicano, se destaca como uno de los lugares para descansar y practicar algunas actividades de aventura como la pesca, nado con el tiburón ballena y el skysurf. (surfeo aéreo).

---

<sup>1</sup> Isla Holbox, Quintana Roo. Extraído el día 11 de Marzo, 2018 de <https://digaohm.semarnat.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioholbox.pdf>

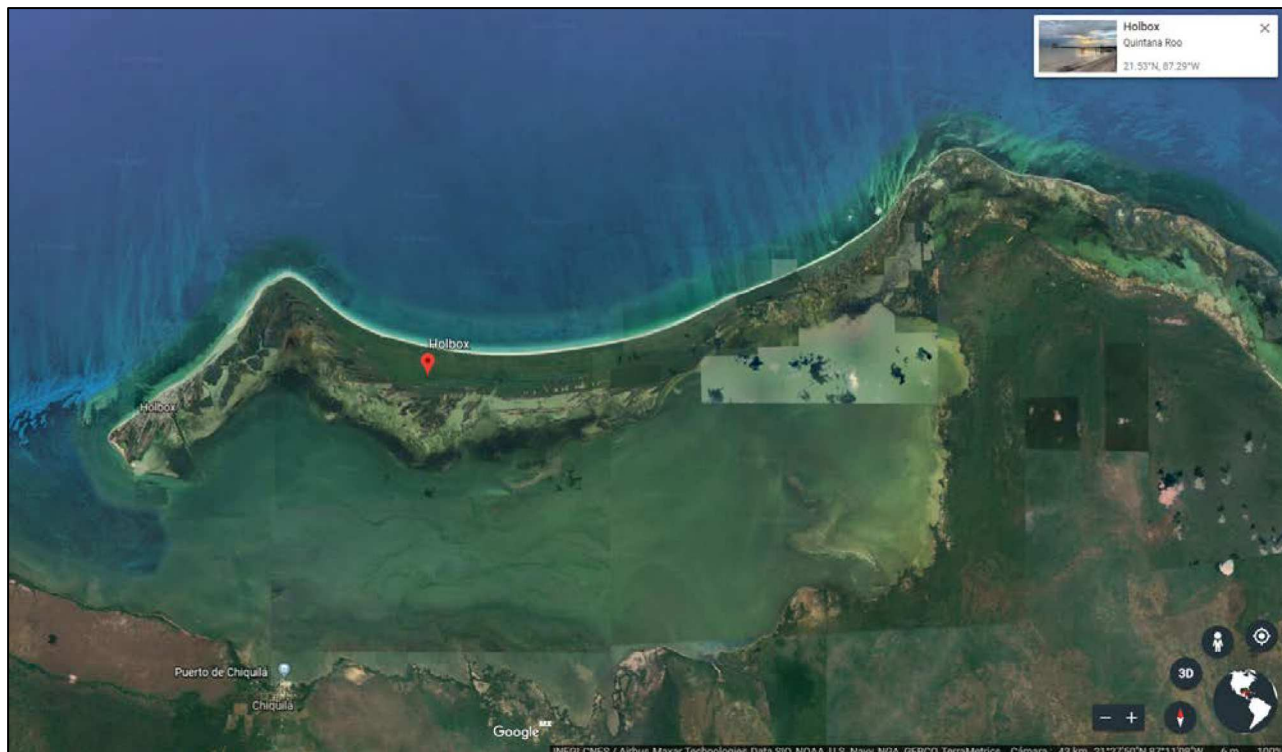


Figura 3 Isla Holbox (Google Earth)

Quintana Roo, Campeche y Yucatán, pertenecen a la Península de Yucatán, la cual divide el Golfo de México del mar Caribe en el extremo sureste de América del Norte y la parte norte de América Central. Con una extensión de 145,000 km<sup>2</sup> destaca en México y América Latina como la región con mayor crecimiento anual sostenido de la industria del turismo en los últimos 30 años.

En Quintana Roo, según información de asociaciones de hoteles, direcciones de turismo en municipios y la Secretaría de Turismo (SEDETUR), sólo en el año 2018, en el periodo del 14 de julio al 19 de agosto, la afluencia que se registró fue de 2'360,159 turistas, reportándose un crecimiento del 2.9% en comparación a la temporada del verano 2017. Para la Temporada de Verano del año 2018 se reportaron 3'216,049 habitaciones noche ocupadas, con un alza de 1.3% y una generación de derrama económica estimada en 2,427.61 millones de dólares contra 2,381.70 millones de dólares reportados en el mismo periodo vacacional de 2017<sup>2</sup>.

Como parte de los criterios de selección del sitio se tomaron en cuenta varios factores de interés:

1. Condiciones ambientales adecuadas del sitio con relación al tipo de proyecto, para poder realizar un manejo sustentable del mismo.

<sup>2</sup> Gobierno del Estado de Quintana Roo. Miércoles 29 de Agosto de 2018. *Indicadores turísticos al alza en temporada de verano 2018*. Extraído 7 de Marzo, 2019 de <https://groo.gob.mx/sedetur/indicadores-turisticos-al-alza-en-temporada-de-verano-2018>

2. Que según la cédula catastral expedida por la Dirección de Catastro del Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, el bien inmueble tiene la categoría de urbano-baldío, tiene uso habitacional y no cuenta con construcciones.
3. Costo-beneficio económico, ambiental y social del proyecto, mayor beneficio a menos costo.
4. Servicios básicos proporcionados por las autoridades locales: electricidad, recolección de residuos y agua potable.

El Hotel Puerto Holbox se construyó en su momento en un predio urbano ya establecido en el área que con base a la cedula catastral expedida por Ayuntamiento de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, el cual lo reconoce como un uso de suelo urbano, el predio urbano corresponde a una propiedad privada que forma parte del patrimonio del promovente del presente proyecto, tal y como se acredita con la escritura pública 3,143, Volumen XVI, Tomo "A" de fecha 10 de abril del año 2017, pasada ante la fe del Notario Público No. 36 del Estado de Quintana Roo y no forma parte de ningún plan ni programa de desarrollo, siendo de interés particular.

## UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

El proyecto "Puerto Holbox" se encuentra ubicado en el solar urbano identificado como Lote número 3, de la manzana 16, de la zona 1, del poblado de Holbox, Municipio Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, con las medidas y colindancias siguientes: al Noreste, 75.43 metros con calle Kanchin; al Sureste, 64.48 metros con avenida Pedro Joaquín Coldwell; al Suroeste, 62.75 metros con Solar 2 y al Noroeste, 69.25 metros con línea quebrada con calle Paseo Carey. Con una superficie total de 4,442.51 m<sup>2</sup>. Mismo que actualmente es identificado con la nomenclatura, clave catastral y medidas y colindancias siguientes:

Predio 001, Manzana 0046, Zona 02, ubicado en Calle Paseo Carey, del poblado de Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, con clave catastral número 05040020046001000 con las medidas y colindancias siguientes: al Noreste, 75.43 metros con calle Kanchin; al Sureste, 64.48 metros con avenida Pedro Joaquín Coldwell; al Suroeste, 62.75 metros con predio 004 y al Noroeste, 69.25 metros en línea quebrada con calle Paseo Carey. Con una superficie total de 4,442.51 m<sup>2</sup>.

Escritura pública 3,143 Volúmen XVI, Tomo "A" de fecha, en la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, México al 10 de abril del año 2017

Tabla 4 Coordenadas del levantamiento topográfico del terreno donde se encuentra el proyecto denominado Puerto Holbox:

Predio 001, Manzana 0046, Zona 002, Superficie: 4,442.51 m <sup>2</sup> .		
ID	X	Y
1	460302.164	2379970.357
2	460274.357	2379915.369
3	460315.151	2379867.692
4	460356.033	2379917.553

5	460281.159	2379924.483
6	460274.225	2379937.528

Así mismo el proyecto incluye la Zona Federal Marítimo Terrestre y los Terrenos Ganados al Mar que colindan con la propiedad, las cuales tienen una superficie de **1,141.105 m<sup>2</sup>** y **1,191.033 m<sup>2</sup>** respectivamente, las cuales son utilizadas como áreas de ornato, manteniendo las condiciones naturales de estas sin modificación alguna.

Tabla 5 Coordenadas de la Zona Federal Marítimo Terrestre considerada para el proyecto

Cuadro de Coordenadas Zona Federal Marítimo Terrestre: 1,141.105 m <sup>2</sup>		
ID	X	Y
PM01-PM02	460238.508	2379956.93
PM02-PM03	460262.474	2379998.69
PM03-ZF04	460267.146	2380004.68
ZF04-ZF05	460281.52	2379990.59
ZF05-ZF06	460279.115	2379987.51
ZF06-ZF07	460256.809	2379948.63
ZF07-PM01	460253.691	2379939.52

Tabla 6 Coordenadas de los Terrenos Ganados al Mar para incorporar al proyecto

Cuadro de Coordenadas Terrenos Ganados al Mar: 1,191.033 m <sup>2</sup>		
ID	X	Y
ZF07-ZF06	460253.691	2379939.52
ZF06-ZF05	460256.809	2379948.63
ZF05-ZF04	460279.115	2379987.51
ZF04-TGM08	460281.52	2379990.59
TGM08-TGM09	460298.585	2379973.87
TGM09-TGM10	460268.216	2379938.18
TGM10-TGM11	460275.258	2379924.93
TGM11-ZF07	460271.025	2379919.26

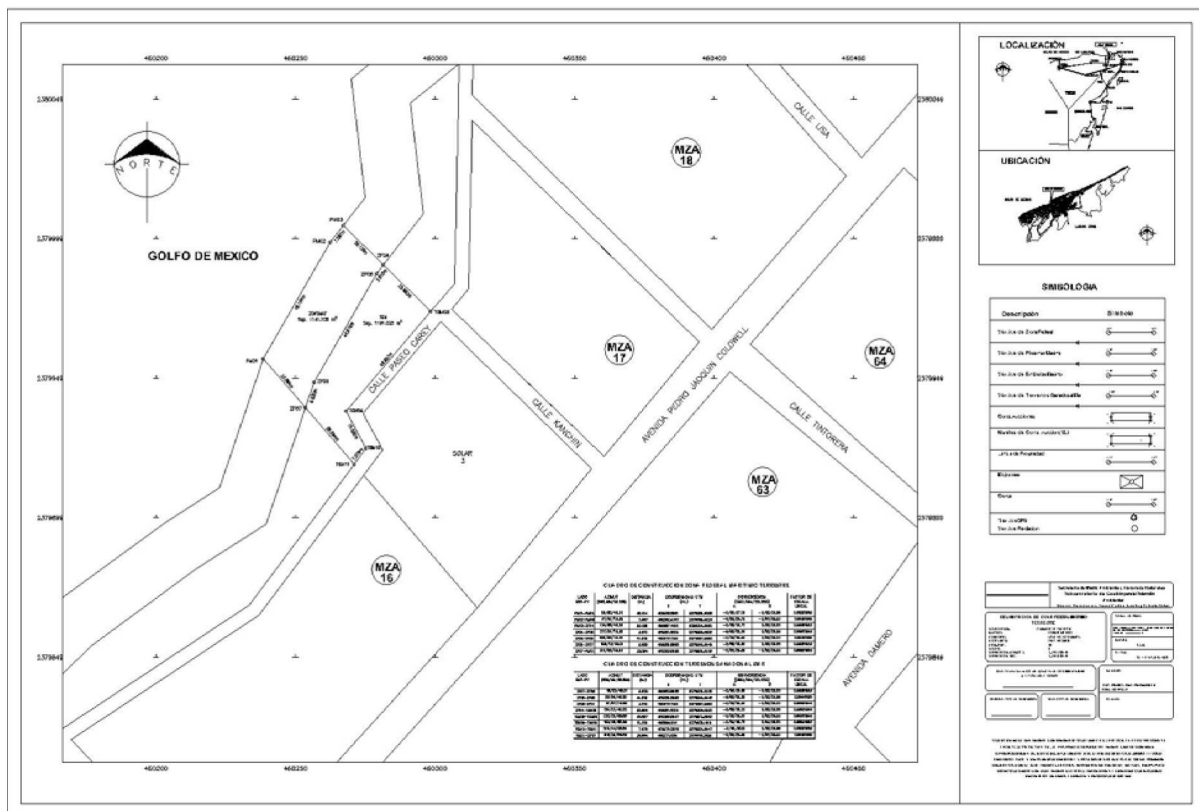


Figura 4 Levantamiento topográfico Proyecto Puerto Holbox

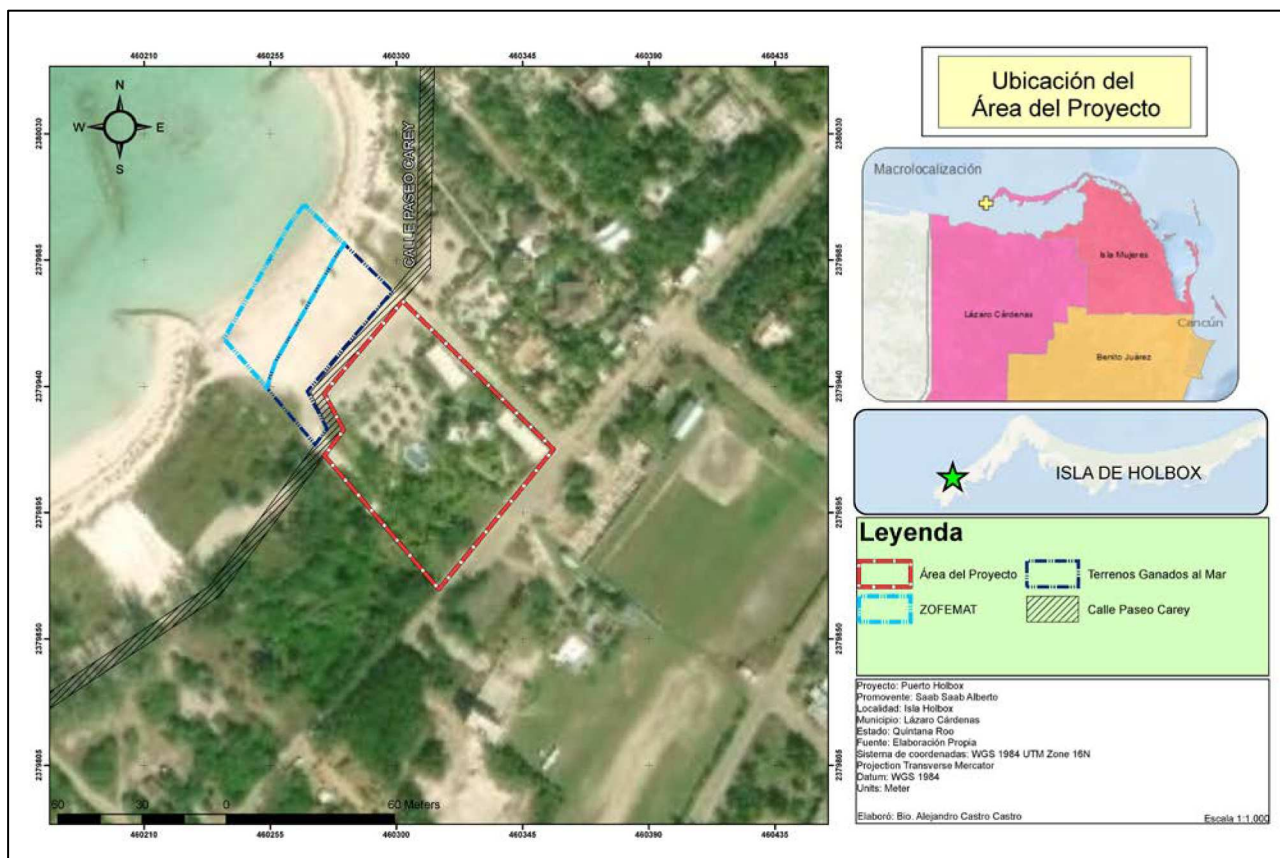


Figura 5 Ubicación del predio urbano donde se encuentra el Hotel Puerto Holbox

## INVERSIÓN REQUERIDA

La construcción de obras inherentes al proyecto alcanza una inversión estimada de \$2,500,000.00 de pesos 00/100 M.N.; sin contar con los gastos a realizar para el mantenimiento de instalaciones, así como la aplicación de medidas preventivas.

## II.2 DIMENSIONES DEL PROYECTO

### II.2.1 Obras y superficies

El polígono donde se desarrolla el Hotel Puerto Holbox, cuenta con una superficie de 4,442.51 m<sup>2</sup>, de los cuales 985 m<sup>2</sup> son ocupados por las construcciones (Huella de desplante), completando 1,193 m<sup>2</sup> en total de construcción civil. En la siguiente tabla se presenta un desglose de las construcciones e instalaciones que se encuentran actualmente:

Tabla 7 Áreas del proyecto

Obra	Superficie/m <sup>2</sup>	Construcción total/ m <sup>2</sup>
Área construida	985	1,193
Área sin construir	3,457.5	--
Área Marítima Federal y Terrenos Ganados al Mar	2,332.1	0

Como se puede observar, la mayor parte de la superficie (79%) se encuentra libre de construcciones, por lo que las áreas verdes y espacios abiertos dominan el entorno.

### Operación Hotel Puerto Holbox

Derivado del levantamiento en campo de las obras con ayuda de GPS, fue posible identificar las superficies exactas de las obras civiles permanentes que comprenden el Hotel Puerto Holbox (Tabla 6), lo cual es de señalar presenta diferencias considerables según lo establecido por la PROFEPA en su acta de inspección, por lo que a continuación se presentan las descripciones de las obras y los diagramas realizados a partir del levantamiento.

Son siete construcciones, que en su total suman 42 zonas donde se incluyen recámaras, estancias, servicios, andadores y áreas ajardinadas, éstas distribuidas en 1 y/o 2 niveles (Figura 6). Cabe aclarar que la zona indicada con el número ocho no es una construcción, como vemos es un área destinada para palapas y asoleaderos que no implicaron una construcción de obra civil. En conjunto el Hotel Puerto Holbox cuenta con 1 recepción, 12 habitaciones para el turismo, 1 restaurante con cocina y área para desayunar, 1 área de baños y 1 alberca.

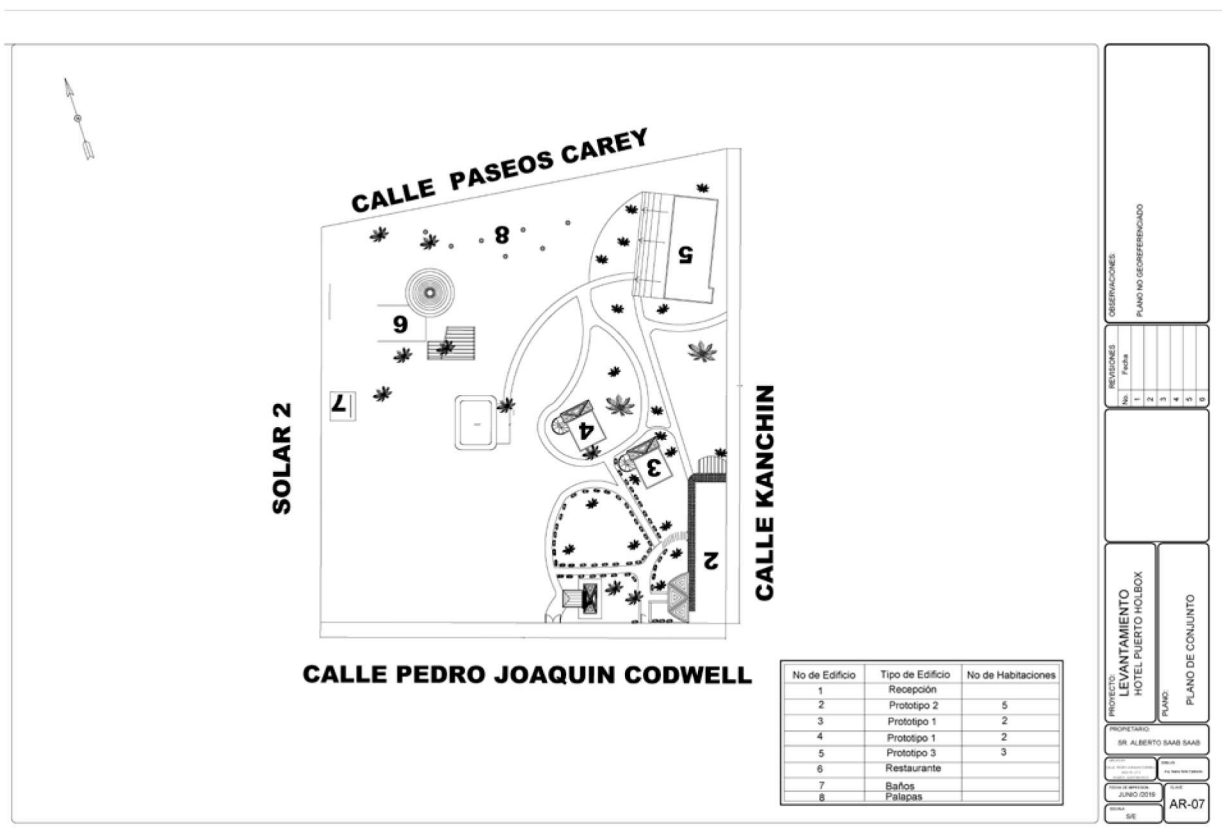


Figura 6 Plano Planta Conjunto de Hotel Puerto Holbox

Tabla 8 Áreas del proyecto

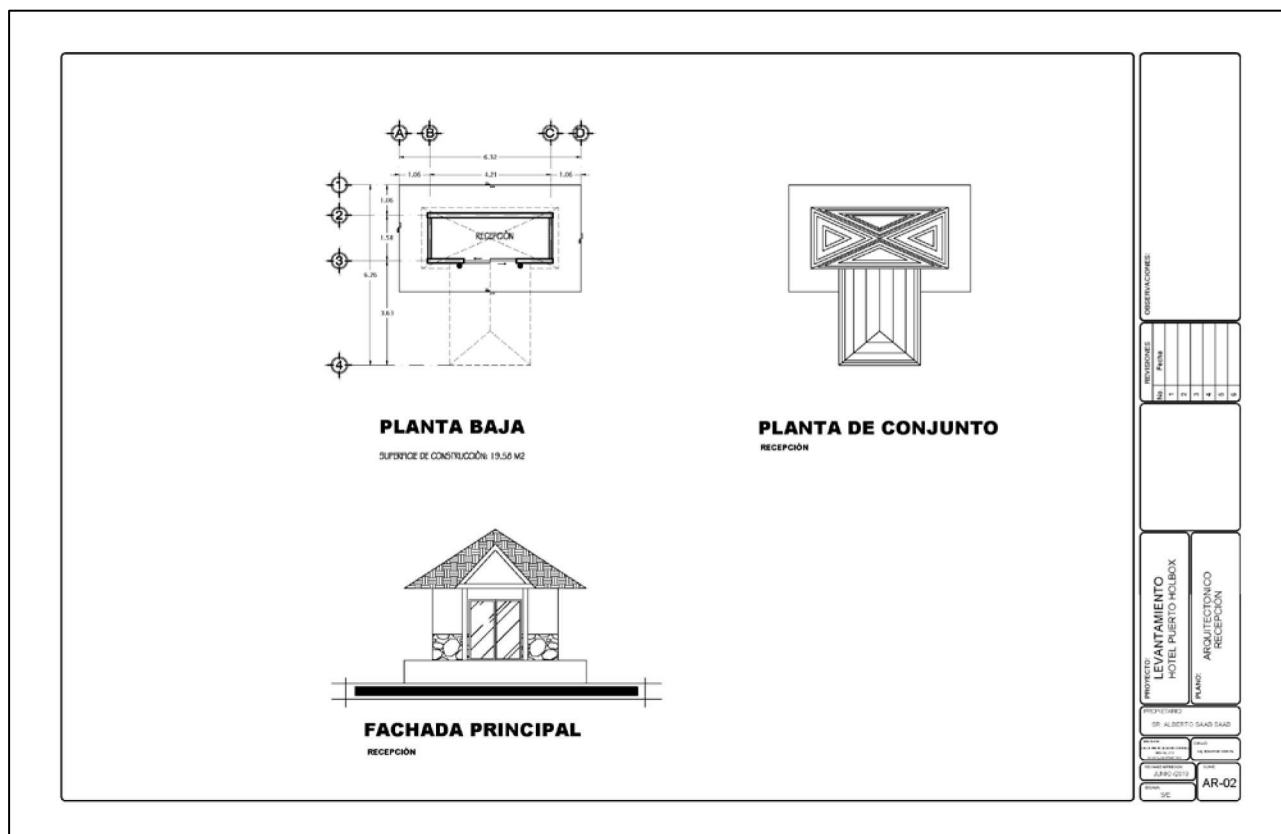
	Obra	Superficie/m <sup>2</sup>	Construcción total/ m <sup>2</sup>
1	Recepción	19	19
2	Habitaciones y servicios	182	328
3	Habitaciones	37	68
4	Habitaciones	37	68
5	Habitaciones	203	203
6	Restaurante	153	153

7	Baños y Alberca	88	88
8	Andadores	266	266
	TOTAL	985	1,193

A continuación, se realizará una descripción detallada de cada construcción con sus respectivas áreas.

### Construcción 1

Constituida por la recepción, da el servicio de bienvenida a los huéspedes, asignación de habitación, entrega de llaves y resguardo de equipaje, además de gestionar las reservaciones ya que cuenta con un equipo de cómputo. Su acceso se encuentra por la calle Pedro Joaquín Codwell y tiene una superficie de construcción de 19 m<sup>2</sup> y una altura de 5.3 m (Figura 6).



*Figura 7 Plano planta conjunto y fachada principal de la construcción 1*

## Construcción 2

Constituida por 2 plantas, con un total de 5 habitaciones, una lavandería, una bodega, pasillos y escaleras de acceso. Cuenta con una altura máxima de 6.9 metros. (Figura 7)

### Planta Baja

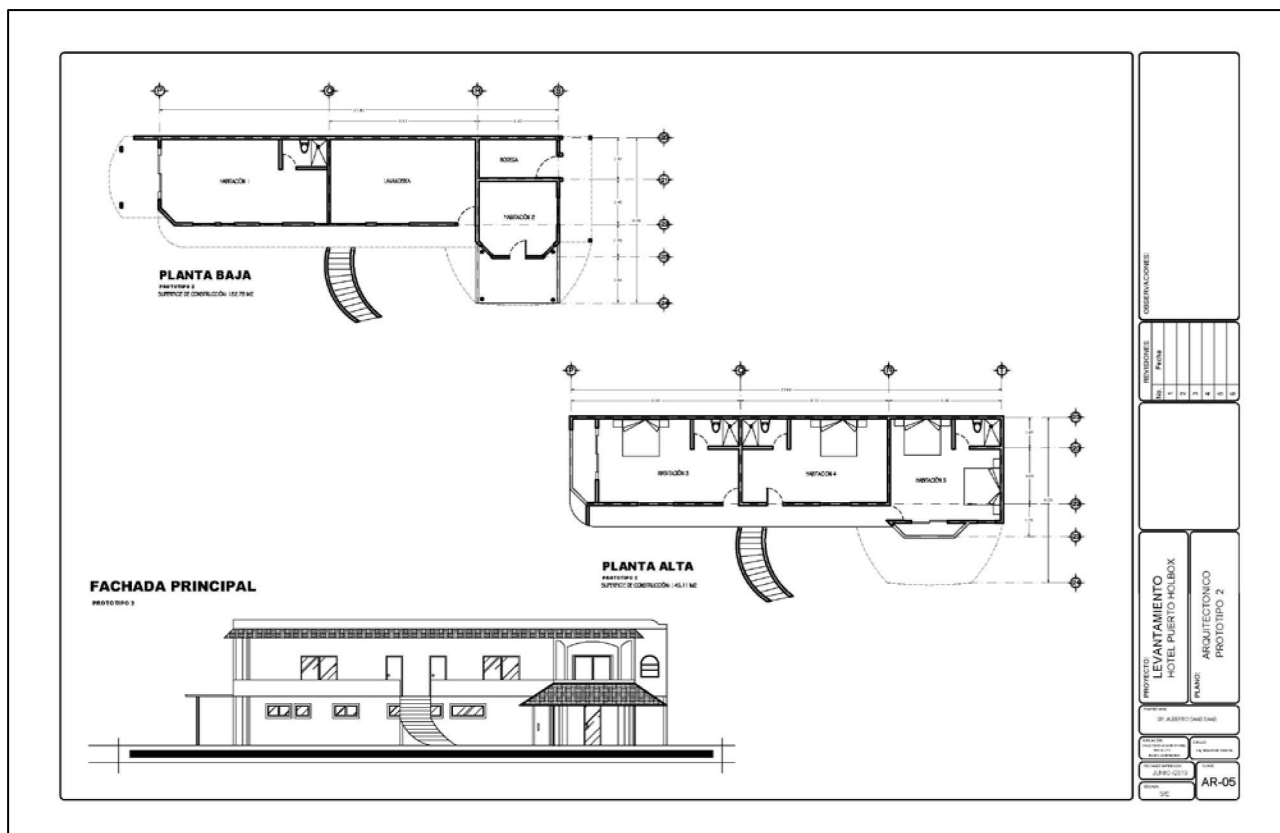
Constituida por la habitación 1 con baño completo, una lavandería, una bodega y la habitación 2. Cuenta con un total de superficie de construcción de 182 m<sup>2</sup>.

Nombre de área	Áreas	Superficie total m <sup>2</sup> .
Habitación 1	Habitación	41
	Baño	5
Lavandería		40
Bodega		11
Habitación 2		31
Pasillos		48
Escaleras		6
<b>TOTAL</b>		<b>182</b>

### Planta Alta

Constituida por la habitación 3, habitación 4 y habitación 5, todas con un baño completo y áreas de terraza. Cuenta con un total de superficie de construcción de 146 m<sup>2</sup>.

Nombre de área	Áreas	Superficie total m <sup>2</sup> .
Habitación 3	Habitación	34
	Baño	5
	Terraza	7
Habitación 4	Habitación	35
	Baño	5
Habitación 5	Habitación	32
	Baño	5
	Terraza	3
Pasillos		20
<b>TOTAL</b>		<b>146</b>



*Figura 8 Plano planta baja y planta alta con fachada del Prototipo 2 de la construcción número 2*

### Construcción 3

Constituida por dos niveles y un total de dos habitaciones con baño y terraza(Figura 8) con una altura máxima de 7.4 metros:

## Planta Baja

Habitación con baño completo y terraza. Cuenta con un total de superficie de construcción de 37 m<sup>2</sup>.

Nombre de área	Áreas	Superficie total m <sup>2</sup> .
Habitación 1	Habitación	20
	Baño	4
	Terraza	7
Escaleras		6
<b>TOTAL</b>		<b>37</b>

Planta Alta

Habitación con baño completo y terraza. Cuenta con un total de superficie de construcción de 31 m<sup>2</sup>.

Nombre de área	Áreas	Superficie total m <sup>2</sup> .
Habitación 2	Habitación	20
	Baño	4
	Terraza	7
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>

#### Construcción 4

Constituida por dos niveles y un total de dos habitaciones con baño y terraza(Figura 8) con una altura máxima de 7.4 metros:

##### Planta Baja

Habitación con baño completo y terraza. Cuenta con un total de superficie de construcción de 37 m<sup>2</sup>.

Nombre de área	Áreas	Superficie total m <sup>2</sup> .
Habitación 1	Habitación	20
	Baño	4
	Terraza	7
Escaleras		6
<b>TOTAL</b>		<b>37</b>

##### Planta Alta

Habitación con baño completo y terraza. Cuenta con un total de superficie de construcción de 31 m<sup>2</sup>.

Nombre de área	Áreas	Superficie total m <sup>2</sup> .
Habitación 2	Habitación	20
	Baño	4
	Terraza	7
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>

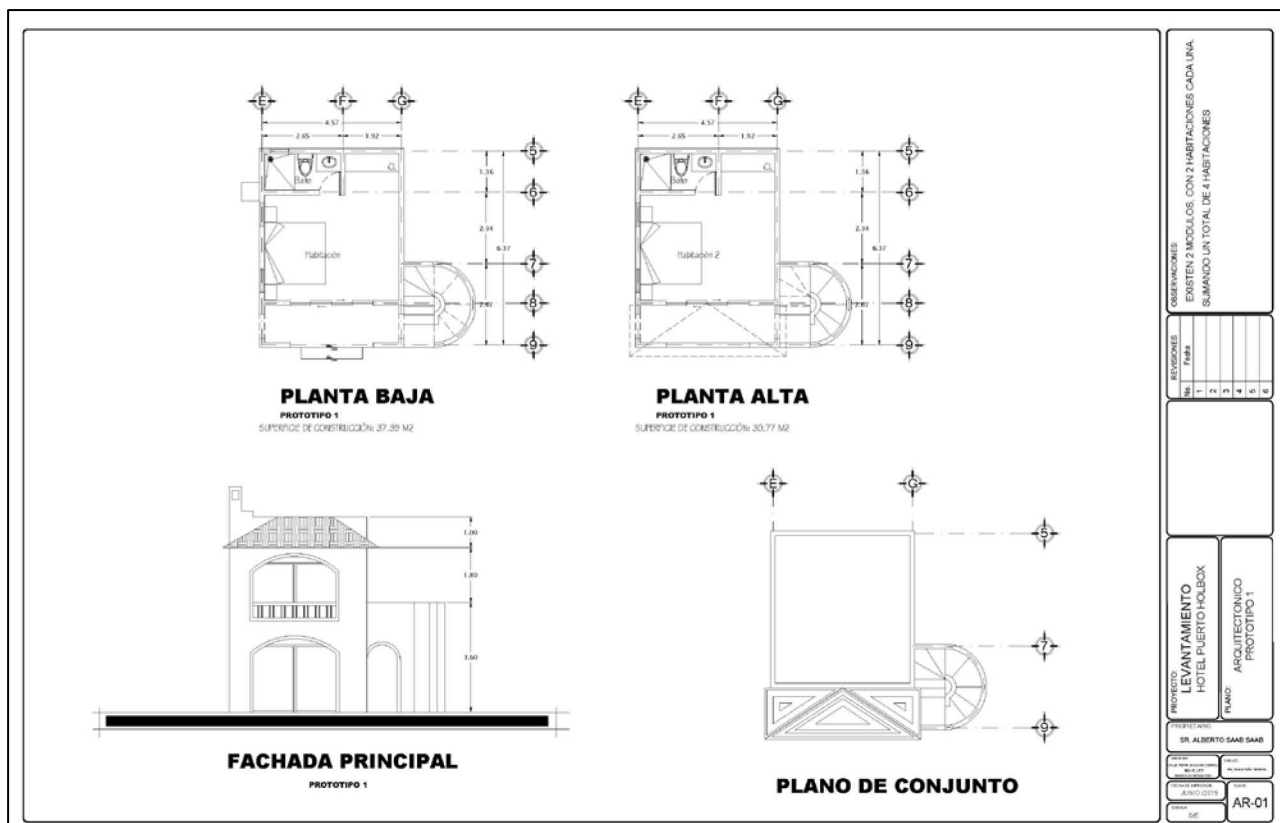


Figura 9 Plano planta baja, planta alta, fachada y plano de conjunto de las construcciones número 3 y 4

### Construccion 5

Constituido por tres habitaciones con baño completo y terraza. Cuenta con un total de superficie de construcción de 203 m<sup>2</sup> (Figura 9) y que se describen a continuación:

Nombre de área	Áreas	Superficie total m <sup>2</sup> .
Habitación 1	Habitación	30
	Baño	11
	Terraza	9
Habitación 2	Habitación	30
	Baño	9
	Terraza	9
Habitación 3	Habitación	31
	Baño	9
	Terraza	12
Accesos		53
<b>TOTAL</b>		<b>203</b>

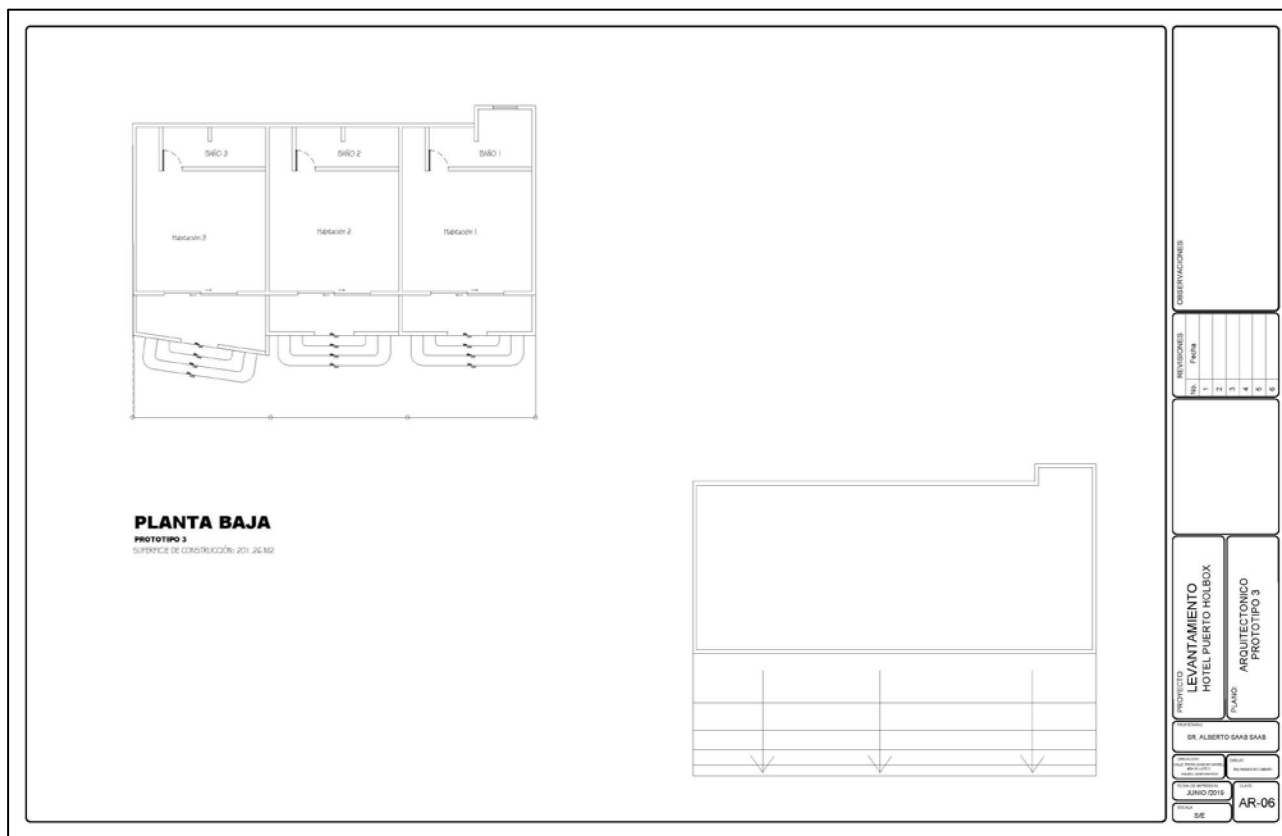


Figura 10 Plano planta baja de la construcción número 5

### Construcción 6

Corresponde el área de restaurante, la cual cuenta con cocina y área para desayunar (Figura 10). Cuenta con una superficie de construcción de 153 m<sup>2</sup>.

Nombre de área	Superficie total m <sup>2</sup> .
Restaurante	77
Cocina	43
Área de desayuno	33
<b>TOTAL</b>	<b>153</b>

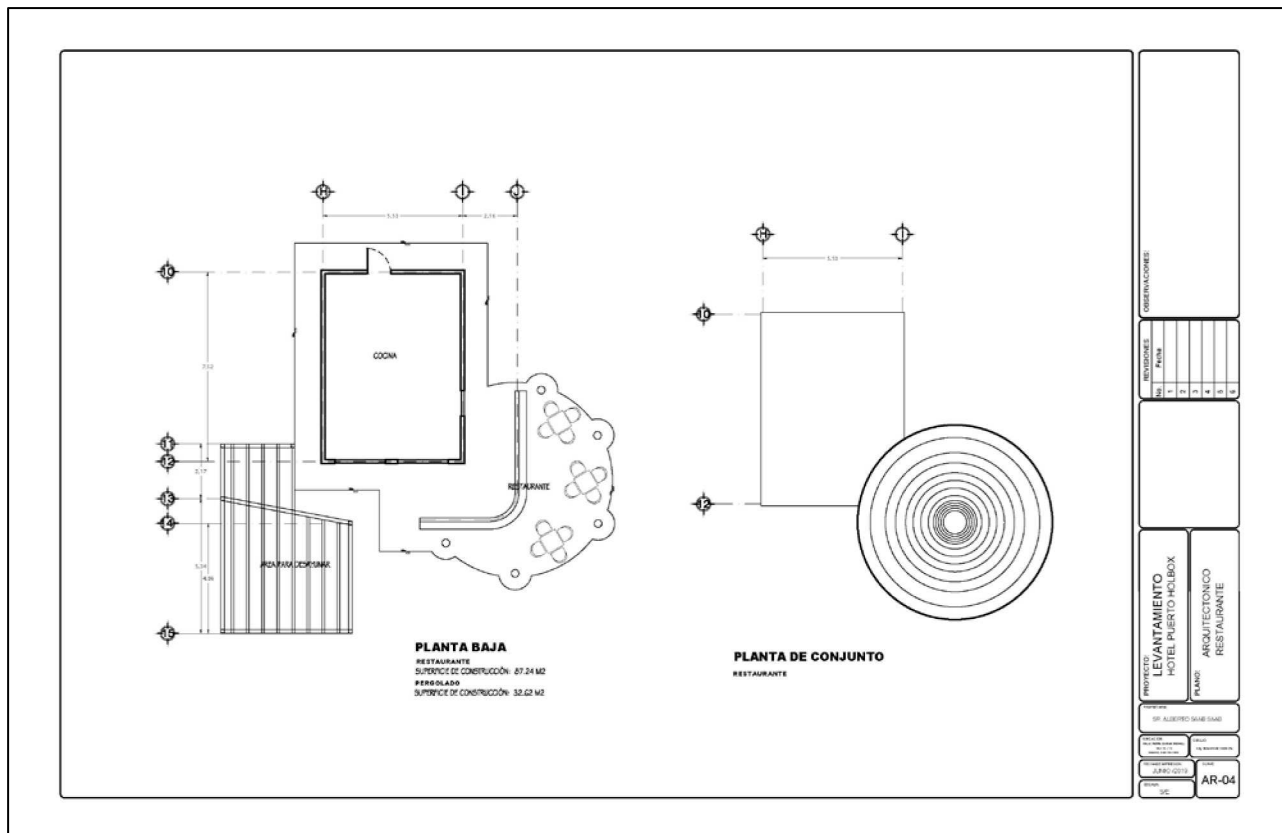


Figura 11 Plano planta baja y planta conjunto de la construcción 6

## Construcción 7

Corresponde a dos baños y la alberca. Los baños cuentan con una superficie de construcción de 18 m<sup>2</sup> y la alberca 70 m<sup>2</sup> (Figura 11). En total se trata de una superficie de construcción de 88 m<sup>2</sup>.

Nombre de área	Superficie total m <sup>2</sup> .
Baño mujeres	6
Baño hombres	6
Pasillos acceso	6
Alberca	70
<b>TOTAL</b>	<b>88</b>

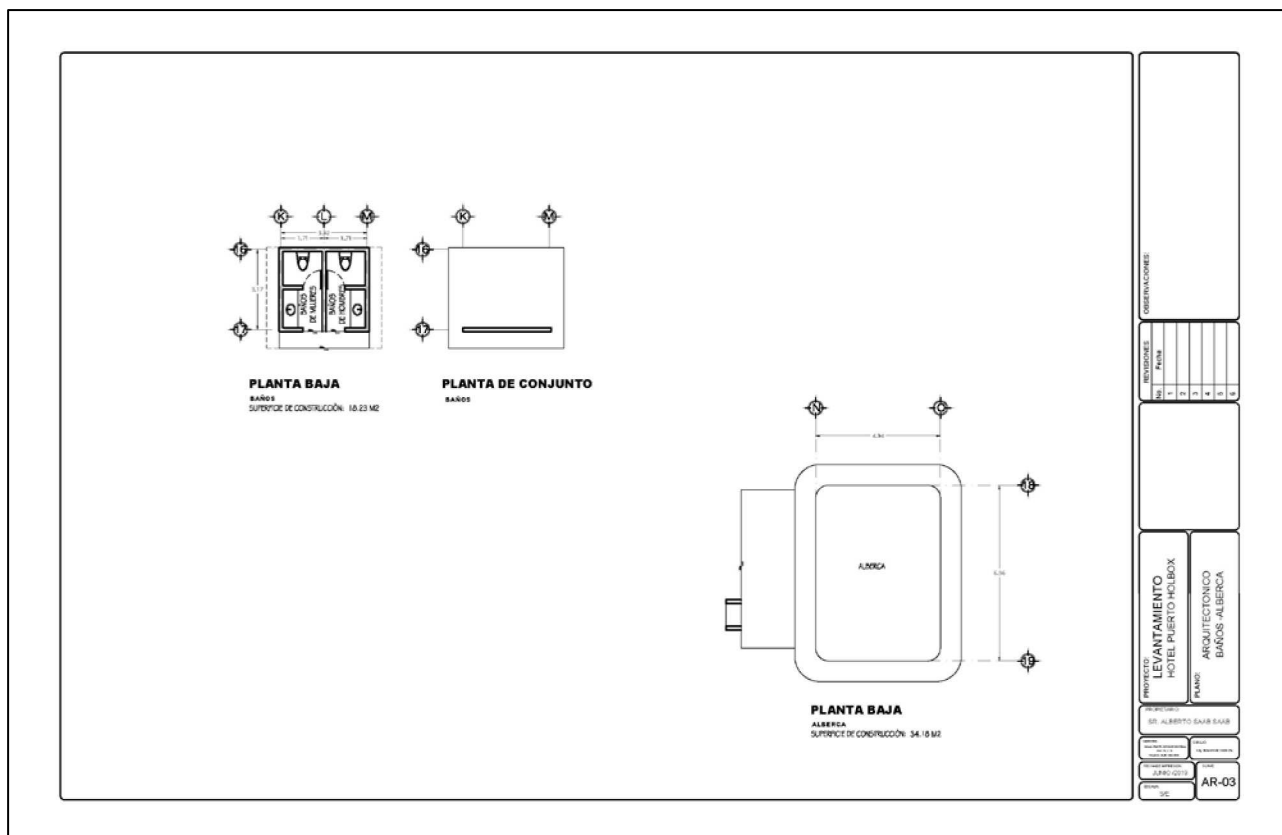


Figura 12 Plano planta baja baños y alberca, correspondientes a la construcción 7

Tabla 9 Dimensiones Planta Baja y Planta Alta de las áreas que constituyen Hotel Puerto Holbox

Área	Nombre de área	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	Superficie Total (m <sup>2</sup> )
		Planta Baja	Planta Alta
Construcción 1	Recepción	19	
Construcción 2	Habitación 1 con baño	46	
	Bodega	11	

Área	Nombre de área	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	Superficie Total (m <sup>2</sup> )
		Planta Baja	Planta Alta
	Lavandería	40	
	Habitación 2 sin baño	31	
	Pasillos	48	
	Escaleras	6	
	Habitación 3 con baño completo y terraza		46
	Habitación 4 con baño completo		40
	Habitación 5 con baño completo y terraza		40
	Pasillos		20
<b>Construcción 3</b>	Habitación con baño completo y terraza	31	
	Escaleras	6	
	Habitación con baño completo y terraza		31
<b>Construcción 4</b>	Habitación con baño completo y terraza	31	
	Escaleras	6	

Área	Nombre de área	Superficie Total (m <sup>2</sup> )	Superficie Total (m <sup>2</sup> )
		Planta Baja	Planta Alta
	Habitación con baño completo y terraza		31
<b>Construcción 5</b>	Habitación 1 con baño completo y terraza	50	
	Habitación 2 con baño completo y terraza	48	
	Habitación 3 con baño completo y terraza	52	
	Accesos	53	
<b>Construcción 6</b>	Restaurante	77	
	Cocina	43	
	Área de desayuno	33	
<b>Construcción 7</b>	Dos medios baños	12	
	Pasillos baños	6	
	Alberca	70	
<b>TOTAL</b>		<b>719</b>	<b>208</b>

### II.2.2 Áreas permeables

Como área libre de construcción civil existe actualmente la superficie de **3,457.5 m<sup>2</sup> (CAS= .77)**, área que es destinada para la preservación de la vegetación natural del predio y la conservación de especies nativas de la isla, las cuales se

integran al diseño arquitectónico y paisajístico del proyecto, disminuyendo la temperatura del lugar y proveyendo de sombra.

Tabla 10 Superficie por obra a desarrollar haciendo uso del suelo del solar urbano destinado para llevar a cabo el proyecto

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE DE USO DE TERRENO TOTAL M <sup>2</sup>	PORCENTAJE DE USO DE TERRENO
Área cubierta por la construcción de proyecto	985	22.17%
Áreas libres y ajardinadas	3,457.5	77.82%
<b>Área total</b>	<b>4,442.51</b>	<b>99.99%</b>



Figura 13 Ubicación del proyecto

Tabla 11 Coordenadas de los vértices de obras Puerto Holbox

ID	X	Y
<b>Recepción</b>		
0	460339.149	2379901.26
1	460341.746	2379903.91
2	460334.636	2379905.68
3	460337.233	2379908.33
ID	X	Y
<b>Construcción 4</b>		
14	460321.777	2379924.46
15	460320.345	2379919.96
16	460315.447	2379921.52
17	460316.879	2379926.02
ID	X	Y
<b>Construcción 5</b>		
34	460298.055	2379956.22
35	460306.971	2379963.46
36	460315.983	2379952.89
37	460316.543	2379953.36
38	460318.158	2379951.42
39	460308.662	2379943.5

ID	X	Y
<b>Construcción 2</b>		
4	460351.91	2379913.35
5	460356.031	2379917.55
6	460340.045	2379933.22
7	460336.616	2379929.71
8	460351.274	2379915.34
9	460350.59	2379914.64
ID	X	Y
<b>Alberca</b>		
18	460307.122	2379917.25
19	460305.631	2379915.73
20	460304.685	2379916.25
21	460300.478	2379912.04
22	460306.3	2379906.33
23	460310.412	2379910.47
24	460310.123	2379911.33
25	460311.614	2379912.85
ID	X	Y
<b>Restaurante bar</b>		
30	460280.408	2379914.06
31	460276.351	2379918.04
32	460281.608	2379923.32
33	460285.777	2379919.54

ID	X	Y
<b>Construcción 3</b>		
10	460331.974	2379923.39
11	460333.406	2379927.89
12	460328.509	2379929.45
13	460327.076	2379924.95
ID	X	Y
<b>Baños y bodega</b>		
26	460294.785	2379900.77
27	460291.992	2379897.92
28	460288.728	2379901.12
29	460291.521	2379903.97



Figura 14 Edificación señalada como 2



Figura 15 Edificación señalada como 4



Figura 16 Edificación señalada como 3



Figura 17 Edificación señalada como 5



*Figura 18 Alberca*



*Figura 19 Edificación señalada como 7*



*Figura 20 Área de palapas*



*Figura 21 Área de restaurante bar*

### II.3 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

Actualmente el predio urbano se encuentra dentro de una zona que presenta una gran fragmentación debido a la realización de calles y caminos por parte del municipio, así como una pista de aterrizaje de aeronaves, lo cual modificó las condiciones naturales de los predios, dichas obras corresponden a infraestructura necesaria para el esparcimiento y dinámica de la población de Holbox (Ver Figura 14, Figura 15 y Figura 16). Es importante mencionar que la zona donde se ubica el proyecto está **contemplada** por el resumen del **Programa de Manejo del Área Natural Protegida** con categoría de área de protección de flora y fauna Yum Balam, como **Subzona de Asentamientos Humanos** en la Isla de Holbox.

En las colindancias del sitio del proyecto, se pueden observar diferentes usos de suelo, principalmente aquellos relacionados con el turismo. Existen hoteles rústicos y de lujo, así como viviendas unifamiliares, cabañas, restaurantes y bares.

De acuerdo a la cédula catastral expedida por la Dirección de Catastro del Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, el inmueble tiene la categoría de urbano, tiene un uso habitacional (Dicha información se presenta como **anexo** acompañante de éste documento).

Así mismo, conforme a las licencias de operación del hotel y del restaurante bar, expedidas por el ayuntamiento, el uso de suelo actual está en coherencia con las autorizaciones del municipio (Anexo licencias municipales de operación)

Por otro lado, de acuerdo con la serie VI del INEGI el predio urbano se ubica en un área descrita como zona urbana construida.

El área del predio con posesión privada colinda al norte con la calle Paseo Carey, esta a su vez colinda con los Terrenos Ganados al Mar y con Zona Federal Marítimo Terrestre, zonas consideradas para incorporar el proyecto, estas áreas serán mantenidas en su total condición natural, no se pretende realizar construcciones de obra civil de ningún tipo.

Las zonas antes señaladas colindan con el Golfo de México, el proyecto no influirá de ninguna manera con este cuerpo de agua, no se prevé ninguna actividad en el cuerpo de agua.



Figura 22 Infraestructura y equipamiento urbano en la Isla de Holbox

HOLBOX



Figura 23 Infraestructura y equipamiento urbano en la Isla de Holbox



Figura 24 Infraestructura y equipamiento urbano en la Isla de Holbox

## II.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

El predio urbano se ubica en una zona con desarrollo urbano, donde se observan ya servicios públicos tales como de agua potable, drenaje y luz con líneas de transmisión de la CFE (Ver Figura 15), actualmente el proyecto hace uso de dichos servicios en su totalidad; del mismo modo la zona donde se ubica el solar urbano cuenta con servicio de telefonía tanto local como celular y servicio de internet por Wifi, servicio de transporte y recolección de residuos. En el área del proyecto se tienen calles sin pavimentar ya que la isla conserva las calles de arena.

### SERVICIOS REQUERIDOS

**Agua potable:** La CAPA (Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo) cuenta con red de suministro de agua potable al pie del terreno, el promovente está conectado a este servicio.

**Energía eléctrica:** La CFE cuenta con un tendido eléctrico en las cercanías del área del proyecto, de allí se incorpora para el suministro de energía eléctrica en las instalaciones del hotel y restaurante.

**Drenaje:** Actualmente el predio cuenta con servicios de drenaje operado por CAPA, el promovente está dispuesto a realizar la colocación de trampas de grasas en sistema de depuración de aguas residuales con la finalidad de presentar un proyecto sustentable y evitando con ello afectaciones al drenaje local.

La tubería del sistema del drenaje que existe actualmente en la isla, se encuentra a pie del terreno como se puede observar en el siguiente plano entregado por La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, mediante la solicitud de transparencia con número de Folio de Solicitud 00675318<sup>3</sup> (Figura 4)

---

<sup>3</sup> [https://www.plataformadetransparencia.org.mx/group/guest/mis-solicitudes?p\\_p\\_id=dashboardportlet\\_WAR\\_dashboardportlet&p\\_p\\_lifecycle=1&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_dashboardportlet\\_WAR\\_dashboardportlet\\_action=detalleSolicitud#](https://www.plataformadetransparencia.org.mx/group/guest/mis-solicitudes?p_p_id=dashboardportlet_WAR_dashboardportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_dashboardportlet_WAR_dashboardportlet_action=detalleSolicitud#)

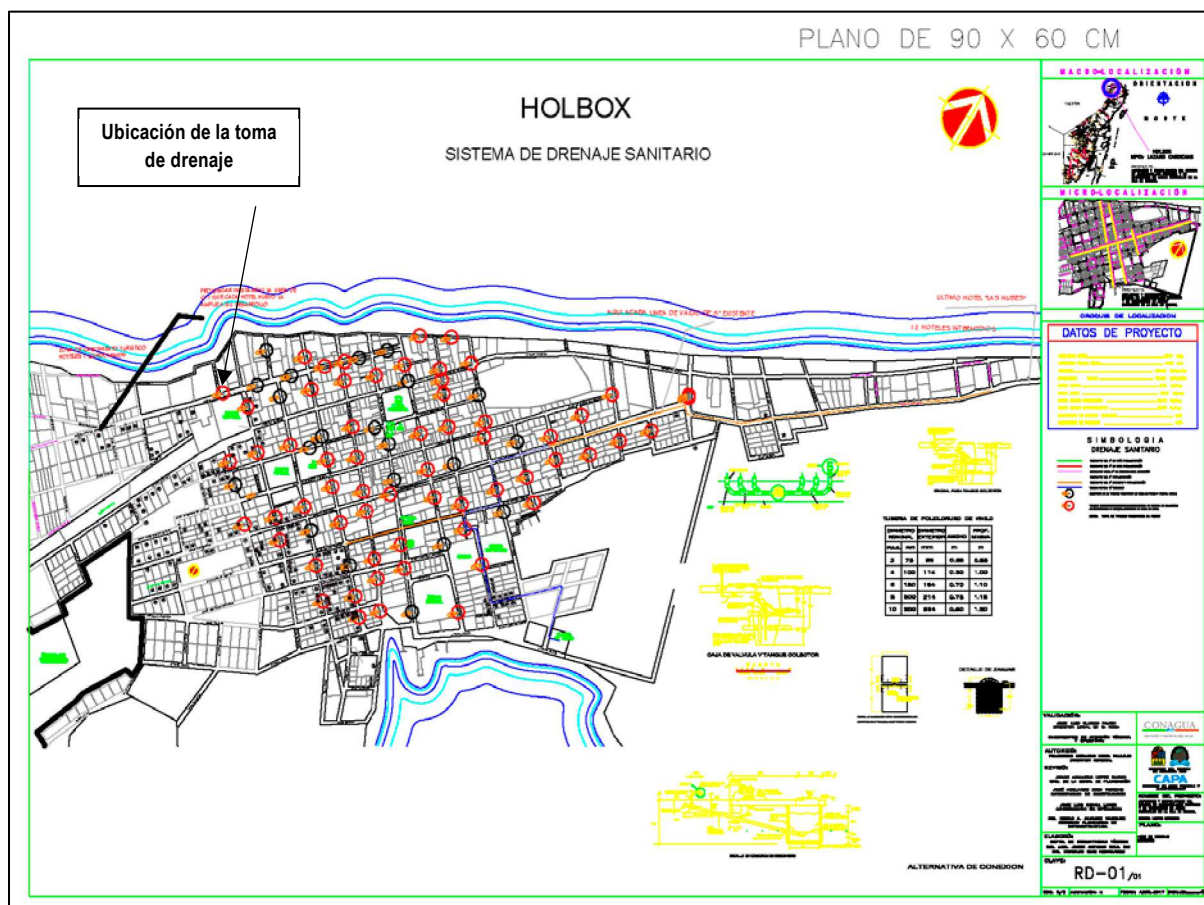


Figura 25 plano de ubicación de registros de las tomas de drenaje existentes en la Isla de Holbox

**Recolección de residuos sólidos urbanos:** El proyecto realiza la disposición temporal de los residuos sólidos que se generen dentro de las instalaciones del proyecto. Todos los residuos domésticos son separados por su naturaleza primaria (orgánicos, inorgánicos y sanitarios) y acopiados en contenedores clasificados con tapa hermética en términos de lo establecido en la norma en la materia para su posterior retiro hacia el sitio de transferencia de Isla Holbox, mediante el servicio de recolecta autorizado que existe en la Isla y que presta el H. Ayuntamiento de Lázaro Cárdenas, cabe señalar que el promovente una vez autorizada la presente manifestación de impacto, realizará y registrará un plan de manejo de residuos sólidos ante la Secretaría de Medio Ambiente de Quintana Roo (SEMA), con la finalidad de dar un destino adecuado a los residuos.

**Línea Telefónica e Internet:** En la zona donde se ubica el solar urbano, existe el servicio de telefonía, prestado por Telmex®. Con la finalidad de brindar un servicio a los habitantes, el promovente establecerá un contrato con la compañía telefónica.

## II.5 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### II.5.1 Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación y mantenimiento del proyecto considera dar servicios de hospedaje y venta de alimentos y bebidas preparadas, para lo cual se plantea un servicio constante de limpieza de habitaciones y mantenimiento de las instalaciones. Las siguientes serán las actividades a realizar durante la operación:

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Limpieza de áreas comunes	Diaria
Revisión y mantenimiento de instalaciones eléctricas	Anual
Revisión y mantenimiento de extintores y equipo de emergencia contra incendio	Mensual
Revisión de acumuladores de agua caliente	Anual
Aplicación de sistema de higiene	Diario
Mantenimiento a trampas de grasas	Semestral
Manejo integral de residuos sólidos urbanos	Diario

### HABITABILIDAD

El proyecto considera la operación del hotel y del restaurante. Se tiene el propósito de alojar a 2 huéspedes máximo en cada una de las 14 habitaciones, lo que significa que, en su capacidad máxima, alojaría a un total de 28 personas. En cuanto al área del restaurante, este brinda el servicio de alimentos y bebidas primordialmente a los huéspedes y posteriormente a turistas de la Isla en general. A continuación, se presenta el siguiente análisis sobre los servicios utilizados en la operación del proyecto.

### INSTALACIONES DE SERVICIOS

El proyecto pretende ofertar los servicios básicos como es el caso de agua potable, energía eléctrica, disposición de aguas negras al sistema de drenaje de la localidad, recolección y manejo de residuos sólidos domésticos, red telefónica e internet.

#### Agua potable

Actualmente la Isla de Holbox cuenta con el servicio de agua potable, la cual se abastece a través de una línea submarina de agua potable de 11.2 kilómetros del Puerto de Chiquilá hasta la isla de Holbox. Derivado de esto, la isla cuenta con el servicio de suministro de agua potable entubada proveniente del sistema operador, por lo cual se cuenta con este servicio para la etapa de operación del proyecto.

Para realizar el cálculo del consumo de agua potable del día, se determinó primeramente el número de huéspedes máximo del proyecto (28), posteriormente se analizaron los distintos programas oficiales publicados para el estado de Quintana Roo, donde se abordan datos estadísticos del consumo de agua por habitante, para lo cual se consideró el **Programa institucional de infraestructura hidráulica y sanitaria 2011-2016 del Estado de Quintana Roo**, dicho programa presenta un análisis a fondo sobre las necesidades en materia de agua y saneamiento, por lo que se considera prudente utilizar los volúmenes expuestos en dicho instrumento oficial.

Derivado de lo anterior, el Programa institucional de infraestructura hidráulica y sanitaria del estado considera un consumo de 13 m<sup>3</sup>/mes, lo que representa 433 litros por habitante al día (3.6 promedio de ocupantes por vivienda en Quintana Roo, INEGI 2010).

Una vez considerados los datos anteriores, el posible calcular un **requerimiento de agua potable diario de 12,124 litros en su capacidad plena** del proyecto.

Tabla 12 Consumo total bruto de agua para la operación del proyecto en su máxima ocupación

Consumo de agua	Consumo promedio litro/día/habitante	Consumo diario (litros)	Consumo diario (metros cúbicos)	Consumo anual (litros/año)	Consumo anual (m <sup>3</sup> /año)
Operación del proyecto	433	12,124	12.1	4,425,260	4,425.2

### Generación de aguas residuales

Del consumo total bruto de agua potable definido para el proyecto deriva la necesidad de calcular un valor inicial del consumo de este recurso y a partir de éste, calcular el volumen de agua residual. Para ello, se estima una generación de aguas residuales equivalente al 80% del consumo de agua potable según el **Programa Subregional de Desarrollo Urbano de la Región Caribe Norte del Estado de Quintana Roo**, por lo cual el volumen máximo diario de generación de aguas residuales en el Proyecto Puerto Holbox, con base al consumo total bruto de agua potable al día será de **12.1 m<sup>3</sup>/día**, es decir **12,124** litros por día a operación plena.

Tabla 9. Agua residual generada en el Proyecto Puerto Holbox

Aguas Residuales	Agua residual por habitante diaria (litros)	Consumo diario por la operación del proyecto (litros)	Aguas Residuales Diarias (litros) Norma = .8 del consumo diario de agua	Aguas Residuales anuales(litros) Norma = .8 del consumo de agua
Operación del proyecto (28 personas)	346.4	12,124	9,699.2	3,540,208

### Energía eléctrica

La energía eléctrica para la operación del proyecto es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), quienes actualmente cuentan con una central de generación de combustión interna a base de Diésel en la isla.

La central tiene una capacidad de generación bruta de 8 (Gwh) (**Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional PRODESEN 2015-2029**), con lo que es posible asegurar la energía necesaria para la operación del proyecto.

Considerando una ocupación plena del proyecto de 28 personas se calcula un volumen de energía eléctrica de **6 Kva** necesaria para operación del proyecto según el **Programa Subregional de Desarrollo Urbano de la Región Caribe Norte**.

Es de señalar que como se menciona en el Diario Oficial de la Federación donde se establecen los costos establecidos por la CFE para los consumidores, la generación de energía con generadores de combustión ofrece una capacidad de **220 kilovoltios**, por lo que es posible justificar el suministro de energía para el proyecto en su máxima ocupación.

Como se menciona dentro del **Programa Subregional de Desarrollo Urbano de la Región Caribe Norte** la región cuenta con capacidad instalada suficiente de transmisión de energía eléctrica en la zona, apoyada en la capacidad de generación de las plantas Valladolid con 250 Mw, Mérida con 380 Mw y Mérida III con capacidad planeada para 500 Mw.

### Residuos sólidos urbanos domésticos

Según el **Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Quintana Roo. 2009 -2011** (el cual se anexa de manera digital) en el municipio de Lázaro Cárdenas se producen 15 toneladas de residuos sólidos diarios, y en específico la localidad de la Isla de Holbox tiene una generación per cápita de **1 kilogramo por habitante al día**.

La isla de Holbox genera residuos con una alta cantidad de materia orgánica, siendo estos aproximadamente el 35%, por otro lado, es de observarse que los demás materiales generados son susceptibles para ser reciclados, a continuación, una relación de los materiales generados en la localidad de Holbox según los datos presentados en el **Programa Estatal**, los cuales fueron obtenidos a partir de una entrevista con los trabajadores de la alcaldía de la Isla.

Tabla 13 Residuos sólidos diarios generados en la Isla de Holbox

Municipio	Localidad	Generación (ton/día)	Composición (%masa)								
			Papel	Orgánicos	Plástico	Aluminio	Cartón	Textiles	Metal	Pañal desechable	Vidrio
Lázaro Cárdenas	Holbox	2	4.08	35.48	9.55	0.17	3.4	2.19	2.61	7.8	5.79

Considerando que el proyecto tiene una ocupación total de 28 habitantes, son generados 28 kilogramos diarios aproximadamente, por lo que será necesario que el proyecto les dé un manejo integral a los residuos generados, según lo establecido en la normatividad en la materia.

### OPERACIÓN RESTAURANTE

El proyecto da servicio de restaurante para los huéspedes y para el turismo en la Isla. Para lo cual a continuación se describen las funciones por área, que son necesarias para preparar y servir los productos a sus clientes en el restaurante. Esto incluye todas esas actividades que ocurren día a día en el área de recepción de proveedores, almacén, cocina general, bar, comedor y en la barra:

**En cocina.** la limpieza del área de trabajo, preparación de recetas, elaboración de alimentos, requisiciones de material, ordenar utensilios, preparar órdenes de trabajo, limpieza de equipo de trabajo, control de refrigeradores, conservación de los alimentos preparados, almacenaje de materias primas, control de basura y/o desperdicios, supervisión de entradas y salidas de materia prima. Vigilar la correcta cocción y presentación de los platillos terminados.

**En la barra.** Surtido de material, presentación de materiales, limpieza y acomodo, requisición de materiales, montaje de barra, conocer recetario, preparación de equipo de trabajo, control de inventario.

**En el área de Clientes.** Limpieza del lugar, montaje de mesas, presentación de mesas, utilización de menús, recibir a los clientes, elaborar y controlar órdenes, pedir órdenes de trabajo, surtir órdenes, entregar cuentas.

**En Caja.** Abastecer fondo, controlar órdenes, verificar surtimiento, controlar el flujo de dinero, supervisar el trabajo de los meseros, controlar insumos suministrados a la caja, realizar corte de caja, consolidar cuentas.

**Servicios Generales.** Limpieza del lugar, limpieza y abastecimiento de baño, suministrar consumibles, realizar mantenimientos preventivos y apoyo general a gerencia. Estas son las funciones generales más comunes en el restaurante, pero en general son las más regulares.

Para la operación del restaurante, se requiere Gas L.P. para lo cual se tiene la instalación de un tanque con capacidad de 300 litros y este combustible es abastecido por una empresa distribuidora local.

## **OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

Actualmente se opera una pequeña planta de tratamiento para la eliminación de sólidos y La estabilización de la materia orgánica presente en las aguas negras.

La planta de tratamiento ofrece un Tratamiento Secundario: Es el tratamiento donde se transforma la materia orgánica biodegradable por la acción biológica en materia estable. Está principalmente diseñada para la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos, además se realiza en una última cisterna la desinfección de las aguas con cantidades controladas de cloro.

La planta consta de una cisterna marca rotoplas donde se descargan las aguas servidas, una bomba con capacidad de .25 litros por segundo para la eliminación de sólidos, una segunda cisterna para la desinfección de las aguas tratadas y conectada a esta última cisterna se encuentra una línea que descarga en el sistema de drenaje operado por CAPA.

El sistema de tratamiento es básico, pero ayuda enormemente a evitar taponamientos en el sistema de drenaje local.



Figura 26 planta de tratamiento en el lugar

## II.5.2 Descripción de obras asociadas al proyecto

### II.5.2.1 Trampas de grasas

Los interceptores de grasas o trampas de grasa es un sistema que mejora sustancialmente el desempeño de cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales; así como el de las tuberías de descarga y drenajes a la planta de tratamiento.

Las trampas de grasas remueven las grasas del flujo. En el Interceptor de Grasa el flujo pierde velocidad, a la vez que es aireado. Ambos fenómenos permiten que las partículas de grasa se acumulen en grumos voluminosos y livianos que, mediante el concepto de Stocks, se irán hacia la superficie, donde son atrapados por unos paneles especialmente diseñados para efectuar de forma repetitiva esta operación, con muy bajo mantenimiento. Es un proceso que se da sin necesidad de que medien sistemas químicos o mecánicos complejos.

Esta remoción permite que los procesos de biodegradación en la planta sean más eficientes, evitando que se "ahoguen" los bioactivos que llevan a cabo la degradación de las materias, situación que, si se presenta, ocasiona daños y atascamientos de los sistemas, a la vez que afecta la salud de los usuarios y del medio circundante. La remoción oportuna de grasas evita el taponamiento de los drenajes y disminuye requerimientos de limpieza periódica en los tanques sépticos.

Al poder interceptar oportunamente estas grasas, el mantenimiento no es ya a nivel de la tubería, sino meramente la limpieza de elementos especialmente diseñados y fabricados para cumplir con ese objetivo.

#### Trampa de grasa Smurt (Modelo TG-7)

Las trampas de grasas (Ver Figura 26) consideradas para el proyecto, son de uso doméstico, son trampas plásticas de pequeñas dimensiones con una capacidad de tratamiento de 26 litros por minuto, lo que será suficiente para el proyecto.

Será necesario instalar una trampa de grasa por cada tarja.

Modelo	Capacidad de flujo (Lpm)	Capacidad de grasa (Kg)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Entrada y salida (Plg)
TG-7	26	6.36	43	32	34.5	1.5

Con la instalación de este mecanismo es posible capturar el total de las grasas o aceites vertidos al desagüe, por lo tanto, es posible considerar una descarga nula de esto a la planta de tratamiento de aguas residuales.

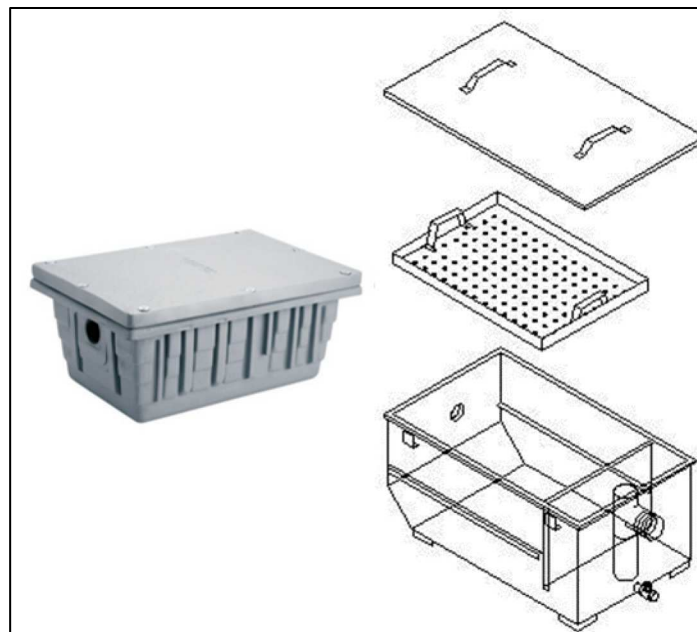


Figura 27 . Diseño de las trampas de grasas consideradas para instalar en cada uno de los lavaderos del proyecto.

#### II.5.3 Etapa de abandono del sitio

Por las características del proyecto, su vida útil se estima indefinida, por lo que no se considera la etapa de abandono del sitio.

#### Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos de ningún tipo.

#### II.5.4 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

La generación de residuos sólidos se considera durante la operación del desarrollo del proyecto:

##### **Etapas de operación**

**Residuos sólidos urbanos.** Durante la operación se generan los siguientes residuos:

Residuos orgánicos: es la de cualquier naturaleza que se puede descomponer por procesos naturales, dentro de un período razonable. Son los derivados de la preparación de alimentos, productos de comidas, basura cruda, desperdicios no comerciales, etc.

Desperdicios comerciales de comida: Incluye los restos de comida consumidos en sitio rutinariamente.

Despojos (inorgánicos): Son los residuos no incluidos en los puntos anteriores, la cual consta de vidrios, botes vacíos, papel, cartón, etc. Que pueden ser sujetos de reciclaje.

**Residuos de manejo especial.** En la operación hay residuos de manejo especial, los cuales se enlistan a continuación:

Residuos de limpieza y barrido: provenientes de higiene pública, incluyendo todos los residuos del barrido de las instalaciones, limpieza de pasillos, recámaras, terrazas, baños, espacios al aire libre, etc.

Aparatos electrónicos: monitores, teléfonos, impresoras, computadoras y cualquier otro aparato electrónico que esté en desuso o descompuesto.

Focos y lámparas: en desuso o descompuestos, no fluorescentes y sin metales pesados.

Residuos de mantenimiento: metales, vidrio, plásticos, Tetrapak, aluminio, papel y cartón, e incluso los restos vegetales producto del mantenimiento de las áreas verdes ajardinadas.

Equipo de protección personal: cuando los equipos de protección personal cumplen su vida útil, deben ser dispuestos adecuadamente. Entre estos residuos están los zapatos de seguridad, anteojos, tapones auditivos, guantes (antideslizantes, neopreno, nitrilo, cuero, anticorte), equipos de protección contra caídas, entre otros.

Para el manejo adecuado de los residuos antes mencionados se implementará un programa de manejo integral de residuos en términos de la normatividad en la materia.

**Residuos líquidos.** Derivado de la habitabilidad del proyecto se prevé la generación de aguas servidas, provenientes de escusados, lavamos, regaderas, cuartos de lavados y fregaderos de cocina.

##### **Emisiones a la atmósfera**

Con la operación del proyecto no se observan generaciones de significativas de emisiones a la atmósfera

#### II.5.5 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

No se requiere generar una infraestructura especial para el manejo y disposición de los residuos

En todo caso, para los distintos tipos de residuos que se obtienen serán manejados de acuerdo al programa de manejo de residuos sólidos urbanos, en términos de lo dispuesto por la normatividad en la materia.

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

#### **III.1 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS**

##### **III.1.1 LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)**

Dicha ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar así como la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente y el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

El proyecto se ajusta a las disposiciones contenidas en la misma en diversos artículos en cuanto a lo siguiente:

- 3 en cuanto a las definiciones
- 11 en cuanto a las atribuciones de la federación
- 15 por lo que ve a la observancia en la aplicación de los criterios de la política ambiental
- 17 en cuanto a la observancia de la planeación ambiental
- 19 en lo referente al ordenamiento ecológico del territorio y 19 BIS fracción IV en cuanto a la observancia de los ordenamientos marinos
- 28 fracciones X y XI respecto a que las obras en ecosistemas costeros y áreas naturales protegidas de carácter federal respectivamente, requieren autorización de la federación en materia de impacto ambiental
- 30 en cuanto a la presentación de una manifestación de impacto ambiental que contiene lo establecido en dicho artículo.

##### **III.1.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

En observancia del artículo 5 incisos Q) y S) de dicho ordenamiento, el proyecto se sujeta al mismo en todos sus términos en virtud de tratarse de una obra ubicada en un ecosistema costero y un área natural protegida respectivamente.

##### **III.1.3 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE ORDENAMIENTO GENERAL DEL TERRITORIO**

El proyecto se vincula y ajusta a lo establecido en dicho ordenamiento tal y como lo establece el artículo 51 de ese reglamento, en virtud de que el mismo cumple en todos sus términos al programa de ordenamiento ecológico marítimo que resulta aplicable al territorio en el que se ubica dicho proyecto.

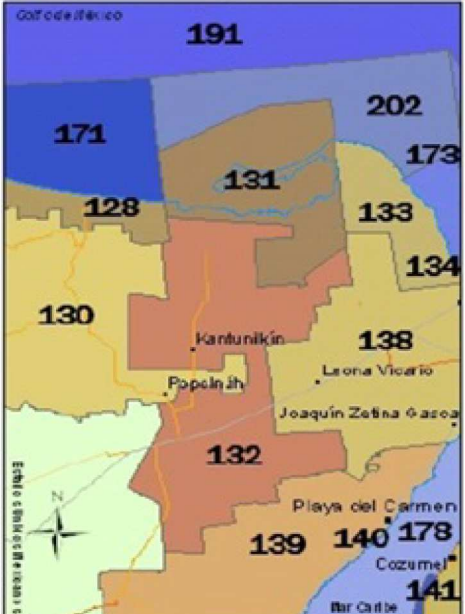
#### *III.1.4 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS*

El proyecto cumple con las disposiciones aplicables de dicho reglamento, además observa y se ajusta en todos sus términos al decreto de creación y el programa de manejo, del área natural protegida en la que se encuentra ubicado el proyecto, que se somete a evaluación de la autoridad a través de esta manifestación de impacto ambiental. En este sentido el proyecto se ajusta a lo establecido a los criterios previstos en la zona de amortiguamiento, subzona de asentamientos humanos del decreto y programa de manejo del área natural.

#### *III.1.5 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL MARÍTIMO*

El sitio en el que se ubica el proyecto que se pretende realizar, se encuentra dentro del polígono de observancia obligatoria del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El proyecto se sitúa dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 131 denominada **Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam**, tal como se muestra en el plano de la página siguiente. A continuación, se indican los lineamientos aplicables a esta UGA (Ver Figura 21).

<b>Tipo de UGA</b>	Marina (ANP – Federal)	<b>Mapa</b> 
<b>Nombre:</b>	Area de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	
<b>Municipio:</b>	Lázaro Cárdenas	
<b>Estado:</b>	Quintana Roo	
<b>Población:</b>	2,483 Habitantes	
<b>Superficie:</b>	152,583.258 Ha.	
<b>Subregión:</b>		
<b>Islas:</b>	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
<b>Puerto Turístico</b>	Presente	
<b>Puerto Comercial</b>		
<b>Puerto Pesquero</b>	Presente	
<b>Nota:</b>	Aplicar Decreto y Programa de Manejo del ANP	

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	APLICA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	APLICA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	APLICA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	APLICA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	APLICA		

NA = NO APLICA

Figura 28 Características UGA 131

En razón de lo anterior, a continuación se presenta un análisis del proyecto con respecto a las acciones generales que resultan aplicables a la UGA 131 y su alineación y conformidad con dichas acciones generales:

### Acciones generales

**G001**

*Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.*

El promovente considera generar medios impresos y gráficos para informar a los habitantes sobre el uso racional de los recursos en la isla, con lo cual será posible fomentar el cuidado y el uso eficiente del agua por parte de los visitantes a la isla.

**G002**

*Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.*

**ANÁLISIS.** Las autoridades son las responsables del cumplimiento de esta política.

**G003**

*Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.*

**ANÁLISIS.** Las autoridades son las responsables del cumplimiento de esta política. El proyecto sólo contempla realizar actividades propias de un hotel y restaurante bar, por lo tanto, las actividades de comercio de especies de extracción no forman parte del proyecto.

**G004**

*Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).*

**ANÁLISIS.** Esta actividad es atribución de las autoridades, no obstante, lo anterior el residente ambiental responsable se encargará de vigilar y aplicar el programa de manejo de fauna consideradas por la NOM-059 se asegure su protección y conservación.

**G005**

*Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.*

**ANÁLISIS.** De acuerdo con el POEMyR, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SAGARPA, pues cuentan con los recursos y atribuciones necesarias para su instrumentación. El establecimiento de bancos de germoplasma, rebasa los objetivos y la naturaleza del proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental.

**G006** Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

**ANÁLISIS.** De acuerdo con el POEMyR, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SAGARPA, no obstante, la generación de gases de efecto invernadero será mínima con la operación del proyecto.

**G007** Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.

**ANÁLISIS.** De acuerdo con el POEMyR, son las autoridades las responsables de realizar esta acción.

**G008** El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla el uso de organismos genéticamente modificados.

**G009** Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.

**ANÁLISIS.** De acuerdo con el POEMyR, las autoridades son las responsables de ejecutar esta acción, no obstante, es importante señalar que el proyecto se pretende desarrollar en un predio urbano en una zona consolidada, pues la zona ya se encuentra fragmentada por la existencia de calles principalmente, así como el desarrollo urbano predominante, como puede observarse en la imagen aérea siguiente.

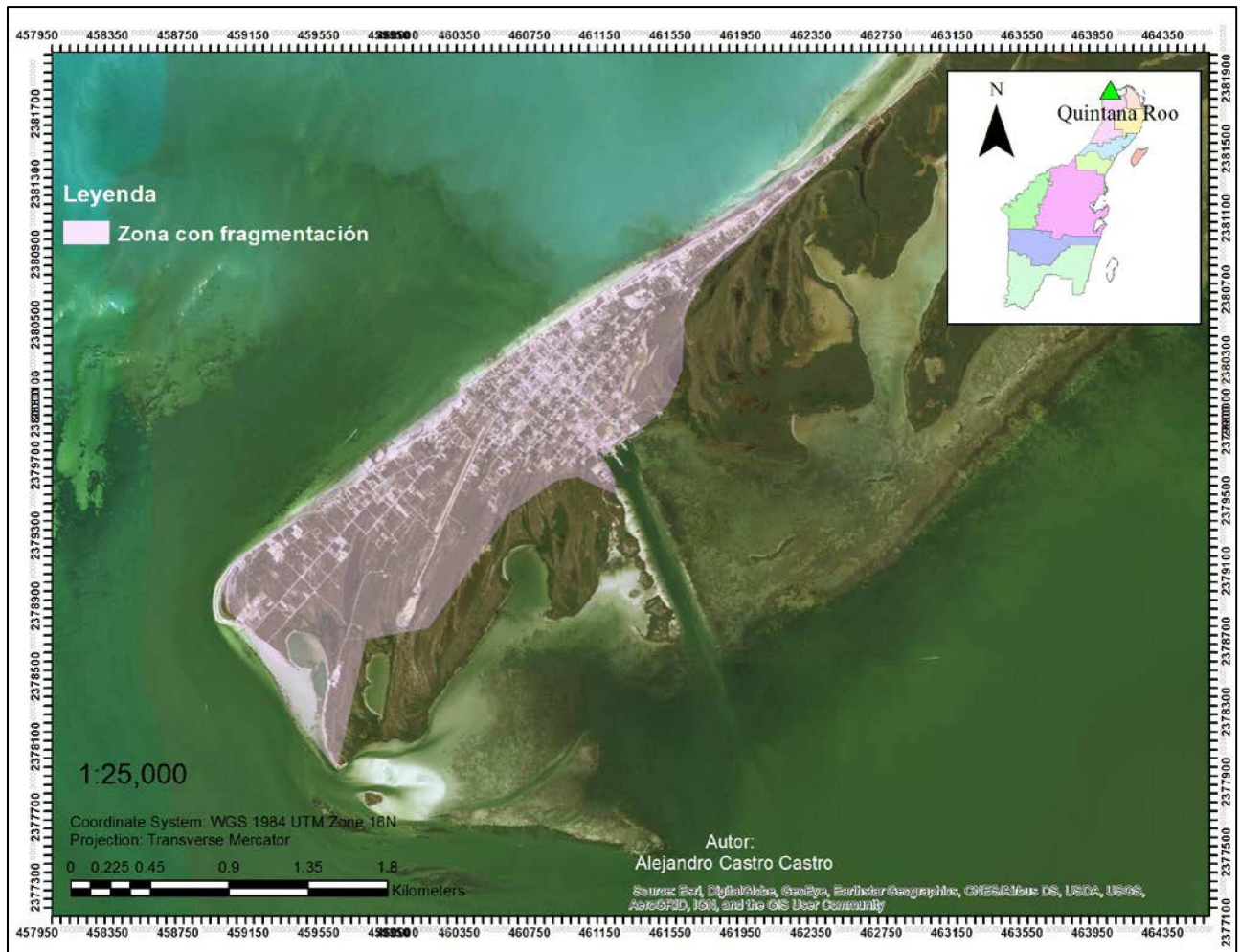


Figura 29. Zonas afectadas por el desarrollo urbano

**G010**

Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.

**ANÁLISIS.** Esto es competencia de las autoridades, no obstante, es importante señalar que el proyecto no implica actividades agropecuarias y se ubica en un área urbana consolidada.

**G011**

Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.

**ANÁLISIS.** En la presente manifestación de impacto ambiental, se describen a detalle las medidas propuestas para prevenir y mitigar los impactos ambientales que deriven de la operación del proyecto, con el fin de minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros, además, el proyecto se ubica en un área susceptible de establecer asentamientos humanos. Además de lo anterior, el proyecto cumplirá con todos y cada uno de los términos y condicionantes que se establezcan en la resolución correspondiente.

**G012**

*Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.*

**ANÁLISIS.** Las autoridades son las responsables de realizar esta acción.

**G013**

*Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la introducción de especies de flora y fauna invasora, puesto que para sus áreas verdes se respetarán las especies de flora ya existentes.

**G014**

*Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no se ubica en los márgenes de algún río.

**G015**

*Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no se ubica en zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.

**G016**

*Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.*

**ANÁLISIS.** Esta actividad le compete a las autoridades.

**G017**

*Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla actividades agrícolas.

**G018**

*Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

**ANÁLISIS.** En el sitio del proyecto no existen cauces naturales.

**G019**

*Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.*

**ANÁLISIS.** La presente manifestación de impacto ambiental y la ejecución del proyecto, se ajustan en todos sus términos al contenido del programa de manejo del área natural protegida y del ordenamiento marino de la zona.

**G020**

*Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.*

**ANÁLISIS.** El predio en el que se pretende desarrollar el presente proyecto no se ubica en zonas con vegetación de riberas de ríos ni zonas inundables asociadas a ellos.

**G021**

*Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.*

**ANÁLISIS.** Compete a la autoridad realizar esta promoción.

**G022**

*Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.*

**ANÁLISIS.** Compete a la autoridad el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyR).

**G023**

*Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.*

**ANÁLISIS.** Compete a la autoridad dicha implementación de campañas.

**G024**

*Promover la realización de acciones de deforestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades llevar a cabo estas acciones, no obstante, el promovente puede sumarse a las campañas y acciones que la autoridad implemente.

**G025**

*Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.*

**ANÁLISIS.** El proyecto respetará las especies nativas que actualmente se encuentran en el predio

**G026**

*Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).*

**ANÁLISIS.** En el sitio del proyecto y su área de influencia, no se identificaron áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales.

**G027**

*Promover el uso de combustibles de origen no fósil.*

**ANÁLISIS.** Corresponde a la autoridad realizar esta actividad. Anexo 6 del POEMyR).

**G028**

*Promover el uso de energías renovables.*

**ANÁLISIS.** Corresponde a la autoridad realizar esta actividad. Anexo 6 del POEMyR

**G029**

*Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.*

**ANÁLISIS.** El proyecto contempla respetar diversas características para el aprovechamiento sustentable de la energía, y en particular, apegarse y tomar como referencia en lo aplicable lo contemplado por la NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones.- Envoltente de edificios para uso habitacional.

Entre las medidas destacan:

Sustituir a lámparas de bajo consumo energético.

- Instalación de lámparas tipo led en zonas comunes (a excepción de las luces exteriores de onda corta (luz ámbar) que hacen referencia a la Regla 99 de las *Reglas específicas dentro de las subzonas de asentamientos humanos*)

**G030**

*Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.*

**ANÁLISIS.** El proyecto contempla las referencias de las normas técnicas en la materia y el uso de tecnologías ahorradoras de energía, como se describió en el criterio anterior.

**G031**

*Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la utilización de combustibles durante la etapa de operación.

**G032** *Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.*

**ANÁLISIS.** Es competencia de la autoridad dicha promoción.

**G033** *Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades el cumplimiento de esta acción.

**G034** *Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.*

**ANÁLISIS.** El proyecto contempla el uso de tecnologías ahorradoras de energía, las cuales se describen en el numeral G029 del presente ordenamiento.

**G035** *Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.*

**ANÁLISIS.** Se reitera el apego a las normas técnicas de referencia para la aplicación en el proyecto.

**G036** *Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no es una instalación industrial.

**G037** *Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la producción de cultivos y se encuentra en un área urbana consolidada.

**G038** *Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.*

**ANÁLISIS.** Ésta acción en competencia de la autoridad.

**G039** *Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.*

**ANÁLISIS.** Es competencia de las autoridades el cumplimiento de esta acción.

**G040** *Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.*

**ANÁLISIS.** De acuerdo con la normatividad aplicable, compete a la autoridad el cumplimiento de esta acción.

**G041**

*Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades el cumplimiento de esta acción.

**G042**

*Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades el cumplimiento de esta acción.

**G043**

*LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades la ejecución de esta acción.

**G044**

*Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.*

**ANÁLISIS.** De acuerdo con la norma aplicable, compete a la autoridad realizar esta acción.

**G045**

*Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.*

**ANÁLISIS.** Es atribución de las autoridades el cumplimiento de esta acción.

**G046**

*Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades el cumplimiento de esta acción.

**G047**

*Impulsar la diversificación de actividades productivas.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades el cumplimiento de esta acción.

**G048**

*Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades la instrumentación de esta acción.

**G049**

*Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades el cumplimiento de esta acción.

**G050**

*Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.*

**ANÁLISIS.** El proyecto considera realizar una construcción resistente a los eventos hidrometeorológicos como se describe en el presente estudio.

**G051**

*Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades realizar estas campañas, no obstante lo anterior el proyecto contará con un plan de manejo de residuos para llevar a cabo un adecuado manejo de aquellos considerados como residuos sólidos urbanos (RSU) y en su caso se contratarán los servicios de un recolector autorizado para el manejo integral de los mismos.

**G052**

*Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades la ejecución de estas acciones.

**G053**

*Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.*

**ANÁLISIS.** Compete a las autoridades la ejecución de estas acciones, el proyecto está conectado al sistema de drenaje operado por CAPA.

**G054**

*Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.*

**ANÁLISIS.** Es atribución de las autoridades el cumplimiento de esta acción, no obstante, el proyecto no corresponde al sector industrial.

**G055**

*La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

**ANÁLISIS.** No se contempla un cambio de uso de suelo forestal, ya que él no se pretende realizar ningún tipo de remoción de vegetación.

**G056**

*Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.*

**ANÁLISIS.** Es competencia de las autoridades.

**G057**

*Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.*

**ANÁLISIS.** Es competencia de las autoridades.

**G058**

*La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.*

**ANÁLISIS.** Por las características del proyecto que hoy se somete a evaluación de esta autoridad, no se contempla la generación de residuos peligrosos y en el caso que esto sucediera, se dará un manejo integral a los mismos en términos de lo previsto por la LGPGIR y su reglamento en la materia.

**G059**

*El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.*

**ANÁLISIS.** En el presente capítulo se presenta la vinculación del proyecto con el Decreto del Área Natural Protegida con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y con su programa de manejo publicado el día 5 de octubre de 2018.

**G060**

*Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no se realizará dentro de zonas con vegetación acuática sumergida.

**G061**

*La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla realizar construcciones de infraestructura costera.

**G062**

*Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no implica actividades agropecuarias.

**G063**

*Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

<b>G064</b>	<i>La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas.

<b>G065</b>	<i>La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** Su cumplimiento corresponde a las autoridades competentes. No obstante, cualquier información que en su caso requiera la, CONANP a través de su dirección del área en el marco del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, estará disponible.

#### ACCIONES ESPECÍFICAS

<b>A001</b>	<i>Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.</i>
<b>A002</b>	<i>Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.</i>

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la comercialización o uso de agroquímicos y pesticidas, pues no se realizarán actividades agrícolas u otras relacionadas a éstas.

<b>A003</b>	<i>Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El presente proyecto no se relaciona con actividades agropecuarias o forestales

<b>A005</b>	<i>Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** Esta acción compete a la autoridad responsable.

<b>A006</b>	<i>Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** Esta acción compete a la autoridad responsable.

<b>A007</b>	<i>Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a la autoridad.

**A008**

*Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no colinda con playas de anidación de tortugas marinas.

**A009**

*Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A010**

*Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A011**

*Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A012**

*Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.*

**ANÁLISIS.** Las dunas costeras que se observan en la Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar que se incorporan al proyecto serán preservadas sin modificación algunas, no se realizarán actividades que dañen la fragilidad de estas zonas, en ningún momento se colocará infraestructura en las dunas.

**A013**

*Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la introducción de especies de ningún tipo, ni la ejecución de actividades marítimas.

**A014**

*Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A015**

*Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.*

**ANÁLISIS.** En la ZOFEMAT y TGM no existen instalaciones que afecten las dunas arenosas, estas se mantienen en su estado natural y así se mantendrán.

**A016**

*Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A017**

*Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades, el promovente llevará acabo una reforestación de manglar en el predio en coherencia con el criterio 4.43 de la NOM-002-SEMARNAT-2003.

**A018**

*Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059SEMARNAT-2010).*

**ANÁLISIS.** El proyecto contempla una residencia ambiental responsable que se encargará de dar vigilancia sobre las especies consideradas por la NOM-059 para asegurar su protección, el promovente llevará acabo una reforestación de manglar en el predio en coherencia con el criterio 4.43 de la NOM-002-SEMARNAT-2003.

**A019**

*Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la ejecución de medidas o programas de remediación relacionadas con residuos.

**A020**

*Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla realizar actividades de manejo de caña verde.

**A021**

*Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.*

**ANÁLISIS.** El proyecto cumplirá con las normas aplicables.

**A022**

*Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.*

**ANÁLISIS.** El sitio del proyecto no se ubica en zonas o aguas afectadas por hidrocarburos.

<b>A023</b>	<i>Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** El predio del proyecto no se ubica en zonas con suelos contaminados ni implica un riesgo ambiental.

<b>A024</b>	<i>Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** El proyecto no es industrial.

<b>A025</b>	<i>Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no se relaciona con industrias ni es industrial.

<b>A026</b>	<i>Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no es de industria.

<b>A027</b>	<i>Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** En la ZOFEMAT y TGM no existen instalaciones que afecten las playas, estas se mantienen en su estado natural y así se mantendrán.

<b>A028</b>	<i>Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** En la ZOFEMAT y TGM no existen instalaciones que afecten las playas, estas se mantienen en su estado natural y así se mantendrán.

<b>A029</b>	<i>Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica</i>
-------------	---

	o desastre natural.
--	---------------------

**ANÁLISIS.** El proyecto preservará el perfil de costa sin modificación.

<b>A030</b>	<i>Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no afectará perfil costero ni afecta el patrón de circulación de aguas costeras.

<b>A031</b>	<i>Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** El predio urbano del proyecto no colinda con sistemas lagunares.

<b>A032</b>	<i>Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no afectará las características naturales de las playas, se mantendrá constante cuidado y mantenimiento de la ZFMT y TGM.

<b>A033</b>	<i>Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

<b>A034</b>	<i>Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** La energía eléctrica que será suministrada al proyecto, proviene del tendido eléctrico de la Isla Holbox, la cual se encuentra operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

<b>A037</b>	<i>Promover la generación energética por medio de energía solar.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** La energía eléctrica que es suministrada al proyecto, proviene del tendido eléctrico de la Isla Holbox, la cual se encuentra operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

<b>A038</b>	<i>Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no se relaciona con actividades agrícolas y el sitio donde se ubica no corresponde a una región seca.

<b>A039</b>	<i>Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no requiere el uso de agroquímicos sintéticos.

<b>A040</b>	<i>Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.</i>
<b>A041</b>	<i>Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.</i>
<b>A042</b>	<i>Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.</i>
<b>A043</b>	<i>Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.</i>
<b>A044</b>	<i>Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.</i>

**ANÁLISIS.** El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.

<b>A045</b>	<i>Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la producción comercial de harinas ni complementos nutricionales.

<b>A046</b>	<i>Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.</i>
-------------	--

**ANÁLISIS.** El proyecto no requiere el uso de embarcaciones.

<b>A047</b>	<i>Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no se realizará en el área marina y no implica actividades en el medio marino.

<b>048</b>	<i>Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y</i>
------------	---

	estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.
--	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras.

<b>A049</b>	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.
-------------	--

**ANÁLISIS.** El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras.

<b>A050</b>	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.
-------------	--

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

<b>A051</b>	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.
-------------	--

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

<b>A052</b>	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.
-------------	---

**ANÁLISIS.** De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyR, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estado y Municipio.

<b>A053</b>	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.
-------------	---

**ANÁLISIS.** - De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyR, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios.

<b>A054</b>	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.
-------------	--

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

<b>A055</b>	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no implica la realización de actividades agropecuarias.

<b>A056</b>	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.
-------------	---

**ANÁLISIS.** El proyecto no implica la realización de cultivos.

**A057**

*El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.*

**ANÁLISIS.** El predio urbano del proyecto se encuentra dentro de la zona urbana de Holbox, el predio tiene la categoría de urbano, tiene un uso habitacional y mixto, del mismo modo el predio se ubica dentro del área aceptada para asentamientos humanos por el Programa de Manejo del ANP Yum Balam y la vegetación existente (incluido los ejemplares de mangle) en el predio se respeta e incorpora al proyecto.

**A058**

*Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A059**

*Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A060**

*Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A061**

*Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A062**

*Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades. No obstante, el proyecto hará un manejo integral de los residuos generados durante las distintas etapas.

**A063**

*Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete al gobierno municipal, el proyecto cuenta con una planta de tratamiento para hacer entrega de aguas tratadas al sistema de drenaje.



Figura 30 Planta de tratamiento activa en el área del proyecto

**A064**

*Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.*

**ANÁLISIS.** El proyecto cumplirá con las medidas y condicionantes que en este rubro se establezcan.

**A065**

*Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A066**

*Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

**A067**

*Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.*

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

<b>A068</b>	<i>Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.</i>
<b>A069</b>	<i>Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.</i>

**ANÁLISIS.** El proyecto contempla el cumplimiento de la normatividad en la materia, acreditando los criterios respectivos, programas de manejo y registros que en su caso apliquen, se presenta un programa de manejo de residuos sólidos para su evaluación.

<b>A070</b>	<i>Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades. No obstante, el proyecto promoverá y difundirá en la medida de sus capacidades y proporciones, el manejo integral de los residuos.

<b>A071</b>	<i>Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

<b>A072</b>	<i>Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades.

<b>A074</b>	<i>Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.</i>
-------------	---

**ANÁLISIS.** El cumplimiento de esta acción compete a las autoridades en la materia.

**A078**

*Promover las medidas necesarias para que el mantenimiento y/o modernización de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten generar efectos negativos sobre la estructura y función de las formaciones coralinas y la perturbación de las especies arrecifales de vida silvestre.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no se relaciona con actividades marinas, de comunicaciones y transportes, y energéticas.

**A079**

*Promover las acciones necesarias para que el mantenimiento y/o ampliación de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades de marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten generar efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no se relaciona con actividades marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas.

**a) Criterios de Regulación Ecológica para Zona Costera Inmediata del Mar Caribe**

**ZMC-01**

*Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.*

**ANÁLISIS.** El proyecto propuesto no se realizará sobre formaciones arrecifales.

**ZMC-02**

*Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no se realizará sobre ecosistemas de pastos marinos.

**ZMC-03**

*Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla realizar actividades relacionadas con la captura de mamíferos marinos, aves o reptiles.

ZMC-04

*Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.*

**ANÁLISIS.** El proyecto propuesto no se realizará sobre formaciones coralinas.

ZMC-05

*La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos.

ZMC-06

*La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la construcción de estructuras promotoras de playas.

ZMC-07

*Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.*

**ANÁLISIS.** No se contempla realizar el vertimiento de hidrocarburos ni productos químicos de ningún tipo al suelo ni a cuerpos de agua.

ZMC-08

*Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.*

**ANÁLISIS.** El proyecto no considera llevar actividades recreativas marinas.

ZMC-09

*Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.*

**ANÁLISIS.** En la zona de desplante del proyecto no existen comunidades arrecifales.

ZMC-10

Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla realizar actividades náuticas.

ZMC-11

Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla realizar actividades de canalización o dragado.

ZMC-12

La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla la construcción de muelles.

ZMC-13

Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.

**ANÁLISIS.** El proyecto no contempla realizar actividades pesqueras.

ZMC-14

Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.

**ANÁLISIS.** Para el análisis relativo a la alineación del proyecto con las disposiciones normativas aplicables, destacamos que el proyecto se ubica dentro de la UGA Regional 131.

Por lo anterior se presenta a continuación la vinculación aplicada para la Isla de Holbox, según el anexo 7 (Criterios de Regulación Ecológica para Islas y Zonas Costeras Inmediatas) del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Clave	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación
IS -04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	El proyecto no contempla la edificación de marina o muelles
IS -06	En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no se ubica dentro ni cerca de áreas de arrecifes, además de ninguna manera se arrojarán o verterán ningún tipo de desechos.  El proyecto no contempla hacer aprovechamiento de organismos.
IS-07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.	El proyecto no contempla realizar servicios acuáticos.
IS-08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.	El proyecto no contempla actividades de buceo de ningún tipo.
IS-11	Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.	El proyecto no pretende realizar vertimientos de desechos a aguas marinas mexicanas.
IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	Se llevará a cabo un plan de erradicación de especies exóticas que pudieran ser un riesgo para la diversidad y los recursos naturales de la Isla, no obstante se deberá de valorar el beneficios ambiental que estas especies prestan.
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	El proyecto tiene una representación mínima en la superficie total de la isla, este no afectará la cobertura de vegetación nativa actual de la isla de Holbox.

Clave	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR	La población de la isla es mayor.
IS-15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	El proyecto se sujetará a dicho criterio, pues se presenta a evaluación de la autoridad competente.
IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	El promovente participará en su caso en los estudios poblacionales que realicen las autoridades e instituciones académicas

### III.1.6 ÁREA NATURAL PROTEGIDA Yum Balam

**ACUERDO por el que se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.**

#### TRANSITORIOS

**ÚNICO.- El presente Acuerdo y su anexo entrarán en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.**

Dado en la Ciudad de México, a los veintiocho días del mes de septiembre de dos mil dieciocho.- El Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Rafael Pacchiano Alamán**.- Rúbrica<sup>4</sup>.

Con relación a lo anterior y conforme a lo observado en las imágenes de satélite provistas por Google Earth<sup>5</sup> se observa que en una imagen satelital del 23 de abril del 2017 las construcciones sancionada y regularizadas por PROFEPA ya existían en el sitios desde antes de la publicación del Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

<sup>4</sup> [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5540179&fecha=05/10/2018](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5540179&fecha=05/10/2018)

<sup>5</sup> Google Earth Pro 7.3.2.5776 (64-bit) Fecha de la compilación martes, 5 de marzo de 2019 12:43:51 A. M. UTC



De lo anterior y conforme al **Artículo 14** de la Carta Magna. A ninguna ley se dará **efecto retroactivo en perjuicio de persona alguna**<sup>6</sup>.

Por tanto, la aplicación del Programa antes señalado crearía un efecto en perjuicio al promovente<sup>7</sup> ya que para la construcción de las obras no se consideraron las reglas establecidas en el programa.

### 1.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El predio urbano del proyecto se ubica dentro del polígono oficialmente decretado (D.O.F. 06/06/1994) del Área Natural Protegida con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo. Por lo que a continuación se presenta la vinculación del proyecto, con dicho Decreto:

#### **ARTÍCULO PRIMERO.**

*Por ser de interés público se declara como área natural protegida, con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna, la región conocida como "Yum Balam", con una superficie de 154,052-25-00 Has., ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, cuya descripción analítica topográfica es la siguiente...*

**VINCULACIÓN.** - Tal como se mencionó anteriormente, el predio urbano del proyecto queda comprendido dentro del polígono oficialmente decretado de este instrumento normativo.

<sup>6</sup> Párrafo reformado DOF 09-12-2005

<sup>7</sup> "perjuicio" Del lat. praeiudicium. 1. m. Efecto de perjudicar. (Real academia española. 1917.)

## **ARTÍCULO SEGUNDO.**

*La administración, conservación, desarrollo y vigilancia del Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam", quedan a cargo de la Secretaría de Desarrollo Social, con la participación que corresponda a otras dependencias del Ejecutivo Federal.*

**VINCULACIÓN.** - Corresponde a las autoridades competentes, el cumplimiento del presente artículo, conforme a sus atribuciones en la materia.

## **ARTÍCULO TERCERO.**

*La Secretaría de Desarrollo Social, con la participación que corresponda a otras dependencias del Ejecutivo Federal, propondrá la celebración de acuerdos de coordinación con el Gobierno del Estado de Quintana Roo, con la participación del Municipio de Lázaro Cárdenas, entre otras en las siguientes materias:*

**VINCULACIÓN.** - Corresponde a las autoridades competentes, el cumplimiento del presente artículo, conforme a sus atribuciones en la materia.

## **ARTÍCULO CUARTO.**

*Para la administración y desarrollo del Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam", la Secretaría de Desarrollo Social propondrá la celebración de convenios de concertación con los sectores social y privado y con los habitantes del Área, con objeto de...*

**VINCULACIÓN.** - Corresponde a las autoridades competentes, el cumplimiento del presente artículo, conforme a sus atribuciones en la materia.

## **ARTÍCULO QUINTO.**

*Las Secretarías de Desarrollo Social, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de la Reforma Agraria y de Pesca, formularán conjuntamente el programa de manejo del Área de Protección, invitando a participar en su elaboración y en el cumplimiento de sus objetivos a los gobiernos del Estado de Quintana Roo y del Municipio de Lázaro Cárdenas. Dicho programa deberá contener por lo menos lo siguiente...*

**VINCULACIÓN.** - Corresponde a las autoridades competentes, el cumplimiento del presente artículo, conforme a sus atribuciones en la materia.

## **ARTÍCULO SEXTO.**

*Las obras y actividades que se realicen en el Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam", deberán sujetarse a los lineamientos establecidos en el programa de manejo del área y a las disposiciones jurídicas aplicables. Todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del Área de Protección, deberá contar previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental.*

**VINCULACIÓN.** - El proyecto se sujeta a las disposiciones jurídicas aplicables como lo son las Normas Oficiales Mexicanas las cuales se analizan en el presente estudio. El proyecto no se ejecutará, hasta en tanto no se cuente con la autorización en materia de impacto ambiental, motivo por el cual se somete al presente estudio.

#### **ARTÍCULO SÉPTIMO.**

*En el Área de Protección no se autorizará la fundación de nuevos centros de población.*

**VINCULACIÓN.** - El sitio del proyecto no estará destinado a la fundación de nuevos centros de población, por lo que no se contraviene lo establecido en este artículo.

#### **ARTÍCULO OCTAVO.**

*La realización de actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación científica y de educación ecológica, en el Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam", requerirá autorización de la Secretaría de Desarrollo Social.*

**VINCULACIÓN.** - El sitio del proyecto no estará destinado a la preservación de los ecosistemas presentes y sus elementos, a la investigación científica o a la educación ecológica, por lo que no se contraviene lo establecido en este artículo.

#### **ARTÍCULO NOVENO.**

*La Secretaría de Desarrollo Social promoverá ante las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Pesca, el establecimiento de vedas de flora y fauna silvestres y acuáticas y de vedas de aprovechamientos forestales en el Área de Protección.*

**VINCULACIÓN.** - Corresponde a las autoridades competentes, el cumplimiento del presente artículo, conforme a sus atribuciones en la materia. El proyecto no se relaciona con el aprovechamiento de la flora ni de la fauna silvestre y acuática.

#### **ARTÍCULO DÉCIMO.**

*La Secretaría de Pesca realizará los estudios necesarios para determinar las épocas y zonas de veda para la pesca, dentro de las porciones acuáticas comprendidas en el Área de Protección.*

**VINCULACIÓN.** - Corresponde a las autoridades competentes, el cumplimiento del presente artículo, conforme a sus atribuciones en la materia. El proyecto no se relaciona con actividades de pesca.

#### **ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO.**

*El aprovechamiento de flora y fauna silvestres dentro del Área de Protección, deberá realizarse atendiendo a las restricciones ecológicas contenidas en el programa de manejo, a las normas oficiales mexicanas, al calendario cinegético y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

**VINCULACIÓN.** - Durante todo el desarrollo del proyecto no se pretende realizar el aprovechamiento de flora y fauna silvestre, por lo que no se contraviene lo establecido en este artículo.

#### **ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO.**

*El uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales ubicadas en el Área de Protección, se regularán por las disposiciones jurídicas aplicables en la materia y se sujetarán...*

**VINCULACIÓN.** - Durante todo el desarrollo del proyecto no se pretende realizar el uso, explotación y aprovechamiento de aguas nacionales. El agua que sea requerida, será obtenida a través del sistema de agua potable de la Isla, por lo que no se contraviene lo establecido en este artículo.

#### **ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO.**

*Dentro del Área de Protección, queda prohibido modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo que sea necesario para el cumplimiento del presente decreto; verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua, y desarrollar actividades contaminantes.*

**VINCULACIÓN.** - Durante la operación del proyecto no se modificarán las condiciones actuales de los acuíferos, no se prevén acciones que influyan en el manto freático del predio, así mismo de cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes en el ANP. Las aguas residuales serán tratadas con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y entregadas al sistema de drenaje de CAPA.

#### **ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO.**

*Las dependencias competentes solamente otorgarán permisos, licencias, concesiones y autorizaciones para la explotación, exploración, extracción o aprovechamiento de los recursos naturales en el Área de Protección, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, este decreto, el programa de manejo del Área de Protección y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

**VINCULACIÓN.** - El presente proyecto se apeg a los establecido principalmente en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), así como en su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), así mismo se cita el presente Decreto, el Resumen del Programa de Manejo de la Reserva de Yum Balam y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Dentro del presente capítulo se realiza un análisis exhaustivo y se señala el cumplimiento cabal a la normatividad.

#### **ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO.**

*Quedan a disposición de la Secretaría de Desarrollo Social, los terrenos nacionales comprendidos en el Área de Protección, no pudiendo dárseles otro destino que el de su utilización en los fines del presente decreto.*

**VINCULACIÓN.** - El terreno en estudio, es propiedad privada, por lo que no corresponde a terrenos nacionales, considerando que el Artículo 158 de la Ley Agraria de México, establece como terrenos nacionales: los terrenos baldíos deslindados y medidos en los términos de este Título; y los terrenos que recobre la Nación por virtud de nulidad de los títulos que respecto de ellos se hubieren otorgado; en ese sentido no se contraviene lo establecido en este artículo.

#### **ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO.**

*Los ejidatarios, propietarios y poseedores de solar urbanos ubicados en el Área de Protección, están obligados a la conservación del área, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Agraria, este decreto, el programa de manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

**VINCULACIÓN.** - El promovente y propietario del predio urbano en cumplimiento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se apegará estrictamente a lo indicado en el Artículo 28 y 35, así como a su reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

**ARTÍCULO DÉCIMO SÉPTIMO.**

*Los notarios y otros fedatarios públicos que intervengan en los actos, convenios, contratos y cualquier otro relativo a la propiedad y posesión o cualquier otro derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en el Área de Protección, deberán hacer referencia a la presente declaratoria y a sus datos de inscripción en los registros públicos de la propiedad que correspondan.*

**VINCULACIÓN.** - Corresponde a notarios y fedatarios públicos el cumplimiento del presente artículo, conforme a sus atribuciones en la materia.

**ARTÍCULO DÉCIMO OCTAVO.**

*Las infracciones a lo dispuesto por el presente decreto, serán sancionadas administrativamente por las autoridades competentes en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley Forestal, Ley de Pesca, Ley de Aguas Nacionales, Ley Agraria y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

**VINCULACIÓN.** - Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento del presente artículo, conforme a sus atribuciones en la materia.

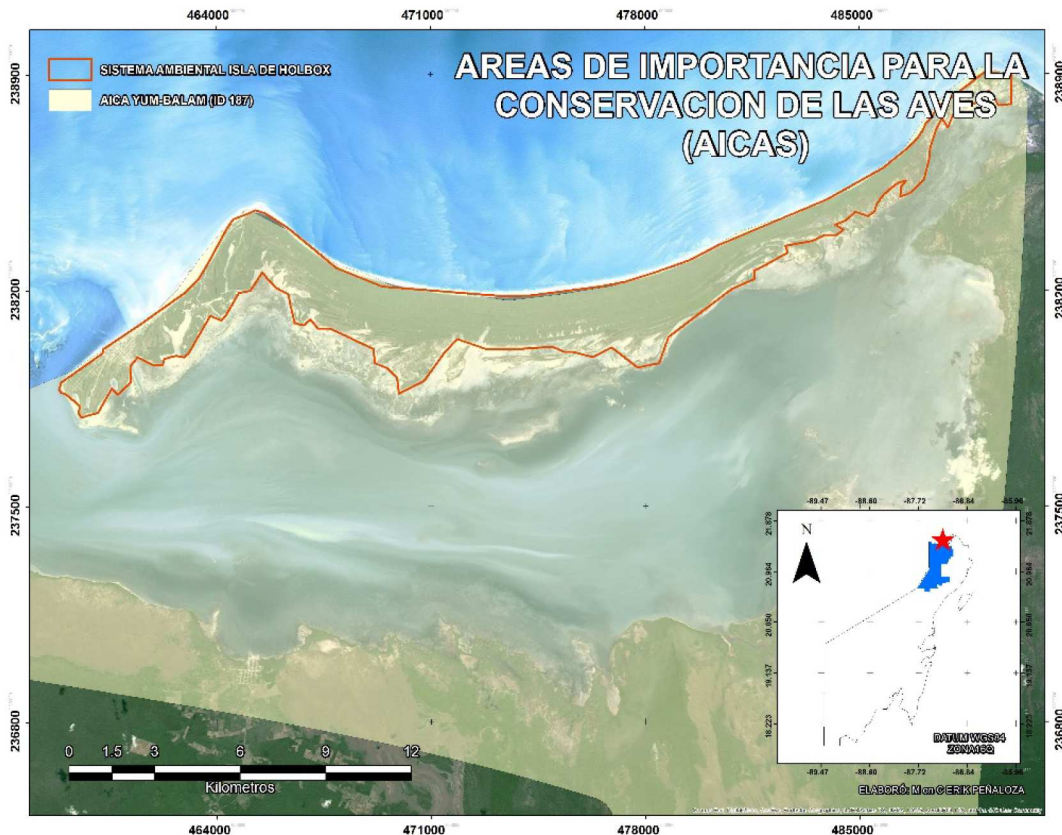
### III.1.7 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

De acuerdo con el plano de la página siguiente, se advierte que el solar urbano del proyecto se ubica dentro del polígono oficialmente decretado del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) 187 denominada "Yum-Balam".

Entre las principales amenazas de esta AICA destacan las quemas incontroladas, cacaería furtiva en selvas, explotación inadecuada de recursos, pesca incontrolada, turismo, desarrollo urbano, ganadería y deforestación.

Al respecto es importante mencionar que las actividades del proyecto no implican la realización de quemas, cacaería furtiva en selvas o pesca incontrolada; así mismo, el terreno en estudio se sitúa en el área destinada para asentamientos humanos.

Por otro lado, cabe señalar que el terreno estará destinado a la construcción de un proyecto mixto (comercio y vivienda), a través del aprovechamiento del predio urbano; sin embargo, esto no se realizará de manera inadecuada o descontrolada, pues a través del presente estudio se someten a consideración de esta autoridad, una serie de medidas para atenuar los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los recursos forestales presentes y no se realizarán hasta en tanto no se cuente con la autorización respectiva.



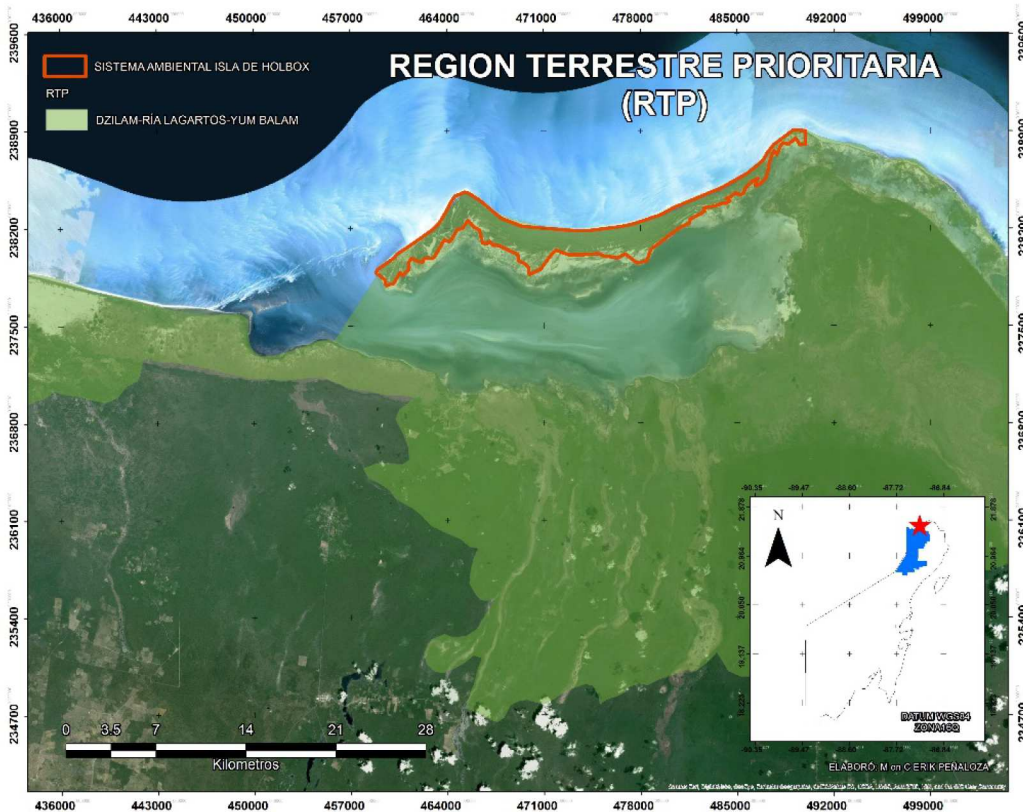
### III.1.8 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

El predio urbano del proyecto se ubica dentro del polígono oficialmente decretado de la Región Terrestre Prioritaria 146 denominada "DZILAM-RÍA LAGARTOS-YUMBALAM".

Los principales problemas que existen son el crecimiento urbano desordenado en la zona costera, las actividades industriales con poca regulación incluyendo la pesca, la salinera y el sobrepastoreo de ganado.

Al respecto es importante mencionar que el proyecto, es específico para la zona de Yum Balam a la que pertenece con la fragmentación del hábitat, pues la zona en la que se ubica el predio urbano, ya se encuentra fragmentada y cuenta con usos de suelo turísticos de manera predominante. El proyecto tampoco contribuye con la disminución de especies acuáticas ni a la alteración de los flujos de agua, ni la disminución en la cobertura de la vegetación subacuática, pues no se realizará en el área marina o zonas inundables.

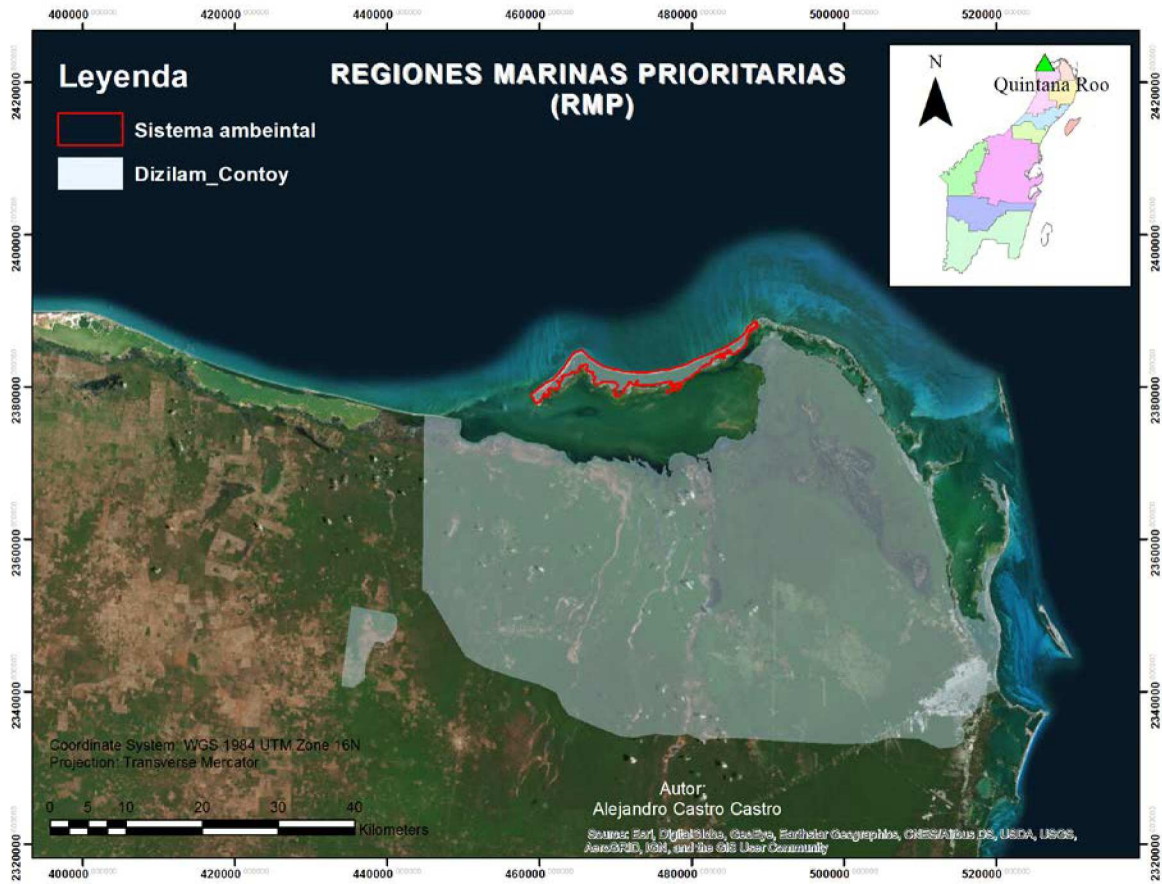
Se ejecutará un plan de manejo de residuos durante el desarrollo del proyecto, con el fin de evitar la contaminación del medio, ya sea química u orgánica y por desechos sólidos.



### III.2 REGIONES MARINAS PRIORITARIAS

Se advierte que el predio urbano del proyecto se ubica dentro del polígono oficialmente decretado de la Región Marina Prioritaria 62 denominada "DZILAM-CONTOY".

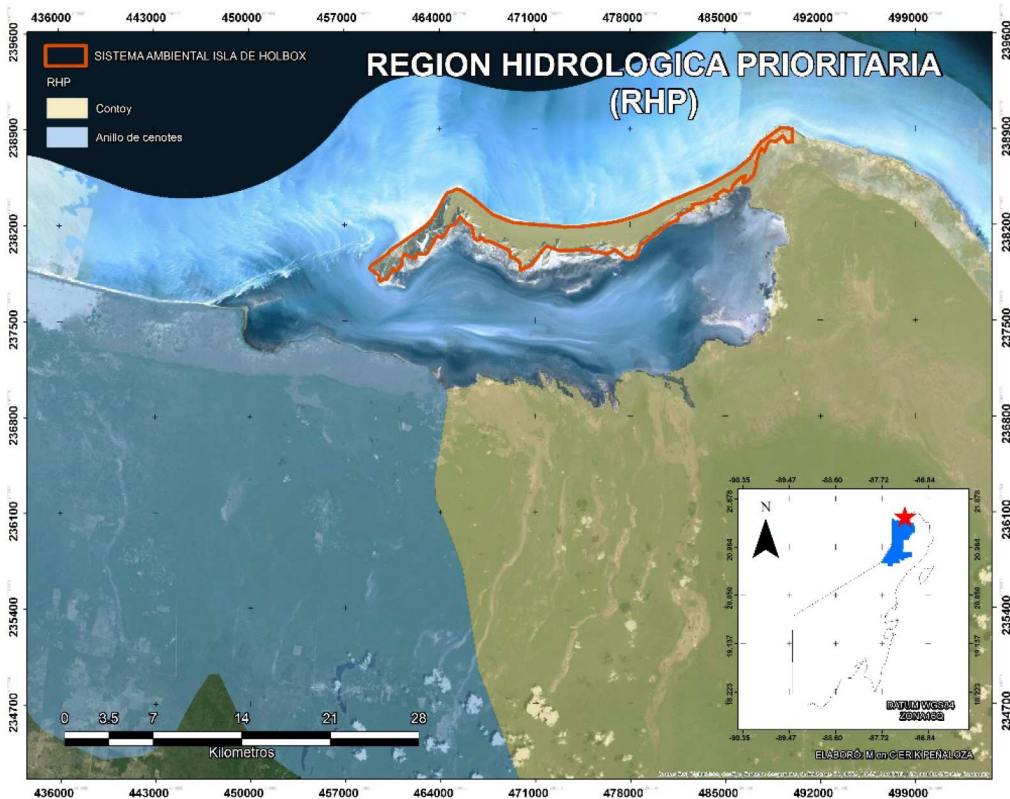
Al respecto es importante mencionar que el proyecto no incluye ni se realizará sobre zonas arrecifales; no implica la remoción de pastos marinos y dragado, pues no se realizará en el área marina o zonas inundables; y finalmente se tiene que el proyecto no se relaciona con actividades en muelles y puertos, que impliquen la contaminación por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga; tampoco implica el uso de recursos que deriven en la presión sobre las langostas y el caracol rosado. No se realizarán actividades de pesca, arrastres, trampas no selectivas o colecta de especies exóticas.



### III.3 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

El predio urbano del proyecto se ubica dentro del polígono oficialmente decretado de la Región Hidrológica Prioritaria 103 denominada "CONTOY".

Es importante mencionar que el predio se ubica en un área destinada al establecimiento de asentamientos humanos y no estará destinado a la construcción de caminos o a la introducción o manejo de especies exóticas; por lo que no contribuye a la problemática de esta RHP.



### III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Área de aplicación	Código	Descripción	Vinculación
Flora y Fauna	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 especie en riesgo.	Revisión in situ para verificar la presencia de especies incluidas en ella para su conservación.
Manglar	NOM-022-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	Cumpliendo cabalmente los criterios y previsiones de la Norma en la Protección a los individuos de mangle observados en el área de proyecto y a la hidrología que influye en el ecosistema
Residuos Peligrosos	NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.	Servirá para la identificación de los residuos peligrosos que pudieran ser generados durante la operación del proyecto.

Área de aplicación	Código	Descripción	Vinculación
Ruido	NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Normas que deberán cumplirse durante la operación del proyecto.  Para el caso del manejo y control del ruido por la maquinaria que se utilice en el proyecto, se contará con silenciadores y se hará el análisis con laboratorio acreditado por EMA para la verificación de los límites máximos permisibles
Ruido	NOM-081-ECOL-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de emisión	
Aire	NOM-045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Los vehículos utilizados para el proyecto contarán con las debidas afinaciones y mantenimientos vehiculares para evitar la emisión de contaminantes fuera de Norma.
	NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	
Edificación Sustentable	NMX AA 157-SCFI-2010	Requisitos y especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la península de Yucatán	Aplicación preferentemente de los criterios establecidos en la NMX para el proyecto.

#### NOM-022-SEMARNAT-2003

La NOM-022-SEMARNAT-2003 es aplicable ya que dentro del predio donde se pretende realizar el proyecto Casa del Viento, se observan algunos individuos de manglar, por lo que se procede a realizar el análisis del proyecto a fin de demostrar el cumplimiento de las observaciones y restricciones contenidas en la Normatividad de referencia.

<b>4.0</b>	<p><i>El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integridad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;</i></li> <li>- <i>La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;</i></li> <li>- <i>Su productividad natural;</i></li> <li>- <i>La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;</i></li> <li>- <i>Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;</i></li> </ul>
------------	--

- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
- Cambio de las características ecológicas;
- Servicios ecológicos;
- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

## ANÁLISIS:

Con referencia al **criterio 0.2** que para efectos de esta Norma se considera humedal costero a la unidad hidrológica que contenga **comunidades vegetales de manglar**.

Así mismo con referencia al **criterio 0.4** de la presente Norma, señala que los componentes de un humedal costero comprenden a las **comunidades vegetales y zonas de inundación con procesos geomicrobianos** cuya integridad está intimamente ligada a la **dinámica hidrológica propia del humedal costero o funcionalmente asociados a ecosistemas y humedales costeros**, del mismo cuerpo de agua (laguna costera, estuario, delta, estero o bahía) o en la franja costera a los pastos marinos y arrecifes coralinos en su caso.

En el área de proyecto se establece **un ecosistema costero conformado por vegetación de matorral costero con presencia de palma chit y manglar** como bien señala la PROFEPA en el acta de inspección PFPA/29.3/2C.27.5/0171-18 de fecha 7 de noviembre 2018, el humedal costero en el área de proyecto según los criterios antes señalados es inexistente, si bien se encuentran individuos de manglar dentro del predio urbano, estos no representan una comunidad, ya que no se observa un patrón específico en su distribución, abundancia y evolución como bien señala el **Criterio 3.12** de la presente Norma, ya que se entiende como **comunidad vegetal**: a un grupo de poblaciones de plantas que habitan en determinada zona y **que muestran patrones específicos en su distribución, abundancia y evolución**, por ejemplo: bosque de coníferas, bosque mesófilo, selva alta, manglar, etc.

Como se expone en capítulo 4 del presente estudio donde se presenta un análisis preciso de las condiciones de la vegetación existente en el predio urbano, se observa que la vegetación se encuentra en estado secundario, debido a la fragmentación del sitio por el desarrollo urbano y por las mismas actividades realizadas por el proyecto descrito en el acta de PROFEPA.

Dentro del predio urbano se observan algunos individuos de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), por lo que se describe un análisis al presente criterio.

- La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;	El flujo hidrológico tanto superficial (pluvial) como subterráneo (mantos acuíferos) no se modificará, ya que se mantendrá el flujo y la calidad de agua actual con la operación del proyecto, no obstante se
--	---

	aplicarán medidas para mejorar el flujo hidrológico en el predio, las cuales se describen en el capítulo 6
- La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;	El matorral costero donde se ubica el predio se mantendrá con las mismas condiciones actuales, ya que el ecosistema se observa en las áreas verdes del proyecto.
- Su productividad natural;	Los servicios ambientales que ofrece el ecosistema que se observa en las áreas verdes se mantendrán con la operación del proyecto.
- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;	Considerando la definición propuesta en la misma Ley General de Vida Silvestre, la cual dice a la letra: "Capacidad de carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico". Actualmente no existen estudios ni regulaciones legales sobre la capacidad de carga de la zona, sin embargo debido a que el proyecto se ubica dentro de una zona urbana, es posible observar que no se afectará ningún ecosistema natural.
- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;	Debido a que el predio se encuentra inmerso en el desarrollo urbano de la zona, no se observa en el predio actividades de anidación, reproducción, refugio, alimentación o alevinaje, por lo cual no se afectará la integralidad de estas funciones.
- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;	Con la operación del proyecto se mantendrá las interacciones existentes del matorral costero con los ecosistemas de observados al redor
- Cambio de las características ecológicas;	Las características del ecosistema que se observa se mantendrán intactas con la operación del proyecto
- Servicios ecológicos;	Los servicios ambientales que ofrece el ecosistema que se observa en las áreas verdes se mantendrán con la operación del proyecto.
- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).	Las especies NOM-059 que se encuentran en el predio se mantendrán intactas, así mismo se aplicarán acciones para mejorar su desarrollo

**4.1** Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.

**ANÁLISIS:** Dentro del predio en cuestión no existen flujos de agua constantes, los flujos pluviales que existen se mantendrán, no se pondrá en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros

**4.2** Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.

**ANÁLISIS:** No se instalarán canales

**4.3** Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.

**ANÁLISIS:** No se pretende realizar la construcción de canales.

**4.4** El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.

**ANÁLISIS:** No se pretende realizar ningún tipo de obra o infraestructura marina fija

**4.5** Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.

**ANÁLISIS:** No se pretende construir bordos

**4.6** Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.

**ANÁLISIS:** Con la operación del proyecto no se contaminarán ni azolverán humedales costeros, las aguas negras generadas con la operación del proyecto tienen un tratamiento secundario y son entregadas al sistema de drenaje de la localidad.



Figura 31 tomas de drenaje donde se conecta el proyecto

**4.7** La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.

**ANÁLISIS:** En ningún momento el proyecto empleará agua que provenga de las cuencas o humedales, el agua es provista por CAPA.

**4.8** Se deberá prevenir el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.

**ANÁLISIS:** Las aguas residuales que se generan durante la operación son conducidas a la planta de tratamiento y descargadas al sistema local de drenaje.

**4.9** El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.

**ANÁLISIS:** Las actividades del proyecto no contemplan el vertimiento de aguas residuales a las unidades hidrológicas existentes en la zona, las aguas residuales son descargadas al sistema de drenaje de la localidad.

**4.10** La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.

**ANÁLISIS:** El proyecto no contempla la extracción de agua subterránea, se utiliza el servicio de agua potable CAPA.

**4.11** Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.

**ANÁLISIS:** las especies exóticas que hoy en día existen en el predio no son perjudiciales a los humedales costeros.

**4.12** Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.

**ANÁLISIS:** Dentro del capítulo 4 se presenta un análisis hidrológico considerando las condiciones del mar del Golfo de México y las de la Laguna Conil, son estos cuerpos de agua los que determinan la mezcla de agua dulce y agua salada en el subsuelo.

**4.13** En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.

**ANÁLISIS:** El proyecto no prevé realizar el trazo de vías de comunicación, considerando que una vía de comunicación se define como una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.

**4.14** La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.

**ANÁLISIS:** El proyecto no prevé realizar el trazo de vías de comunicación, considerando que una vía de comunicación se define como una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.

**4.15** Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.

**ANÁLISIS:** La energía eléctrica utilizada, esta proporcionada por la CFE, quien cuenta con los tendidos eléctricos en la zona.



Figura 32 tendido eléctrico de CFE frente al predio

**4.16** Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.

**ANÁLISIS:** el proyecto se apegará al acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar; por lo que se pretende desarrollar y aplicar un programa de reforestación de manglar dentro del predio, aumentando con ello la superficie de vegetación de manglar.

**4.17** La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.

**ANÁLISIS:** El proyecto no contempla la obtención de materiales para construcción, este se enfoca la operación de las actividades propias de dar servicio a turistas.

**4.18** Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.

**ANÁLISIS:** El proyecto no implica el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero

**4.19** Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.

**ANÁLISIS:** El proyecto no prevé actividades de dragado.

**4.20** Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.

**ANÁLISIS:** El proyecto no dispondrá sus residuos en humedales costeros; estos son entregados al servicio municipal, así mismo el proyecto contempla aplicar el programa de manejo de residuos sólidos propuesto.

**4.21** Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.

**ANÁLISIS:** No se prevé la creación de granjas camaronícolas en ninguna etapa del proyecto.

**4.22** No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.

**ANÁLISIS:** No se prevé la creación de infraestructura acuícola en ninguna etapa del proyecto.

**4.23** En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.

**ANÁLISIS:** No se prevén obras o actividades tendientes a la creación de canales en zonas de manglar.

**4.24** Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.

**4.25** La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.

**ANÁLISIS:** El proyecto no constituye una actividad de producción acuícola.

**4.26** Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.

**ANÁLISIS:** El proyecto no contempla la construcción de canales de llamadas que extraigan agua de alguna unidad hidrológica.

**4.27** Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.

**ANÁLISIS:** No se prevé la creación de salinas ni actividades tendientes a la extracción o producción de sal.

**4.28** La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.

**ANÁLISIS:** dentro del área de proyecto no se observan las características de un humedal costero, la presente Norma, señala que los componentes de un humedal costero comprenden a las comunidades vegetales y **zonas de inundación con procesos geomicrobianos** cuya integridad está íntimamente ligada a la dinámica hidrológica propia del humedal costero o funcionalmente asociados a ecosistemas y humedales costeros, dentro del predio no se observan las características antes descritas.

**4.29** Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.

**ANÁLISIS:** El proyecto no contempla realizar actividades de turismo náutico en humedales costeros.

**4.30** En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.

**ANÁLISIS:** El proyecto no contempla realizar actividades con vehículos que utilicen motores fuera de borda.

**4.31** El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.

**ANÁLISIS:** No se prevén actividades de turismo educativo, ecoturismo, senderismo y/u observación de aves.

**4.32** Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.

**ANÁLISIS:** El proyecto no contempla la construcción de caminos de acceso a la playa que atraviesen humedales costeros.

**4.33** La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad...

**ANÁLISIS:** No se crearán canales en ninguna etapa o zona del proyecto, a excepción de aquellas canaletas instaladas en la cimentación para no afectar los flujos naturales del agua.

**4.34** Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.

**ANÁLISIS:** No se contempla realizar obras o actividades dentro de humedales costeros o marismas.

**4.35** Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.

**4.36** Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.

**ANÁLISIS:** Con motivo del desarrollo del presente proyecto, se pretende poner en marcha un Programa de Reforestación de mangle botoncillo dentro del predio del Promoviente, con la finalidad de aumentar la cobertura forestal de este ecosistema, no obstante, el predio no se ubica en un corredor biológico y tampoco se afectará el humedal costero del sistema por acciones de la operación.

**4.37** Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.

**ANÁLISIS:** El proyecto contempla propiciar la regeneración natural del ecosistema de manglar, realizando la reforestación dentro del predio con mangle botoncillo.

**4.38** Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.

**4.39** La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.

**4.40** Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.

**4.41** La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.

**ANÁLISIS:** Derivado de que el proyecto se ubica en una zona cercana a vegetación de manglar, el promovente considera llevar a cabo acciones de reforestación de manglar en su predio, con la finalidad de compensar y mitigar impactos generados con la operación del proyecto, dicho programa está basado en casos de exsitus de reforestaciones de manglar en Chiapas y Oaxaca, entregándose la propuesta junto con el presente estudio para ser evaluado y aprobado en su caso por la Secretaría.

**4.42** Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.

**ANÁLISIS:** Dentro del capítulo 4 se presenta un análisis hidrológico considerando las condiciones del mar del Golfo de México y las de la Laguna Conil, son estos cuerpos de agua los que determinan las condiciones de la unidad hidrológica de la zona.

**1.1.1.** Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

**4.43** La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.

**ANÁLISIS:** Debido a que el proyecto no cumple con la distancia de 100 metros establecida en el numeral 4.16 de la presente norma, y con el objeto de apegarnos a lo señalado en la presente especificación, se propone como medida de compensación en beneficio de los humedales, la reforestación de una superficie de 500 m<sup>2</sup> dentro del predio del proyecto, para lo cual se propone llevar a cabo un cambio de especies exóticas por especies de mangle botoncillo. Lo cual se describe en el programa anexo de reforestación.

**1.1.2. ARTÍCULO 60 TER DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)**

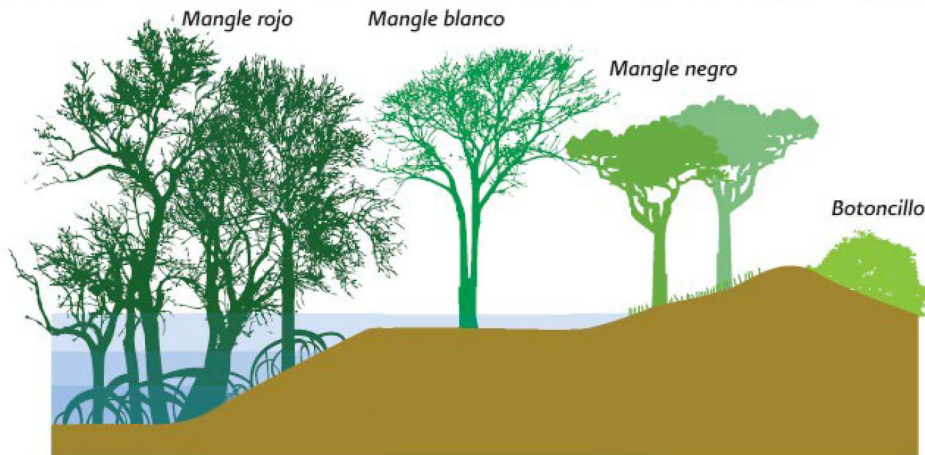
#### **Vinculación: Análisis 60 TER:**

Dentro del predio donde se establece el proyecto Hotel Puerto Holbox se registran especies características del matorral costero, lo cual se explica y se afirma debido a la ubicación del predio con relación a línea de costa y laguna Conil que ubica al Sur de este, como señala Duran *et. al.* (2010) La zona de matorrales se encuentra en el interior de la duna, en donde la arena se encuentra fija y el suelo presenta mayor cantidad de materia orgánica.

En esta zona crecen especies menos tolerantes a cambios medioambientales y generalmente dominan arbustos y árboles. Los matorrales pueden tener una altura variable, dependiendo de la severidad de las condiciones del medio: los de menor altura se encuentran en las zonas más áridas y expuestas (condiciones que se registran entre Sisal y Telchac); en tanto que los de mayor altura se desarrollan en las zonas más protegidas y de mayor humedad (como sucede en las áreas de Celestún, Las Coloradas y El Cuyo). Además de su altura, existen diferencias florísticas y estructurales que generan una diversidad de asociaciones vegetales (Moreno-Casasola y Espejel, 1986; Torres y otros, 2010).

De las particularidades antes descritas por expertos dentro del predio es posible observar una vegetación con diversas asociaciones, por lo que es posible observar algunos individuos de *Conocarpus erectus*, la cual es considerada como una especie de mangle muy diferente a las otras, ya que se desarrolla en lugares poco inundados o que sólo se inundan ocasionalmente. Incluso puede crecer en condiciones de poca agua, como son las playas arenosas y lugares pedregosos con mucha pendiente. Florece de octubre a noviembre, no es vivíparo, el fruto es esférico y cuando se seca las semillas se desmoronan (Comisión Nacional Forestal, 2009).

### Zonificación típica de las cuatro especies de mangle



Niveles de tolerancia a la salinidad	
Mangle rojo	0-37 ups, tolerancia hasta 65 ups.
Mangle blanco	0-42 ups, tolerancia hasta 80 ups.
Mangle negro	0-65 ups, tolerancia hasta 100 ups.
Mangle botoncillo	0-90 ups, tolerancia hasta 120 ups.

UPS: Unidades prácticas de salinidad.

La salinidad del mar es de aproximadamente 35 ups.

Figura 33 Diagrama de la ubicación de especies de mangle en ecosistemas costeros (imagen tomada de Recomendaciones para las actividades de restauración de manglares, SEMARNAT, 2011)

Derivado de lo anterior se explica el por qué le área donde se ubica el solar urbano se describe como matorral costero y no como un ecosistema de manglar, como bien lo señala la PROFEPA en su Acta de Inspección.

Una vez presentada la información anterior se procede a dar un análisis más detallado del artículo antes mencionado, por lo que se procedió a realizar una interpretación de manera fragmentada, teniendo como objetivo manifestar el cumplimiento del proyecto a cada uno de los supuestos planteados.

Por lo que se refiere al primer párrafo del artículo, se puede considerar que el señalamiento de la prohibición de remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier otra actividad, están indicadas en los supuestos de que se pueda afectar **la hidrología que influye en el predio**.

Tabla 14 Interpretación en atención al Artículo 60 TER

<p>1.La integralidad del flujo hidrológico del manglar;</p>	<p>Como se expone en el análisis de vegetación de la flora del presente estudio, es posible corroborar que el solar urbano en cuestión se encuentra dentro de la zona urbana y contiene elementos de vegetación en estado secundario debido a la fragmentación de la zona, si bien existen individuos de <i>Conocarpus erectus</i> dentro del área de proyecto, es de señalar que esta especie de manglar es considerada la especie mejor adaptada a condiciones de perturbación, por lo que es posible señalar que el número de individuos no representan un ecosistema de manglar como tal, así mismo dentro del área de proyecto no se observan flujos hidrológicos superficiales, sin embargo derivado del análisis hidrológico realizado por la CONAGUA mediante el oficio SELAP/300/2676/17 es posible observar que el nivel freático se encuentra entre 60 cm y 1 metro de profundidad.</p> <p>Por lo anterior, la operación del proyecto no influirá en las aguas subterráneas pues no se infiltrarán contaminantes, ni se realizarán acciones que modifiquen estos flujos, las aguas subterráneas se mantendrán sin modificación alguna.</p> <p>Las aguas superficiales pluviales de igual modo mantienen sus flujos naturales, ya que el predio está cercado con un cerco vivo el cual permite el flujo natural del agua, así mismo se aplicarán medidas de mitigación para evitar cualquier contaminación por residuos sólidos a estas aguas.</p>
---	--

<p>2. La integralidad del ecosistema y su zona de influencia;</p>	<p>Dentro del solar urbano no se conforma un ecosistema de manglar como tal, ya que el área de proyecto se encuentra dentro del área urbana de la localidad de Holbox.</p> <p>Por otro lado con la finalidad de mantener la integralidad de la zona de influencia, plantea realizar una reforestación dentro del predio con vegetación de manglar para mejorar la integralidad del ecosistema con el área de influencia</p>
<p>3. La integralidad de su productividad natural;</p>	<p>En el área del proyecto se observan características distintivas de vegetación secundaria, lo cual hace referencia que la productividad es mínima, sin embargo, ya que el proyecto pretende realizar un reforestación interna con mangle botoncillo la productividad natural mejorará en el predio.</p>
<p>4. La capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;</p>	<p>Considerando la definición propuesta en la misma Ley General de Vida Silvestre, la cual dice a la letra:</p> <p>"Capacidad de carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico".</p> <p>Actualmente no existen estudios ni regulaciones legales sobre la capacidad de carga de la zona, sin embargo debido a que el proyecto se ubica dentro de una zona urbana, es posible observar que no se afectará ningún ecosistema natural.</p>
<p>5. La integralidad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;</p>	<p>Debido a que el solar urbano se encuentra inmerso en el desarrollo urbano de la zona, no se observa en el solar urbano actividades de anidación, reproducción, refugio, alimentación o alevinaje, por lo cual no se afectará la integralidad de estas funciones.</p>

<p>6. La integralidad de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales;</p>	<p>El proyecto no afecta las interacciones entre la duna y la zona marítima, ya que no existen barreras, por lo que se mantiene un flujo constante entre estas zonas, no se interrumpen las interacciones con la operación del proyecto, los flujos de agua superficiales pluviales se mantienen entre estos ecosistemas.</p>
<p>7. O bien, que se provoquen cambios en las características y servicios ecológicos.</p>	<p>El proyecto pretende mantener las especies de árboles y arbustos por lo que será posible mantener los servicios ecológicos que prestan estos.</p> <p>Se reforestarán 500 m<sup>2</sup> con vegetación de manglar para mantener y mejorar las condiciones de los servicios ecológicos.</p>

Derivado de lo anterior, es posible concluir que la operación del proyecto no se contrapone con las indicaciones establecidas por la autoridad, ya que no se afectará un ecosistema de manglar ni algún flujo hidrológico ni las zonas de influencia de estas, por el contrario, se proponen medidas para mitigar y compensar los daños ambientales por mínimos que estos sean y mejorar con esto la calidad ambiental que actualmente prevalece en la zona donde se localiza el proyecto.

Como ya ha sido señalado anteriormente, el presente proyecto no intenta aprovechar ningún ejemplar de mangle, solamente su protección y conservación mediante los programas, a manera de cumplir con la normatividad existente y para ello es importante recalcar lo siguiente:

- Se infiere que el proyecto no afectara la integralidad de factores y elementos que les permitan llevar una continuidad de la población de humedal costero fuera del solar urbano.

Por todo lo anteriormente expuesto, conjuntamente con el análisis de los supuestos, así como el cumplimiento de la especificación 4.0 de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, se pone en evidencia que no se afectará la integralidad de ninguno de los procesos e interacciones en los que interviene la vegetación del solar urbano en el cual se desarrollara el proyecto ya que en el solar urbano del presente proyecto no se intenta aprovechar ninguna ejemplar de este tipo de vegetación tampoco se proyecta llevar a cabo actividades de remoción, aclareo o poda de dicha vegetación de humedal costero existente, no se realizaran acciones de remoción, relleno, trasplante, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar en su conjunto, del ecosistema y su zona de influencia, solo se pretende la construcción del desarrollo habitacional y que de acuerdo a su diseño y operación, no se impactará en lo absoluto a la vegetación ni al flujo hidrológico de la zona.

En sí, el proyecto se considera que es acorde con los usos de suelo establecidos para el sitio y acorde también con los diversos instrumentos de legislación ambiental y ecológicos (además de la presente ley) como la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Reglamento de la Ley General de equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, así como con el Decreto por el que se declara como área natural protegida, con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, ya que no se excede la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos urbanos (en una zona planeada para este rubro según el Ayuntamiento de Lázaro Cárdenas) y considerando que no se realizaran acciones de relleno, poda o trasplante de ejemplares de mangle, pero sí de protección y conservación de un área de manglar dentro del solar urbano, entonces se coadyuva en la conservación de los procesos ecológicos del área costera lo cual redundará en una mayor eficiencia ecológica y los servicios ecológicos del entorno.

### **III.5 BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN URBANA**

El proyecto cumple con las disposiciones municipales que le son aplicables pues cuenta con las licencias, permisos y autorizaciones las cuales se presentan de manera anexa para su valoración.

#### 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

Para la delimitación del Sistema Ambiental se consideró el Artículo 12, fracción IV del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico Protección al Ambiente (LEGEEPA). En el presente capítulo se describe el Sistema ambiental y las condiciones ambientales que presenta, como un marco de referencia en referencia al proyecto y las actividades a desarrollar.

Para llevar a cabo la delimitación del Sistema Ambiental se tomó como base los siguientes aspectos:

a) Dimensiones del proyecto: El proyecto se realizó sobre un solar urbano de 4,442.51 m<sup>2</sup>, donde la **huella por la obra civil de 985 m<sup>2</sup> (COS = 985/4,442.51 = 0.22)** y el total de construcción proyectada **es de 1,193 m<sup>2</sup> (CUS = 1,193/4,442.51 = 0.26)** considerando las 42 zonas y andadores, y se ha establecido un área libre de construcción de **3,457.5 m<sup>2</sup> (CAS = 3,457.5/4,442.51 = 0.77)**.

b) Conjunto y tipo de actividades a desarrollar: El proyecto corresponde a la operación de un desarrollo hotelero/residencial para la renta de habitaciones a turistas y la operación de un restaurante con amplia conciencia de protección al medio ambiente.

c) Ubicación y características de las obras: El proyecto se ubica dentro de una zona descrita por la carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (Serie VI) como una zona de desarrollo urbano construido, además estar dentro de una zona aceptada para asentamiento humano, dentro de la reserva de Yum Balam, según el Resumen del Programa del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (D.O.F. 05/10/2018).

d) Sitios para la disposición de desechos: Para el manejo integral de los residuos que sean generados por el proyecto durante su operación se aplicará lo previsto en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos y la normatividad local en la materia, realizándose la separación, almacenaje, transporte y disposición final conforme a los criterios técnicos aplicables con el apoyo de los prestadores de servicios autorizados y la utilización de los sitios de disposición legalmente establecidos aplicando en su caso, el programa de manejo de residuos propuesto para este estudio.

e) Factores sociales y económicos (poblados, mano de obra, etcétera): Se considera la población de Holbox como área de influencia socioeconómica del proyecto.

f) Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, climáticos, tipos de vegetación, entre otros: el proyecto se encuentra ubicado en la zona urbana plenamente consolidada de la isla de Holbox, en la zona de amortiguamiento, subzona de asentamientos humanos conforme a lo previsto por el decreto y el programa de manejo del área natural protegida federal. En este sentido, la zona donde se localiza el proyecto se encuentran ya impactos por lo que no se prevén impactos significativos que pudieran generar un desequilibrio ecológico en el ecosistema.

La zona de influencia de un proyecto, puede ser definida en términos del área que será afectada por este en forma directa e indirecta, así como por el grado de interacción, en términos de impacto ambiental con actividades y proyectos vecinos (Zarate, et al., 1996).

Por lo anterior, se consideró como Sistema Ambiental el territorio de la Isla de Holbox, ya que esta comprende las características antes mencionadas con el solar urbano donde se ha realizado el proyecto.

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

### **Sistema Ambiental**

Se define como el conjunto de elementos naturales, artificiales, así como inducidos por el hombre que se interrelacionan e interactúan y hacen posible la coexistencia y desarrollo de los seres humanos y organismos vivos en un espacio y tiempo determinados.

Con base en lo anterior, se consideró como Sistema Ambiental el territorio de la Isla de Holbox, el cual considera una superficie de 4,941.83 Hectáreas. Se encuentra ubicada al Norte del Estado de Quintana Roo, a 12 km del Puerto de Chiquilá, y de Cancún a 160 km al Noroeste, en las coordenadas 21° 31' Latitud Norte y 87° 23' Longitud Oeste y tiene una extensión a lo largo de 43 km y 2 km de ancho. Es la mayor cadena de islas bajas y angostas, entre boca de Jojón y Boca Conil, que dan acceso a la Laguna de Yalahau.

Holbox, que significa en maya yucateco "hoyo negro", es una pequeña isla mexicana localizada en el extremo Norte del Estado de Quintana Roo, perteneciente al Municipio de Lázaro Cárdenas (Quintana Roo). Se encuentra unida intermitentemente a la Península por una barra de arena, con varios canales que la unen al mar y a la Laguna Yalahau.

El objetivo particular de este apartado se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del sistema ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

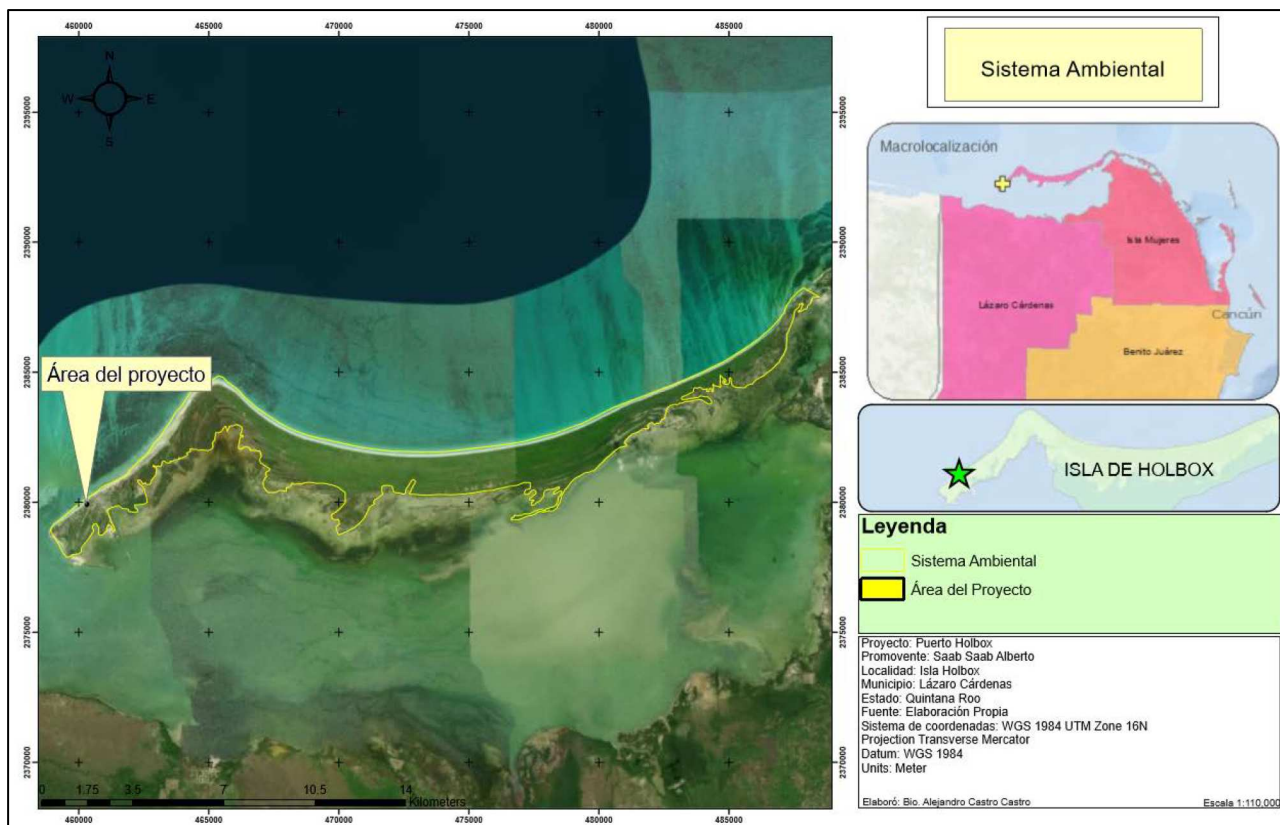


Figura 34 Ubicación del proyecto en el Sistema Ambiental

## A. Medio abiótico

A continuación, se describen los aspectos abióticos: clima, temperatura, presión atmosférica, precipitación, humedad relativa, nubosidad, fenómenos hidrometeorológicos, Atmósfera, fisiografía, geología y geomorfología y topografía.

### A. Clima

De acuerdo al anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo en el Estado predomina el tipo de clima A(w) que corresponde a Cálido Subhúmedo. Para la Isla de Holbox el tipo de clima es Awo (x') que corresponde a los más secos de los sub húmedos, con un cociente P/T menor de 43.2. Por otro lado, la propuesta de García (1981) establece que el clima para la región de la península de Yucatán está determinado por el tropical cálido subhúmedo con lluvias en casi toda su extensión.

Además de lo anterior de acuerdo al Programa Hídrico Estatal 2014-2018 del Estado de Quintana Roo, en el extremo norte del Estado, se manifiesta el más seco de los climas cálidos subhúmedos, con régimen de lluvias de verano y con una temperatura media anual de 26.6°C, una variación de la media mensual entre el mes más frío y el más caliente menor a 5°C y un promedio de precipitación anual es de 1 287 mm.

La temperatura media anual es de 22°C y con una temperatura del mes más frío de 18°C (INEGI). En cuanto a la precipitación existen lluvias en verano que van de 800 mm a 1,500 mm en la región. El mes más seco es menor a 60 mm y el porcentaje de lluvia invernal es del 5% al 10.2% del total anual.

Para la descripción del tipos de clima se tomó en cuenta la clasificación de Köppen (1936) la cual fue modificada por García (1988) para adaptarla a las condiciones del territorio mexicano y con base en el Mapa Digital del INEGI, el clima predominante se muestra en la Figura 23 .

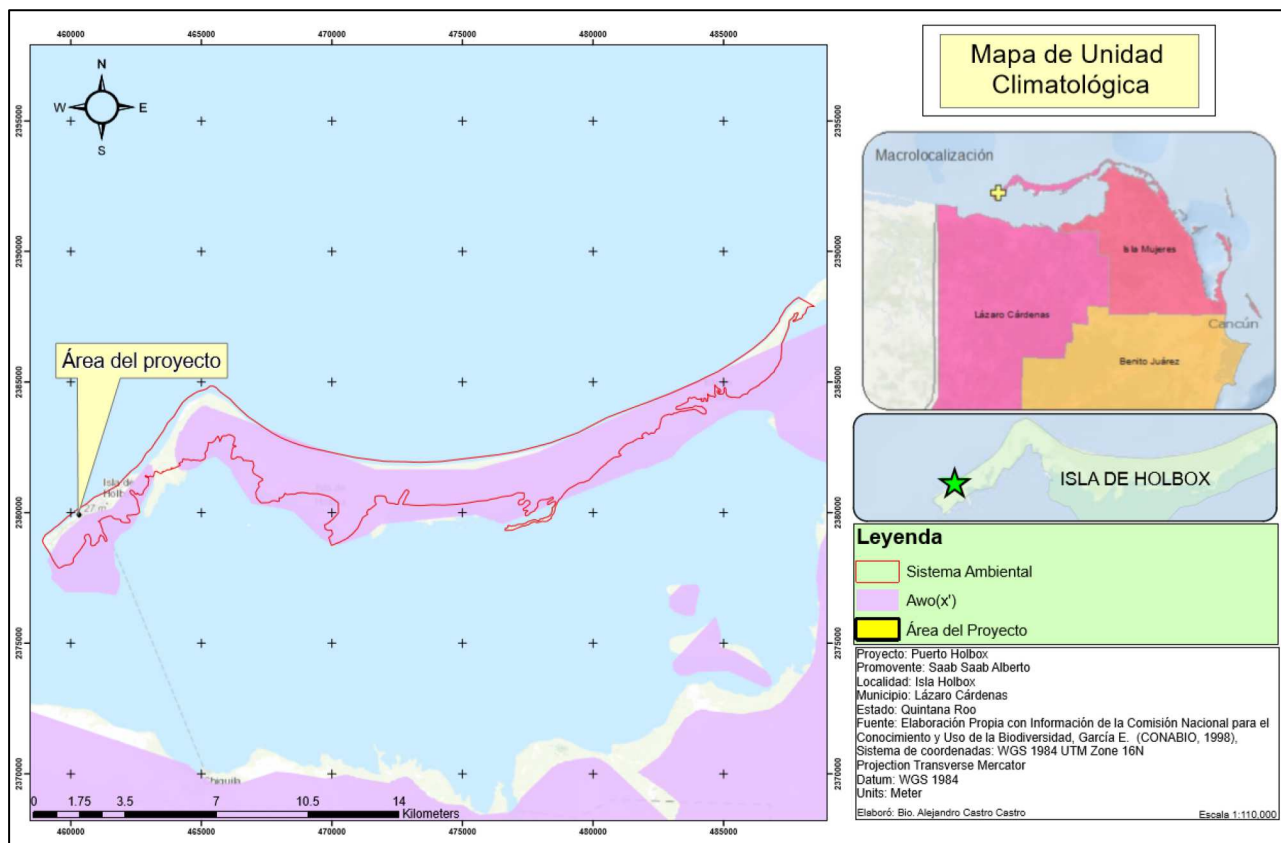


Figura 35 Clima del Sistema Ambiental

En el tipo Aw (Tropical con lluvias en verano), encontramos los siguientes subtipos: el Aw0, llamado cálido subhúmedo con lluvias en verano y marcada sequía en la mitad seca del año (canícula) es el más seco de los Aw. Se distribuye en la parte norte de la Península, abarcando la mayor parte del Estado de Yucatán, la porción norte del Estado de Campeche y una pequeña parte en el norte de Quintana Roo, incluyendo Isla Mujeres y Contoy.

En la Isla Holbox se presenta un clima de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano, del tipo Aw0 (x') de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1988).

Con la finalidad de contar con una representación cuantitativa de la información climática, se seleccionó una estación climatológica (Solferino, 00023023), la cual de acuerdo a su localización en la zona resultó ser la más cercana al área de estudio **en operación**, además de la calidad y la cantidad de información que presenta. (Ver Tabla 11).

Tabla 15 Estación meteorológica Solferino, 00023023

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE: QUINTANA ROO								Periodo: 1981-2010					
Estación: 00023023	SOLFERINO			latitud: 21 20'45" N.				longitud: 087 25'49" W.				Altura: 14.0 msnm.	
Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Temperatura Máxima</b>													
Normal	28.3	29.7	31	33.2	34.2	33.7	33.7	33.7	33.4	31.5	30	28.6	31.8
Máxima Mensual	30	33.5	34.8	35.7	37.2	35.9	36.4	39.4	38.9	34.4	32	30.3	
Año De Máxima	2002	2001	2001	2001	1981	2001	2009	1997	1997	2009	2004	2001	
Máxima Diaria	36.5	38	42	40	41	40	39.5	41.3	41	39.5	39	39	
Fecha Máxima Diaria	oct- 07	13/19 95	16/20 01	jul-05	29/19 81	ene- 05	jul-09	17/19 97	jun- 97	18/20 01	ene- 97	oct- 01	
Años Con Datos	29	28	30	29	28	29	30	29	27	28	28	28	
<b>Temperatura Media</b>													
Normal	21.5	22.3	23.3	25.2	26.8	27.5	27.3	27.3	27.2	25.6	23.7	22.1	25
Años Con Datos	29	28	30	29	28	29	30	29	27	28	28	28	
<b>Temperatura Mínima</b>													
Normal	14.6	14.8	15.7	17.2	19.5	21.3	20.9	20.9	21.1	19.7	17.5	15.6	18.2
Mínima Mensual	11.2	11.8	11.1	13.9	16.9	19.8	19.6	19.8	20	17	13.6	10.3	
Año De Mínima	2003	2009	2010	1987	1992	2009	1981	2003	2007	2010	2008	2010	
Mínima Diaria	4	5	4.5	6	12	10	12	15	18	11	10	5.5	
Fecha Mínima Diaria	28/19 87	14/20 06	abr- 10	feb- 87	jul-88	ene- 06	may- 05	ago- 03	27/19 82	17/20 02	nov- 91	mar- 08	
Años Con Datos	29	28	30	29	28	29	30	29	27	28	28	28	
<b>Precipitación</b>													
Normal	52.2	42.2	35.8	53.1	87.6	175.3	151.2	155.2	198	142.2	86.6	53.9	1,551.6
Máxima Mensual	177.1	156.3	157.5	225.5	410.2	483.2	309.4	269.6	450	599.5	359.5	116.6	
Año De Máxima	1983	2002	1981	1995	1984	1982	1989	1989	1995	2005	2004	1999	

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE: QUINTANA ROO								Periodo: 1981-2010					
Estación: 00023023	SOLFERINO			latitud: 21 20'45" N.				longitud: 087 25'49" W.					Altura: 14.0 msnm.
Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Máxima Diaria	80	84.3	104.4	160	145	111.5	175.5	77	152	300	180	56	
Fecha Máxima Diaria	24/19 93	feb- 81	ago- 81	27/19 95	27/19 98	17/19 93	29/19 89	feb- 01	21/20 02	21/20 05	20/19 88	14/19 99	
Años Con Datos	30	29	30	29	29	30	30	29	28	29	29	29	
Evaporación Total													
Normal	69.8	86.5	128.9	155.7	159.8	128.7	123.1	112.7	97	89.1	72.4	65.2	1,288.90
Años Con Datos	27	26	27	25	25	26	26	25	24	23	23	23	
Número De Días Con													
Lluvia	6	4.3	3.6	2.9	5.6	11.5	10.7	12.9	14.4	11.4	6.9	5.8	96
Años Con Datos	30	29	30	29	29	30	30	29	28	29	29	29	
Niebla	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
Años Con Datos	30	29	30	29	29	30	30	29	28	29	29	29	
Granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Años Con Datos	23	22	23	22	22	23	23	23	22	23	23	22	
Tormenta E.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.5
Años Con Datos	30	29	30	29	29	30	30	29	28	29	29	29	

## Temperatura

En general en el Estado se presenta un clima uniformemente cálido subhúmedo de acuerdo con las estaciones climatológicas, con una temperatura media anual de 25 a 25.4°C, siendo enero el mes menos caluroso y el más cálido puede caer antes o después del solsticio de verano, o sea mayo, junio, julio o incluso agosto, pues se observa una uniformidad en las temperaturas muy marcada en todas las estaciones consultadas; los meses más calientes son de mayo a septiembre con temperaturas medias que van de 26°C a 27 °C los más fríos van de diciembre a febrero fluctuando entre los 21 y 22°C. La temperatura media anual divide al Estado en tres franjas térmicas longitudinales que corren de norte a sur; la franja central, con una temperatura media anual menor de 26°C se distingue por ser menos caliente que las otras dos. La época de lluvias comprende los meses de mayo a octubre, aunque a veces se prolonga hasta noviembre. La precipitación anual varía entre los 800 a 1500 mm, con tendencia creciente en sentido norte-sur y oeste-este.

La temporada seca del año engloba de noviembre a abril, pudiendo dividirse esta época a su vez en dos subperíodos, uno que va de noviembre a febrero o también llamado época de nortes, ocasionado por masas de aire y nubes con vientos polares de esa dirección con rachas violentas y temperaturas bajas, y otra de franca sequía que comprende los restantes meses del año, o sea febrero y abril. La evaporación potencial media anual es de 17336.7 mm, con una variación mensual entre 104.9 mm en diciembre a 192.9 mm en el de mayo. La cantidad de evapotranspiración real media anual es similar a la precipitación y varía en igual sentido (norte noroeste- sur sureste) pues va de 800 a 1,500 mm; por el

contrario la variación del déficit de agua se comporta en sentido inverso, va de 200 a 800 mm de (SSE-NNW); abarcando once meses en el extremo norte hasta poco más de tres meses en la zona con mayor precipitación, particularmente en el clima Awo (x') (INEGI, 2000).

### Precipitación

En el Programa Hídrico Estatal 2014-2018 del Estado de Quintana Roo menciona que "la precipitación promedio anual varía de 900 mm en su límite norte hasta más de 1,500 mm en sus porciones noroccidental y sur, con tendencia creciente de la costa hacia esas porciones, observándose en la isla de Cozumel una precipitación media del orden de los 1,300 mm".

A nivel Estado la temporada lluviosa comprende los meses de mayo a octubre y la precipitación más abundante tiene lugar en junio y septiembre, con una lámina media de 190 mm. El estiaje abarca los meses de noviembre a abril, durante los cuales la precipitación es menor a los 60 mm. Cabe hacer mención que la canícula, periodo en el cual la temperatura en la región crece hasta sus máximos niveles (cerca de los 40°C), comienza el 21 de junio y termina a finales de agosto.

Con base en los datos de la estación meteorológica Solferino la precipitación anual es de 1,551.6 mm.

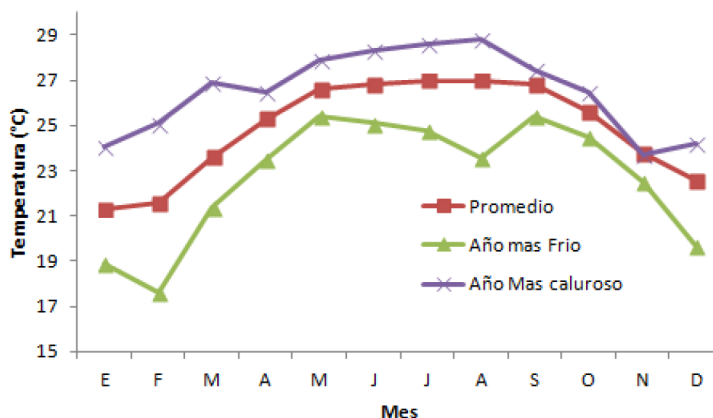


Figura 36 Distribución mensual de temperatura y precipitación en la estación de estación de Solferino (1953-2014)

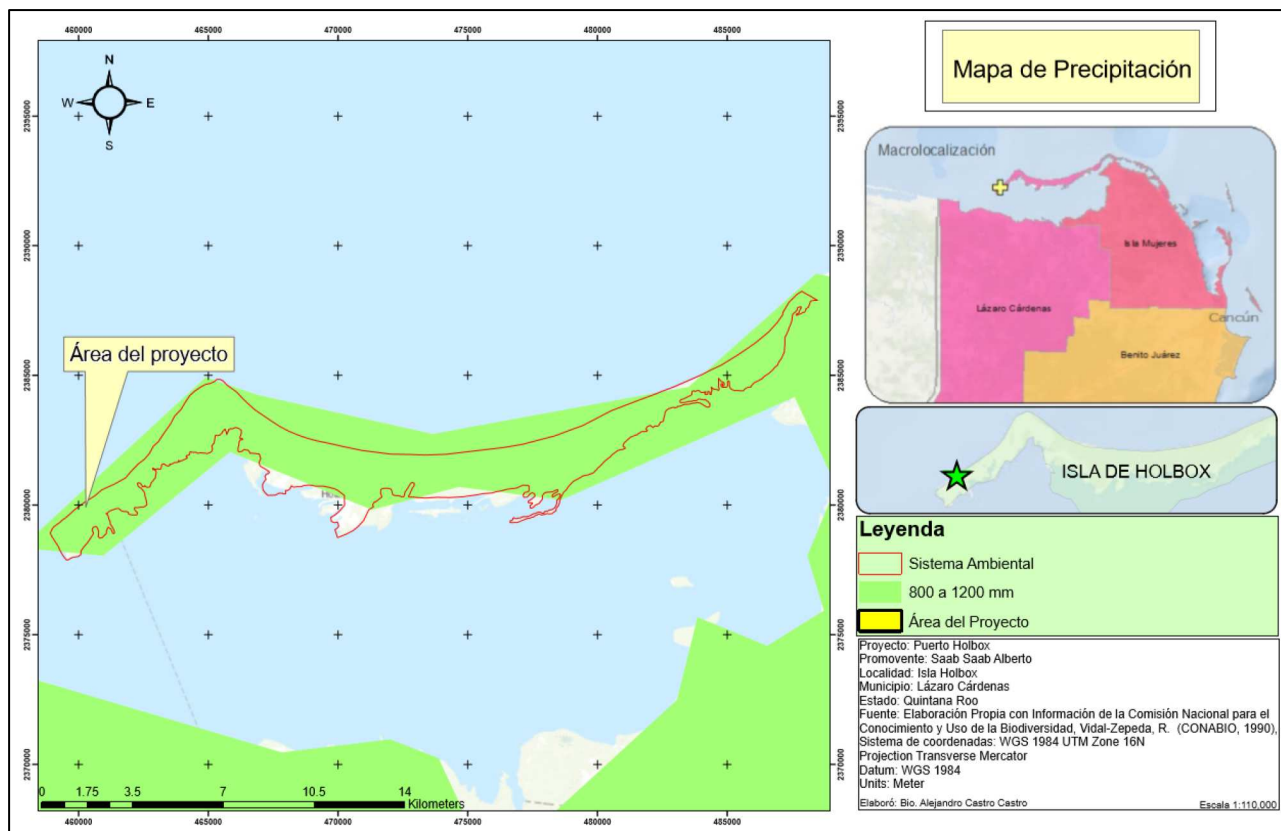


Figura 37 Descripción de los mm promedio al año precipitados en el Sistema Ambiental (Vidal-Zepeda 1990)

## Vientos dominantes

En el sistema ambiental, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. En los primeros meses del año (enero-mayo), los vientos tienen una dirección Este-Sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de junio a septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg. Finalizando el año, en noviembre y diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg., lo que coincide con el inicio de la temporada de "Nortes". (Ver Figura 26)

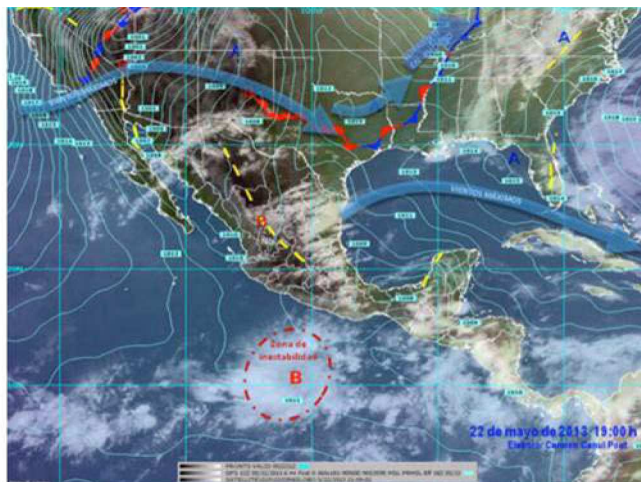


Figura 38 Dirección de los vientos en México.

### Intemperismos severos

El sistema ambiental, por su ubicación geográfica, se encuentra en una zona de elevado riesgo a los efectos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad ya que se localizan en la ruta de ciclones cuyo origen son las zonas ciclogénicas del Caribe (alrededor de los 13 grados latitud norte y 65 grados longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12 grados latitud norte y 57 grados longitud oeste).

Con base en el Programa Hídrico Estatal 2014-2018 del Estado de Quintana Roo Las depresiones tropicales y ciclones se manifiestan durante los meses de junio a octubre, ya que la península se halla cerca de cuatro regiones de huracanes: el Golfo de Tehuantepec, la Sonda de Campeche, el Caribe Oriental y la región Atlántica; en las dos últimas se originan los que más afectan a la entidad, con vientos de entre 150 y 300 km/h.

De acuerdo con la ubicación geográfica, la zona costera de Quintana Roo, incluyendo sus islas (Isla Mujeres, Cozumel, Holbox, Contoy, se ubica en la trayectoria de los fenómenos hidrometeorológicos denominados: Tormentas tropicales y Huracanes originados en el Atlántico y en el Caribe. Dichos fenómenos naturales inciden de manera estacional, iniciando en el mes de junio y concluyendo en noviembre, siendo más probable su presencia durante los meses de agosto a octubre. La Isla Holbox y la región cada año está expuesta a la formación de una veintena de huracanes por temporada, de estos solo 3 o 4 pueden ser amenaza seria para la zona.

De acuerdo al historial de estos fenómenos presentados en el Estado, la mayor frecuencia de impacto se encuentra en la región norte y disminuye gradualmente hacia el sur, sin embargo la zona donde se localiza el proyecto presenta una "zona de riesgo medio". (Ver Figura 27).

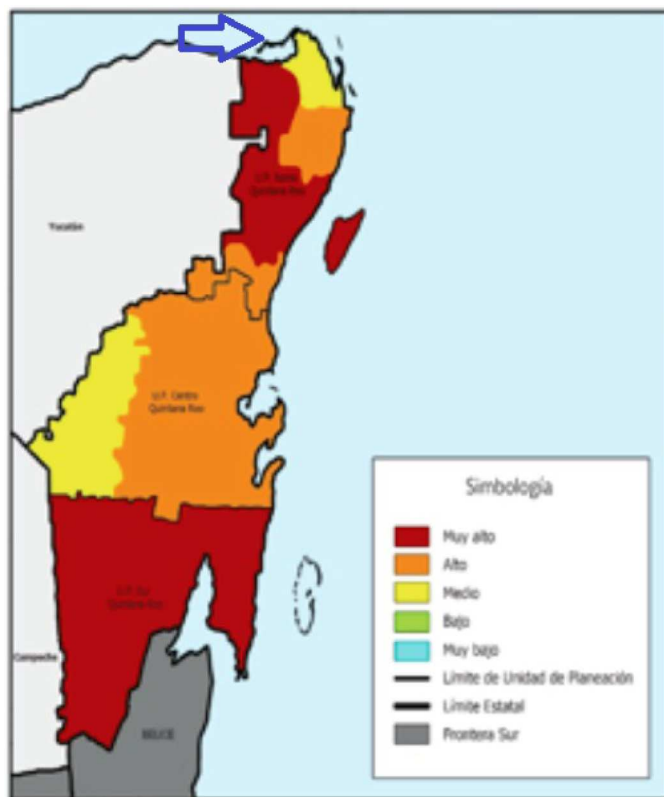


Figura 39 Zonas de riesgo de acuerdo a fenómenos naturales (en azul se aprecia la zona donde se localiza el proyecto)

En los últimos 25 años en el Atlántico se han generado 497 eventos ciclónicos (depresiones, tormentas y huracanes) de los cuales 13 han afectado directamente la zona norte de Quintana Roo, y por ende, el sistema ambiental. Los huracanes que han pasado por el municipio de Lázaro Cárdenas en los años más recientes son Isidore (2002), Wilma y Emily (2005), sin embargo han sido dos los considerados de grandes magnitudes y devastadores para la zona de estudio; dichos eventos corresponden a Gilberto en 1988 y Wilma en 2005.

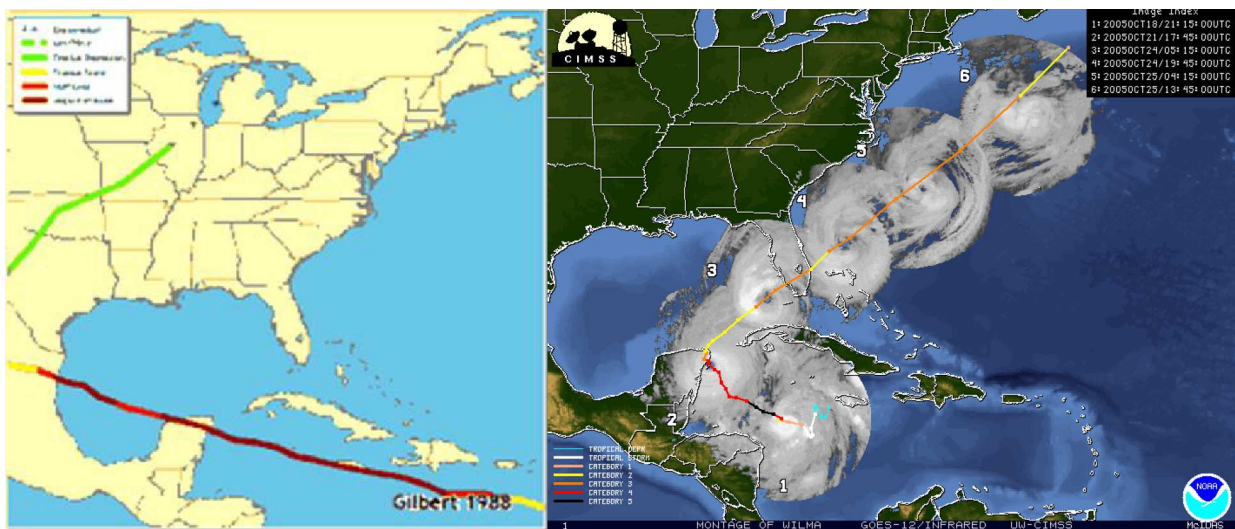


Figura 40 A la izquierda se muestra la imagen de la trayectoria del huracán Gilberto en Septiembre-1988 ([www.nhc.noaa.gov](http://www.nhc.noaa.gov)). Derecha Imagen de la trayectoria del huracán Wilma en Octubre-2005 ([www.nhc.noaa.gov](http://www.nhc.noaa.gov)).

### Intemperismos no severos

Los nortes, otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en el sistema ambiental, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.

#### A. Hidrografía

En el Estado de Quintana Roo se encuentran dos regiones hidrológicas (RH): la RH32 Yucatán Norte (Yucatán) (Ver Figura 29). y la RH33 Yucatán Este (Quintana Roo), esta última es de carácter internacional, ya que se prolonga hasta la república de Guatemala y Belice.

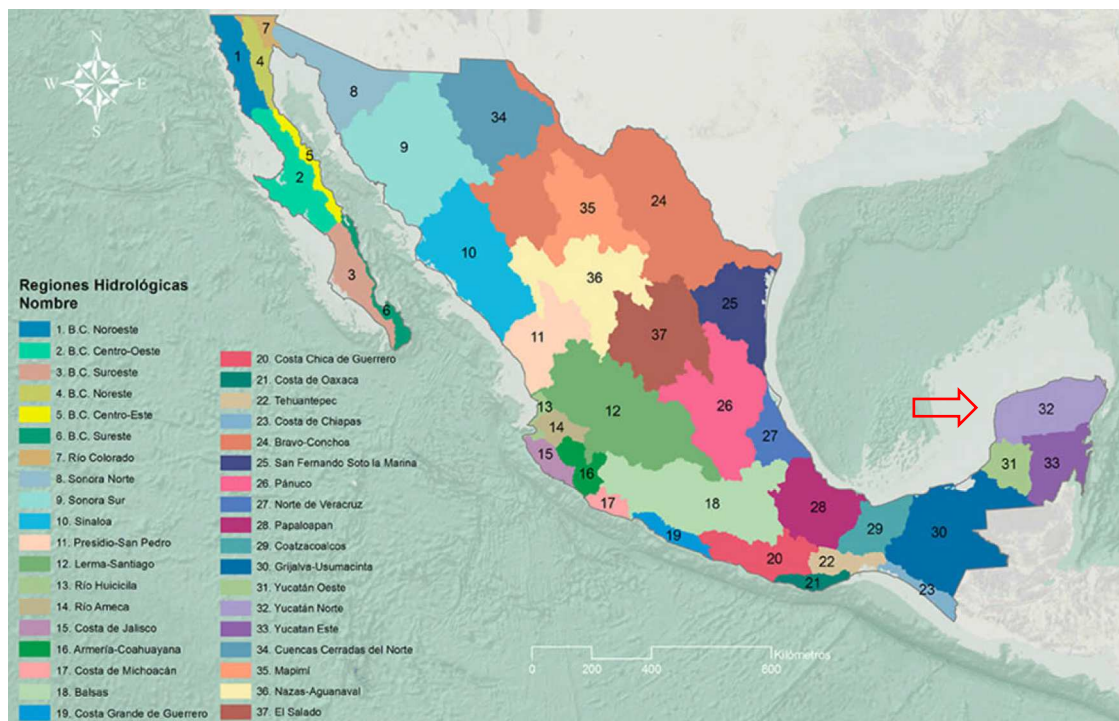


Figura 41 Regiones hidrológica donde se localiza el sistema ambiental.

La zona marina del Sistema Ambiental está caracterizada por un sistema de corrientes resultado de la acción del oleaje sobre una ramificación de la corriente que proviene del Caribe, que pasa por el Canal de Yucatán y una de sus ramas se interna en el Golfo de México, donde por la influencia de los vientos y los oleajes que provocan, hacen que la tendencia de la corriente sea de Este a Oeste, con velocidad de 10 a 50 cm/seg, de acuerdo a la época del año.

Posee una laguna llamada Yalahau (Conil). Localización: Entre los paralelos 21° 26' y 21° 36' de latitud y los 87° 08' y 87° 29' de longitud oeste. Limita con el Golfo de México a través de la Isla Holbox; en el sistema se conforman varias puntas: Bocontica, Vista Alegre, San Román, Nactunich y Chijaltún.

La isla Holbox está formada realmente por dos islas separadas por un canal de agua. La marea máxima se presenta en noviembre (657 mm) y la mínima en junio (-417 mm). Los datos de oscilación de marea están referidos al nivel de la bajamar media inferior (NBMI).

### Hidrología superficial

La península de Yucatán se localiza dentro de la Región Hidrológica Administrativa XII, la cual cuenta con tres regiones hidrológicas (Yucatán Este, Yucatán Oeste y Yucatán Norte). Quintana Roo incide en dos de estas: Yucatán Este, Yucatán Oeste y Yucatán Norte. La región donde se localiza el sistema ambiental se localiza dentro de Yucatán Norte y en la Región Hidrológica RH 32.

La hidrología del Estado está determinada por el escaso relieve y la alta permeabilidad de las rocas calcáreas que forman el suelo, elementos que impiden la existencia de corrientes de agua superficiales, siendo el Río Hondo el único río de la entidad.

Todas las demás corrientes son de régimen transitorio, bajo caudal y muy corto recorrido, desembocando a depresiones topográficas donde forman lagunas a excepción de Bacalar, Chinchankanab, Paiyegua y Chunyaxche, que son lagunas permanentes debido a que en ellas aflora el agua freática.

Quintana Roo es uno de los Estados de la zona tropical del sureste del país, en donde las precipitaciones son abundantes, mayores de 1 000 mm; se caracteriza al igual que los demás del resto de la península, **por la inexistencia de corrientes superficiales relevantes; la excepción de esta particularidad lo constituye el río Hondo.** Además del río mencionado, que se encuentra al sur del Estado, es en esta misma región donde se presentan algunos arroyos intermitentes de poca importancia; las lagunas y las áreas de inundación temporal o permanente, dados por las características edáficas y la naturaleza del subsuelo, que le confieren una cierta impermeabilidad; **en las porciones central y norte del mismo es nula la presencia de las corrientes hídricas superficiales**, debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del terreno, que es sensiblemente plano.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos, y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades de desarrollo muy complicado, trabajo efectuado por las propias aguas infiltradas y regidas según las zonas de menor resistencia de las rocas y por las fracturas existentes: favorecido además este fenómeno por el pequeño espesor de los suelos y la espesa cobertura vegetal; de manera que todos los sitios que reciben la lluvia, constituyen zonas de recarga del acuífero, es decir toda la superficie estatal (Ver Figura 31).

El sistema ambiental se encuentra en una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 0.5% en casi toda su superficie; sin embargo algunas pequeñas porciones de terreno se ubican dentro de una zona con coeficiente de escurrimiento de 5 a 10%, ubicadas particularmente en las zonas costeras o cercanas a esta.

En el Sistema Ambiental no existen corrientes de agua superficial, a causa de la ausencia de relieve prominente y de la alta permeabilidad del sustrato geológico, consistente principalmente de roca caliza, y al poco espesor del suelo, los cuerpos de agua son costeros.

#### Región Hidrológica Yucatán Norte

Esta región abarca 56 443 km<sup>2</sup>, distribuidos entre los tres Estados de la Península de Yucatán. La parte norte ocupa 31.77 % de Quintana Roo; sus límites son: al norte el Golfo de México, al este el mar Caribe, al sur la Región Hidrológica Yucatán Este, y al oeste el Estado de Yucatán, donde continúa. Aquí se encuentran la cuenca Quintana Roo (32A) y la cuenca Yucatán (32B), aunque de esta última sólo abarca una pequeña área.

#### Cuenca Quintana Roo (32 A)

Se localiza en el extremo norte del Estado y se conforma de las islas Cozumel, Mujeres y Contoy, tiene su límite en la parte norte del Golfo de México, con el mar Caribe al este y en su porción sur con la división de la Región Hidrológica Yucatán Este y finalmente colinda en su límite oeste con el Estado de Yucatán donde continúa (Ver Figura 30). La temperatura media anual es de 26 °C, con una precipitación de 800 mm en el norte a más de 1 500 al sureste de la cuenca, y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que abarca toda la cuenca, excepto en las franjas costeras, donde

debido a la presencia de arcillas y limos el rango de escurrimiento es de 5.1 a 10 %, 10.1 a 15 % y de 15.1 a 20 por ciento. Como ocurre en casi toda la península, no existen corrientes superficiales por la alta infiltración en el terreno y el escaso relieve; tampoco cuerpos de agua de gran importancia, sólo pequeñas lagunas, como Cobá, Punta Laguna y La Unión; lagunas que se forman junto al litoral, Conil, Chakmochuk y Nichupté, así como aguadas. La mayoría son de uso recreativo. La laguna Nichupté está situada en la parte noreste de la Península de Yucatán, en Quintana Roo, a los 86°44' de longitud y 21°31' de latitud. El sistema está formado por la laguna Nichupté, otra un poco aislada, conocida como laguna Bojórquez, así como dos lagunas pequeñas, Somosaya y río Inglés, ambos con numerosos cenotes sumergidos, que aportan cantidades considerables de agua dulce. La profundidad promedio es de 1.5 a 2 m y muy rara vez excede 3.5 metros, la pendiente, de la orillas al fondo, es muy suave.

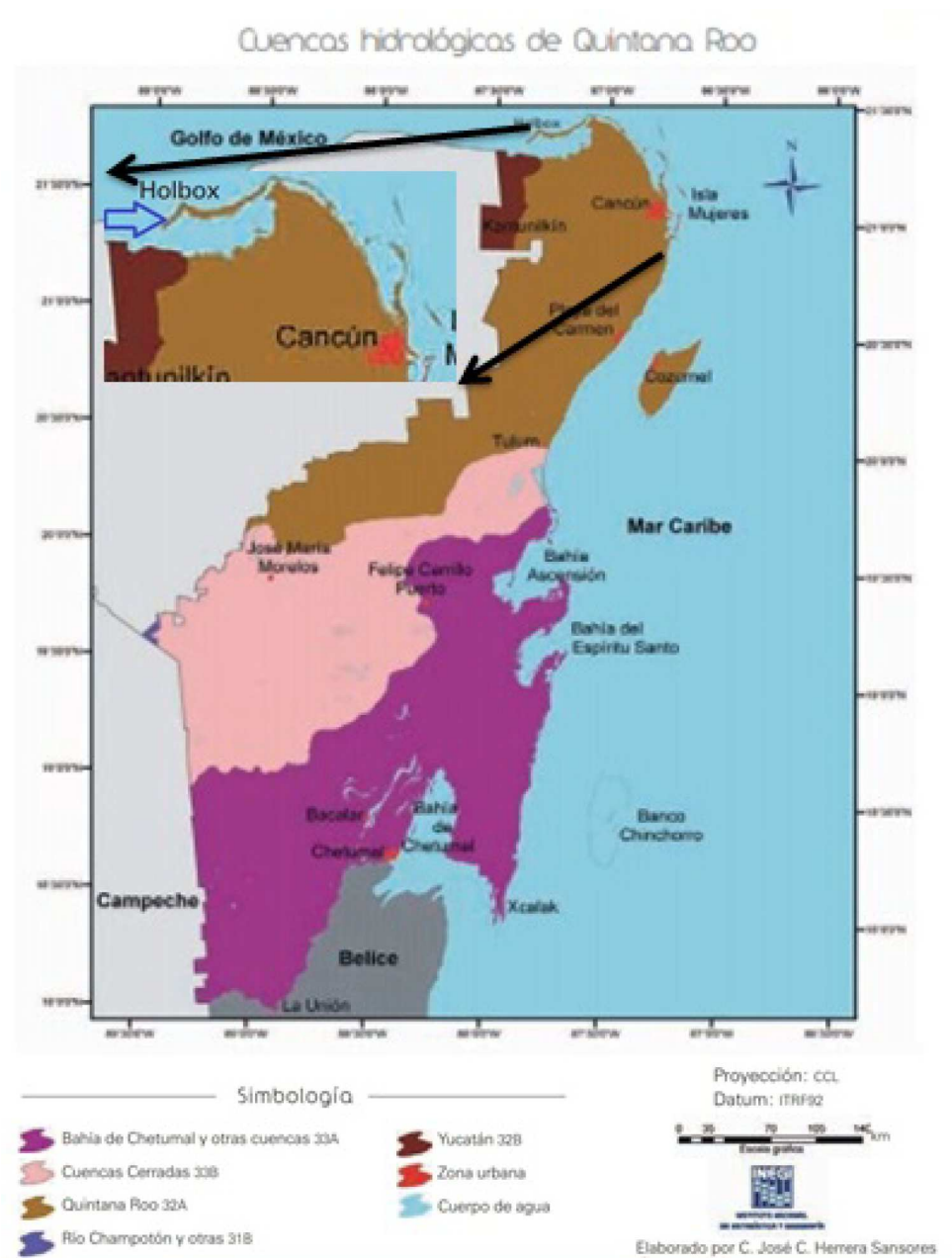


Figura 42 Localización de la Cuenca hidrológica Quintana Roo (32 A), en azul se señala el sitio donde se localiza el proyecto. (Fuente INEGI).

En la cuenca lagunar se encuentran dos bajos (bajo Norte al norte y bajo Zeta al sur) que dividen prácticamente la cuenca en tres partes y que determinan el movimiento de la masa de agua lagunar. Tienen una profundidad media de 30 a 40 cm y en algunas zonas llegan a aflorar durante la marea baja, su anchura en ocasiones es de más de 800 metros. Los lugares más profundos del sistema se localizan en los canales de comunicación con el mar: el canal Cancún, al norte de

la laguna; al sur de Isla Mujeres el canal Nizuc, y el canal de la Zeta que atraviesa el bajo del mismo nombre, todos son de fondo irregular con un promedio de 2.0 a 2.5 m, en ocasiones hasta cinco metros de profundidad (Pozo et al. 2011).

### **Hidrología subterránea**

En relación a las aguas subterráneas, las características distintivas de la entidad las subdividen en seis regiones hidrogeológicas que, en su mayoría, comparten con los Estados de Campeche y Yucatán.

En Quintana Roo existen tres acuíferos para la administración del agua de acuerdo con la división nacional, pero para fines prácticos, se considera como uno solo, del cual se extrae 100 % de agua subterránea para todos los usos. Estos acuíferos se encuentran o en equilibrio o sobreexplotados. Hay zonas geográficas que requieren especial cuidado en la extracción, principalmente en la isla de Cozumel y la zona de captación de Cancún, donde una sobreexplotación provocaría la disminución de la reserva de agua dulce y el ascenso del agua salobre (intrusión salina), con la consecuente contaminación y deterioro de su calidad.

Por otra parte, según la carta de hidrología subterránea (INEGI, escala 1:250000), el sistema ambiental se localiza en una zona que presenta material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero (Ver figura 30).

El acuífero cercano es de tipo freático con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. Se localiza en las llanuras, que presentan notable desarrollo cárstico al que debe su gran permeabilidad secundaria, manifestándose en la superficie en forma de cenotes.

El acuífero cercano al Sistema Ambiental se encuentra en rocas calizas del Terciario y Cuaternario y depósitos de litoral de este último período, con permeabilidad alta en material consolidado; el Sistema Ambiental se localiza en una franja en material no consolidado (Ver figura 30).

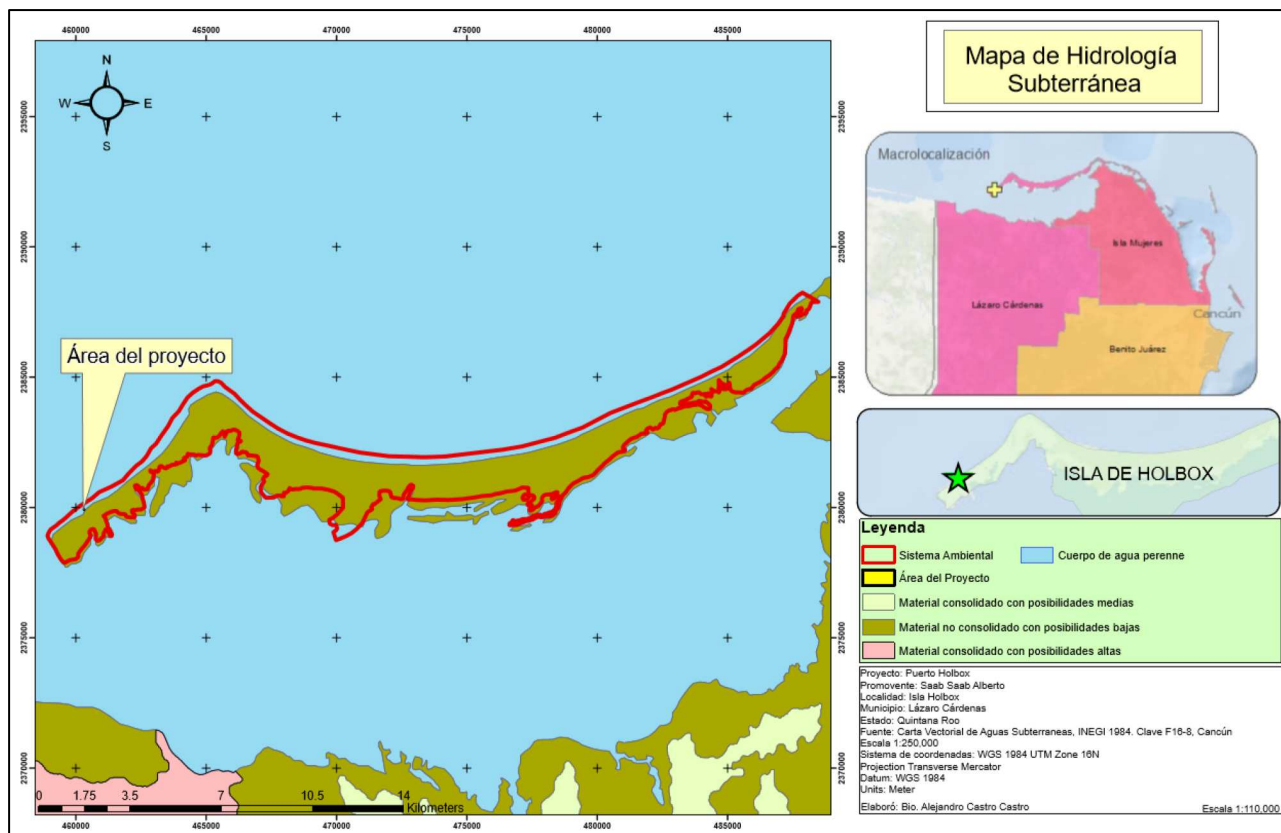


Figura 43 Hidrología subterránea en el Sistema Ambiental (Serie II de INEGI)

De acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI, el sistema ambiental pertenece a la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte, en donde el escurrimiento superficial es mínimo y la infiltración es alta; en la porción continental existen numerosos cenotes y aguadas. Así mismo, se ubica dentro de la Cuenca Quintana Roo, y la subcuenca del mismo nombre; y finalmente se determina su ubicación dentro de la microcuenca Punta Sam (Ver Figura 32).

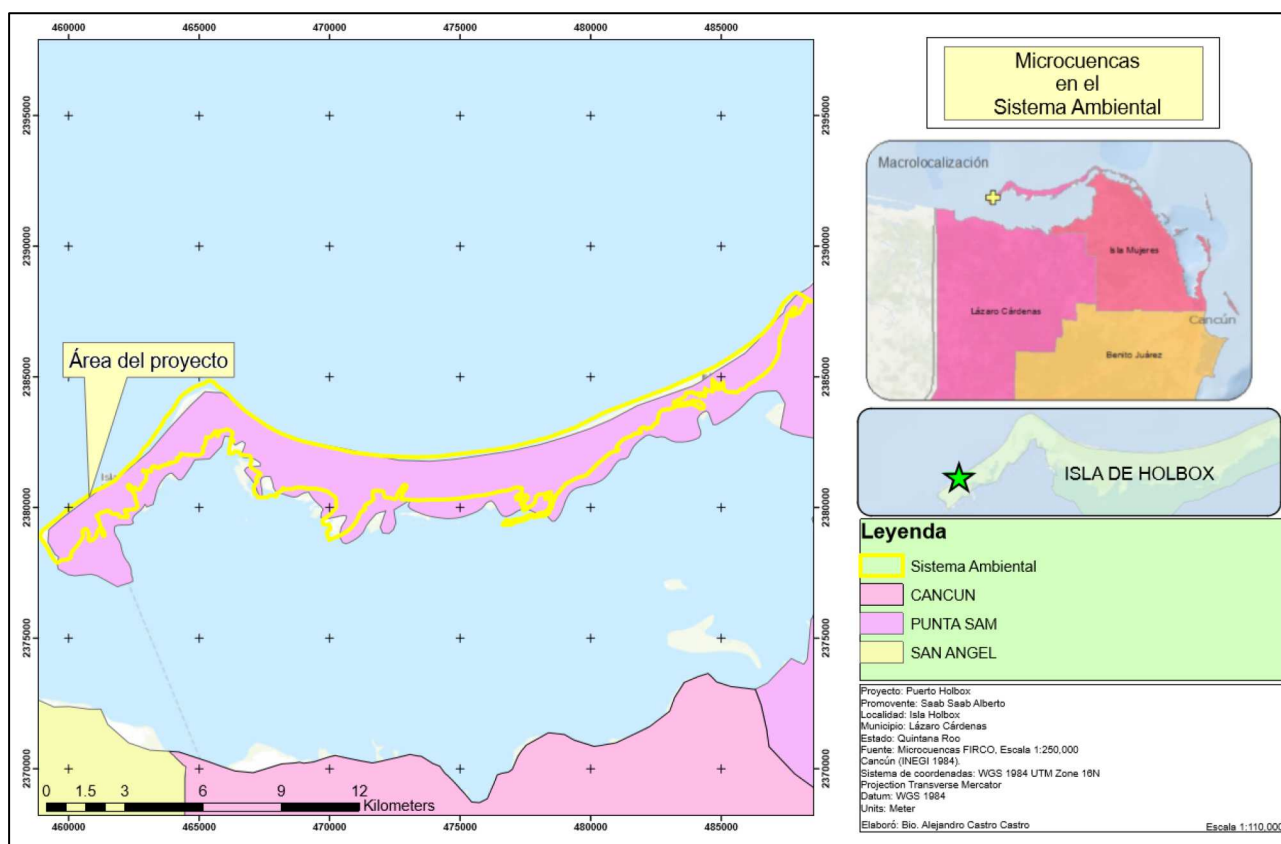


Figura 44 Microcuencas señaladas en el Sistema Ambiental

### Análisis geohidrológico.

Para llevar a cabo el diagnóstico de la condición que guardan la hidrología costera, y proponer las acciones de manejo que favorezcan la conservación, rehabilitación o uso sustentable de este tipo de ecosistema costero, se requiere un marco conceptual que oriente las prioridades, defina los criterios de acción y priorización.

Dentro de este contexto, se han seguido tres conceptos que son de utilidad para dar inicio al estudio y manejo de la hidrología costera. El primero de ellos, se refiere al de conectividad (Séller y Causey 2005<sup>8</sup>), el cual considera que existe interacción entre ecosistemas a través de procesos biogeoquímicos y biológicos, los cuales están regulados por procesos hidrológicos que actúan a diferentes escalas espaciales y temporales. Esta conectividad eco-hidrológica se relaciona con otro concepto, el de controles tierra-mar/mar-tierra (Twilley 1995<sup>9</sup>), en el que los flujos tierra-mar (aportes de cuencas hidrológicas) y los de mar-tierra (mareas, corrientes, huracanes), ejercen papeles clave en regular el funcionamiento ecológico de cada ecosistema. Dicho funcionamiento se relaciona con el tercer concepto, el de estabilidad ecológica

<sup>8</sup> SÉLLER, B.D. y B. D. CAUSEY. 2005. Linkages between the Florida Keys National Marine Sanctuary and the South Florida Ecosystem Restoration Initiative. *Ocean and Coastal Management* 48:869-900.

<sup>9</sup> TWILLEY, R.R. 1995. Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal environments. Pp. 43-62, in Hall, C. (ed.): *Maximum power*. University of Colorado Press, Boulder, Colorado.

(Dayton *et al.* 1984<sup>10</sup>), el cual considera el regreso (resiliencia) de los ecosistemas a su estado de equilibrio después de una perturbación.

Por lo anterior, es necesario determinar el comportamiento hidrológico en la zona de estudio, tanto en dinámica como en calidad de agua, con lo cual será posible fundar las medidas necesarias para establecer un proyecto sustentable y no que afecte la hidrología del sitio, motivo por el cual se justifica el presente análisis para demostrar que la operación del proyecto no repercutirá en ningún sentido en las condiciones actuales de la hidrología del sitio.

### **Caracterización del mar de la Isla de Holbox**

En la zona de influencia y área del proyecto, no existen corrientes superficiales debido a la condición de isla y la alta permeabilidad de las calizas que provoca una rápida penetración del agua hacia el nivel freático.

La erosión vertical y superficial provocada por el agua forma conos de disolución en la superficie, conductos y cavernas subterráneas a través de las cuales el agua fluye con gradiente prácticamente paralelo al relieve casi horizontal del terreno favorecido por el incremento en el nivel piezómetro que regula la dirección del flujo de acuerdo a la formación geológica considerando que la plataforma caliza puede considerarse como un medio homogéneo con relación al acuífero costero kárstico que fluye en su interior.

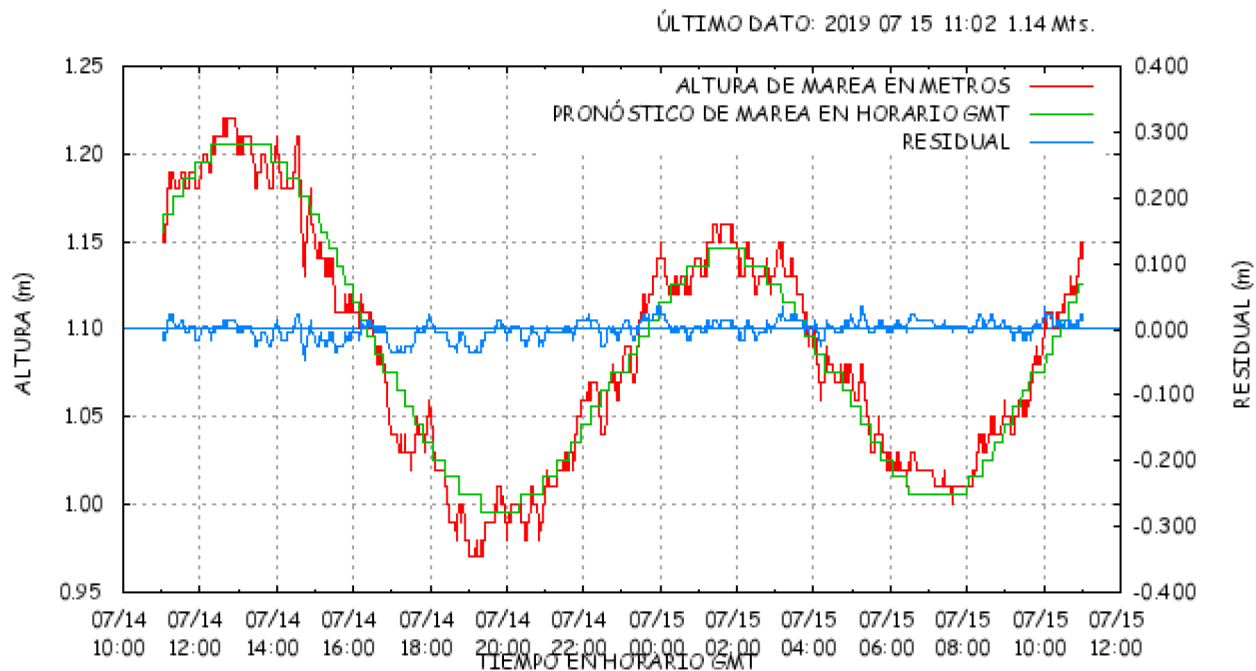
Según los resultados obtenidos con la realización de la mecánica de suelos (Anexo Estudio Geotécnico), se observa que la conformación de la matriz de suelo en la zona de desarrollo del proyecto está conformada por un espesor de arenas de 4 a 5 metros de profundidad y la presencia del nivel freático a 60 y 90 cm de profundidad aproximadamente coincidiendo en ocasiones con el nivel del suelo y su profundidad solo varía en relación con el relieve.

En este contexto, y como se mencionó previamente, la profundidad del nivel freático varía y es influenciada directamente por precipitaciones pluviales y por la cuña marina ya que a esta profundidad sub superficial el agua fluye conforme las corrientes y los cambios mareales o bien al bajar la marea se favorece el desplazamiento del agua radialmente hacia el mar y la laguna.

La marea, de acuerdo a la estación más cercana (Isla Mujeres, Q. Roo), indica alturas máximas de 1.22 metros y mínimas de 0.98 metros, lo que quiere decir que se mantiene una variante de 0.24 metros.

---

<sup>10</sup> DAYTON, P.K., V. CURRIE., T. GERRODETTE, B.D. KELLER., R. ROSENTHAL y D.V.TRESCA. 1984. Patch dynamics and stability of some California kelp communities. Ecological Monographs 54(3):253-289.



Así mismo, la Secretaría de Marina señala, según la estación de mareas de Isla mujeres existe una pleamar máxima de 0.790 metros y una bajamar registrada de -0.260

## ISLAS MUJERES, Q. ROO

LAT. 21° 15' 09" N

LONG. 86° 44' 42" W

Mayo de 1999 a Noviembre de 2016.

### PLANOS DE MAREAS REFERIDOS AL NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR.

PLEAMAR MÁXIMA REGISTRADA	2.592	pies	0.790	m
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR	0.703	pies	0.214	m
NIVEL DE PLEAMAR MEDIA	0.540	pies	0.165	m
NIVEL MEDIO DEL MAR	0.337	pies	0.103	m
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA	0.173	pies	0.053	m
NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR	0.000	pies	0.000	m
BAJAMAR MÍNIMA REGISTRADA	-0.853	pies	-0.260	m

**Nota:** La pleamar máxima y bajamar mínima registradas obedecen al periodo de observaciones correspondientes a los años 1999 - 2016.

Oceanográficamente, el proceso que domina todo el ambiente costero peninsular es la corriente de Yucatán, que fluye con fuerte intensidad a lo largo del litoral caribeño y penetra al Golfo de México a través del estrecho de Yucatán. La topografía submarina es somera, presentándose irregularidades en la línea de costa o del fondo submarino que dan origen a corrientes y contracorrientes verticales (Capurro 2002<sup>11</sup>).

Los ejes de estas elipses muestran un flujo de entrada y salida uniforme por el estrecho de Yucatán, con velocidades de 1 a 4 cm/s en las zonas profundas cercanas al estrecho y menores de 1 cm/s en la región occidental del Golfo de México. Sobre el talud continental de Campeche se observan corrientes aproximadamente uniformes y polarizadas en dirección perpendicular a la costa, con magnitudes incrementándose conforme disminuye la profundidad, para la zona de la Isla de Holbox se observan corrientes paralelas y con bajas magnitudes debido a la baja poca profundidad.

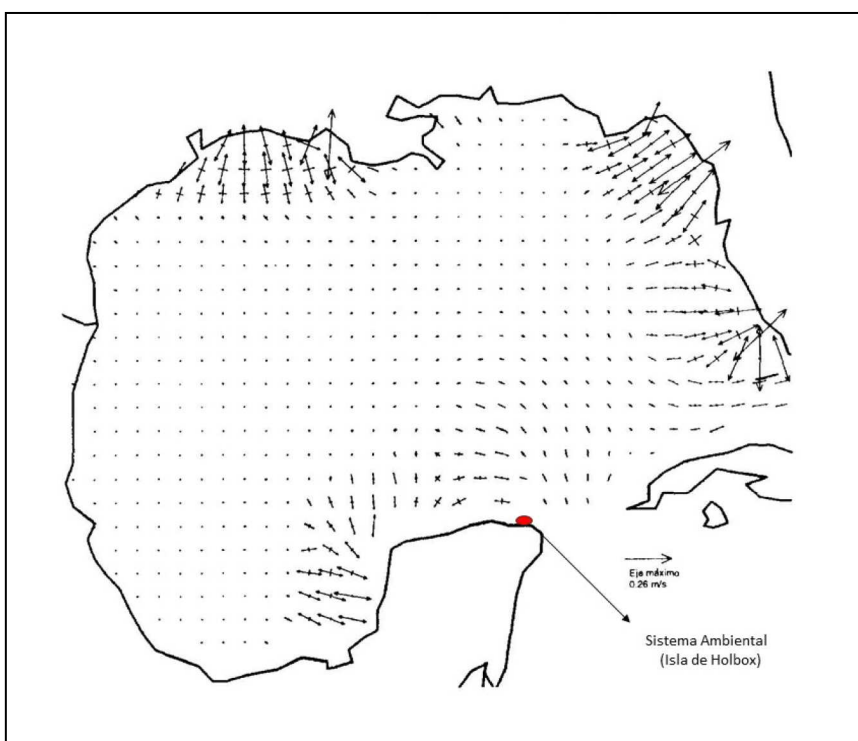


Figura 45 flujo de entrada de corrientes superficiales en el área de influencia del proyecto

### Características de la Laguna Conil (Laguna Holbox)

Según la investigación realizada por el CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, sobre las "Lagunas Costeras de Yucatán (SE México): Investigación, Diagnóstico y Manejo" (Herrera-Silveria, 2006<sup>12</sup>) donde se diagnosticaron siete lagunas costeras

<sup>11</sup> Capurro, L. (2003). Un gran ecosistema costero: La península de Yucatán. Avance y Perspectiva, 22, 69-75.

<sup>12</sup> Herrera-Silveria, J. A. (2006). Lagunas Costeras de Yucatan (SE, México) Investigación, Diagnóstico y Manejo. ECOTROPICOS

de la Península de Yucatán, entre ellas la Laguna Conil o Laguna de Holbox, se analizó la salinidad del agua, así como los análisis de nutrientes disueltos y fitoplancton, se describieron las características ecológicas de la laguna, la cual es fundamental para entender la eco-hidrológica de la isla.

Derivado del análisis anterior, la Laguna Conil es una laguna costera de tipo ehualino debido a las altas concentraciones que registra de salinidad (30-40 ppm, Herrera-Silveria, 2006<sup>12</sup>), una variable muy relacionada con el tipo de laguna costera de acuerdo a su salinidad es el tiempo de residencia del agua, la cual juega un papel clave en el funcionamiento del ecosistema, esta variable rige el comportamiento que puede tener una laguna costera como trampa o sumidero de contaminantes así como exportador de materia orgánica enriqueciendo la zona marina adyacente (Medina-González y Herrera-Silveira 2003<sup>13</sup>).

En el manto freático costero en condiciones naturales, se produce un movimiento tridimensional del agua dulce hacia el mar y considerando que el agua dulce y salada son miscibles, existe una zona de transición donde por procesos de difusión, estas aguas se mezclan progresivamente (López, 1988<sup>14</sup>). La zona de mezcla se puede desplazar por efecto de: la disminución del flujo de agua dulce al mar, del aumento de la permeabilidad y heterogeneidad, de la diferencia de densidades y de las oscilaciones de las mareas. En un acuífero costero sin explotación existe un equilibrio agua dulce-agua salada que dependen del volumen de agua dulce que se vierta al mar (Figura 34).

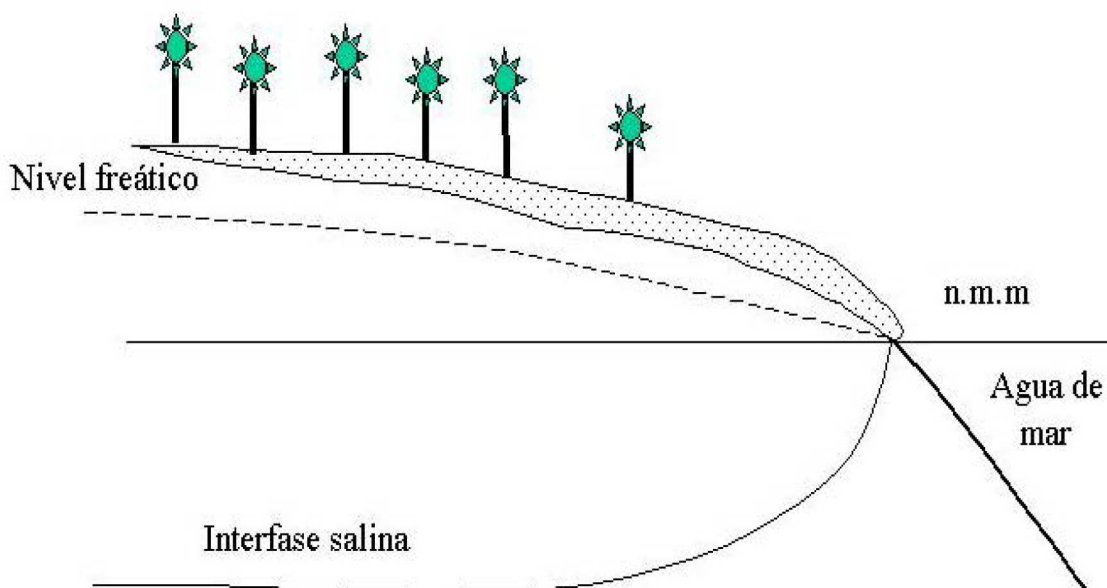


Figura 46 Interacción del agua dulce y el agua de mar bajo condiciones de equilibrio

19 (2): 94-108 2006, 19(2), 94-108.

<sup>13</sup> MEDINA-GÓMEZ, I. y J.A. HERRERA-SILVEIRA. 2003. Spatial Characterization of Water Quality in a Karstic Coastal Lagoon without Anthropogenic Disturbance: A Multivariate Approach. Estuarine Coastal and Shelf Science 58 (3):455-465.

<sup>14</sup> López G., Mena I. (1988). "Aspectos metodológicos en el estudio de la intrusión salina". Disponible en: [http://www.igme.es/internet/web\\_aguas/igme/publica/libro41/lib41.htm](http://www.igme.es/internet/web_aguas/igme/publica/libro41/lib41.htm).

## **Conclusiones**

De acuerdo a lo anterior, conociendo las características de la Laguna Conil, las propiedades del subsuelo y la dinámica de mareas se tiene que el comportamiento del manto freático en la isla, debido a que no existe en la zona una interacción con el agua dulce, el movimiento del manto freático está estrechamente vinculado al comportamiento de la marea, lo cual según lo señalado por la estación de Isla Mujeres, señala que las mareas oscilan entre la máxima pleamar y bajamar con 0.24 metros al día en promedio, lo que nos habla de una disminución del nivel freático entre 2 centímetros aproximadamente.

Por otro lado, según las corrientes superficiales del mar, el movimiento de estas va de Este a Oeste lo que no habla que la circulación del flujo preferentemente va de Este a Oeste regido por el estrecho de Yucatán, zona muy cercana a la Isla de Holbox.

Derivado de ello, se entiende que la operación del presente proyecto, no generará ningún tipo de afectación, en relación a dichos flujos subterráneos.

## **B. Fisiografía**

Nuestro país se divide en quince provincias fisiográficas; cada provincia tiene sus propias características geológicas y morfológicas. Quintana Roo está enclavado en la provincia fisiográfica XI Península de Yucatán, la cual consiste en una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo del mar Caribe desde hace millones de años.

### **Provincia fisiográfica Península de Yucatán**

Se divide en tres subprovincias nombradas: "Llanuras con Dolinas o Carso y Lomeríos de Campeche", "Plataforma de Yucatán o Carso Yucateco" y "Costa Baja de Quintana". La primera subprovincia "Llanuras con Dolinas", ocupa las porciones norte y oriente de la Entidad. Desde el punto geomorfológico es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente descendente hacia el oriente, altura media de 5 msnm y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones. Esta subprovincia fisiográfica se distingue por su topografía cárstica, que presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas, en algunas de las cuales asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, y solo en algunas áreas se ha formado una red hidrográfica desintegrada y mal definida; otras áreas son inundables, localizándose la más extensa de ellas en la porción norte del Estado. La subprovincia "Plataforma de Yucatán o Carso Yucateco" ocupa la porción nororiental. Desde el punto de vista geomorfológico es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones. Esta subprovincia fisiográfica se distingue por su topografía cárstica, presenta desde pequeños huecos hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas; casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial. Se extiende la porción suroccidental del Estado, cuyo paisaje está configurado por lomeríos alternados con pequeñas llanuras. En su porción sur, la altitud del terreno decrece de poniente a oriente, en forma escalonada desde unos 300 msnm en el borde occidental del Estado hasta unos cuantos metros en el límite oriental de esta subprovincia; en la porción norte de la misma la altitud varía entre 10 y 150 msnm; la única corriente superficial notable es el río Azul, que nace en Guatemala y es afluente del río Hondo; por lo demás, la red de drenaje superficial sólo consta de algunos arroyos efímeros de corto recorrido que fluye hacia las depresiones topográficas. La subprovincia "Costa Baja" se extiende a lo largo del borde centro-oriental del Estado; se caracteriza por su relieve escalonado

descendente de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde sur y suroriental transita el Río Hondo, única corriente superficial permanente de la entidad. En esta subprovincia existen cenotes de gran tamaño, como el "Cenote Azul", varias lagunas, como las de Bacalar, Chichancanab, Paiyegua y Nohbec, laguna azul de Señor, Paytoro de Petcacab, Amarilla de Laguna Kana y vastas áreas inundables, algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

Para su estudio en la Península de Yucatán se han definido 3 subprovincias Fisiográficas denominadas:

- Carso Yucateco (62)
- Carso Y Lomeríos de Campeche (63)
- Costa Baja de Quintana Roo (64)

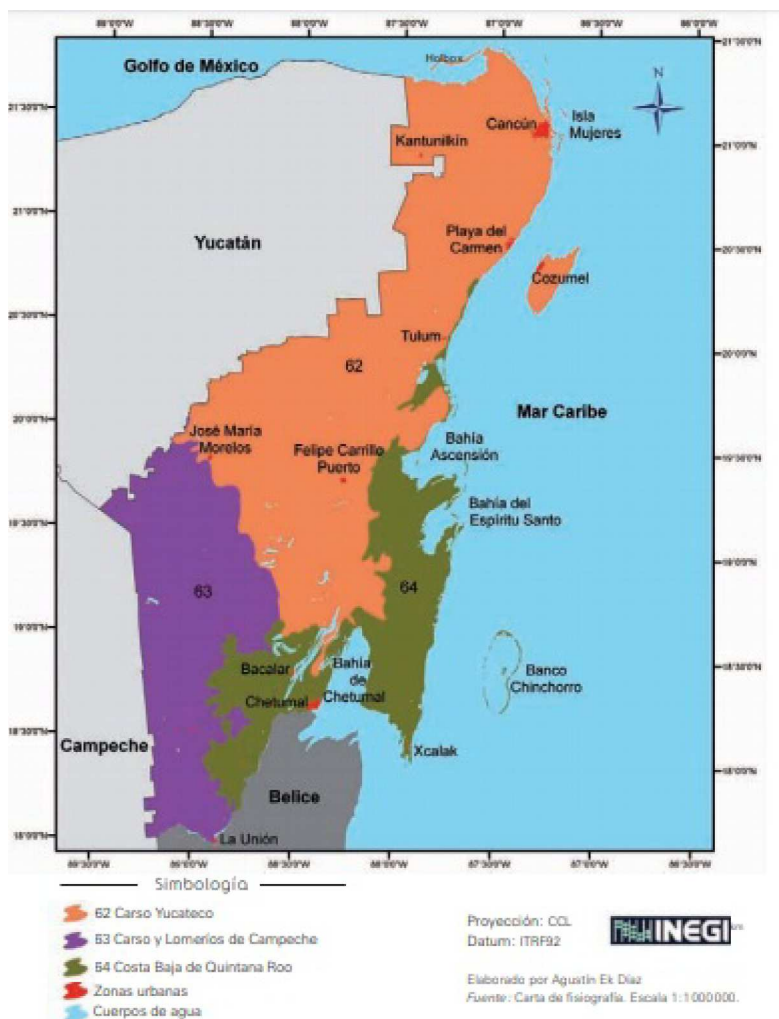


Figura 47 Subprovincias fisiográficas de la península de Yucatán

Dentro de la subprovincia, Carso Yucateco se encuentra la Isla de Holbox, esta subprovincia es la más grande de la península con una extensión territorial de 23,147.47 Km<sup>2</sup> (54.3%).

La subprovincia Carso Yucateco se despliega por el norte y centro del Estado, desde los límites con el Estado de Yucatán hasta el litoral del Mar Caribe en el oriente; se distingue por su condición de planicie calcárea a nivel, con muy ligeras ondulaciones y un ligerísimo, casi imperceptible, declive que desciende desde los cinco metros sobre el nivel del mar (altura media) hacia la costa caribeña.

La porción centro - norte del Estado de Quintana Roo posee una serie de elementos distintivos propios, como es el caso de las fallas tectónicas orientadas en dirección NO a NE, las cuales conforman depresiones longitudinales que pueden dar origen a lagunas permanentes como las de Coba y Chichancanab, y de los numerosos bajos inundables. El conjunto de las islas nororientales del Estado de Quintana Roo (Cozumel, Cancún, Mujeres, Contoy y Holbox) forman parte de esta subprovincia fisiográfica.

### **Sistema de topoformas (Topografía)**

El sistema fisiográfico de clasificación del relieve del INEGI, utiliza criterios geológicos y topográficos geométricos para definir con precisión niveles jerárquicos (Quiñones 1987), uno de ellos es el Sistema de topoformas, que se define de la siguiente manera: *"Conjunto de topoformas asociados entre sí, según algún patrón (o patrones) estructural(es) o degradativo (s) y además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística en relación a la unidad jerárquica que las comprende"*. En el mismo sentido, topoformas se define como: geoforma geométricamente reducible a un número pequeño de elementos topográficos.

Quintana Roo presenta un relieve plano con oscilaciones menores a (0.01%) y pendientes en dirección oeste a este, esto hacia el mar Caribe, con numerosas hondonadas y colinas de tamaño medio, donde la altura media se mantiene entre los 10 metros sobre el nivel medio del mar (msnm). Los sitios con mayor elevación son: El Pavo con 120 msnm, Nuevo Becar (180 msnm) y El Charro (280 msnm).

De acuerdo con lo hasta aquí expuesto, las características geológicas de la región donde se localiza el proyecto quedan comprendidas dentro de la provincia Península de Yucatán y la subprovincia de la Corso Yucateco. La fisiografía de la zona corresponde a una topoforma de layas con fases inundables y salinas, mientras que topoforma predominante en la Isla de Holbox se define como Playa o Barra inundable y salina.

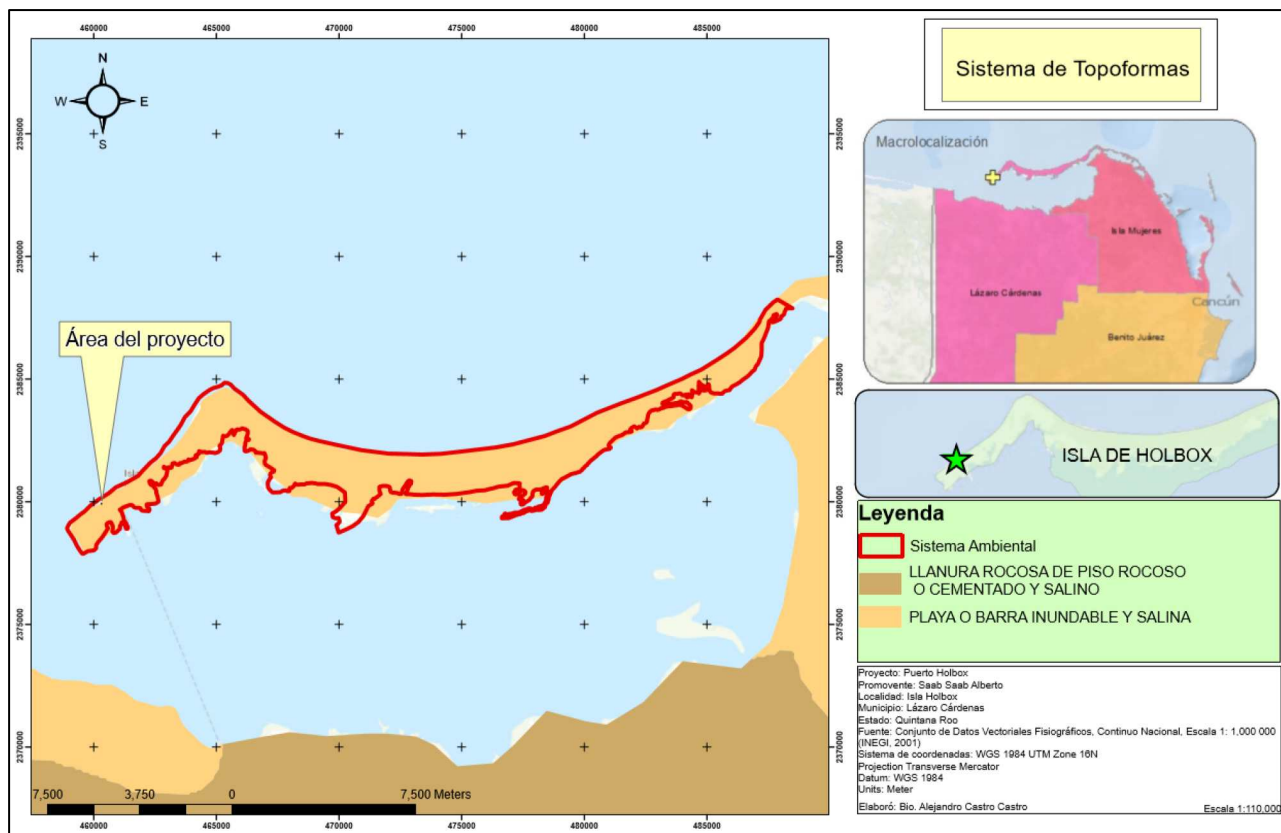


Figura 48 Sistema de Topoformas del Sistema Ambiental

### C. Geología

La Península de Yucatán incide en la confluencia de la Placa Oceánica del Caribe y la Placa Continental de Norte América, justamente en dicha zona se presenta una depresión considerable dimensión debido a procesos subductivos durante la era del Paleozoico. En resultado a tal actividad se formó la Plataforma Yucateca misma que sirve de base para el territorio conocido como Península de Yucatán.

Es una gran plataforma calcárea constituida principalmente de carbonato de calcio en forma de sedimentos que fueron depositados hace millones de años (Weide, 1985) la cual fue emergida del mar debido a un continuo movimiento ascendente, que fue lentamente dejando al descubierto el fondo marino con dirección hacia el Norte, ésta emersión se efectúa actualmente a un ritmo de dos a tres cm por año, lo que significa que la edad geológica del material tiende a aumentar hacia el Sur (INEGI, 2005).

El sistema ambiental, por sus características geológicas, se define como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación. Se encuentra integrado

por unidades litológicas de tipo lacustre (5.58%). A continuación se describen las unidades geológicas presentes en el sistema ambiental (Ver Figura 35).

Las unidades litológicas están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario Superior (Ts) o Sistema Neógeno hasta el Cuaternario (Q), encontrándose que las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recrystalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso. El lecho rocoso calizo es de la Era Terciaria (Plioceno, Mioceno); debido a la estructura calcárea de la plataforma no existen corrientes acuáticas superficiales, filtrándose el agua formando un manto freático de poca profundidad, lo que provoca un paisaje subterráneo característico del ambiente kárstico, compuesto por grutas, corrientes subterráneas y cenotes (Weidie 1985).

*Suelo lacustre del cuaternario Q(la).* Los depósitos lacustres, los forman arcillas, limos, arenas y gravas, ricos en materia orgánica y de color oscuro.

*Suelo litoral del cuaternario Q(li).* Los suelos litorales se han formado en zonas de playa y barras costeras, por acumulaciones de arena re trabajada por el oleaje.

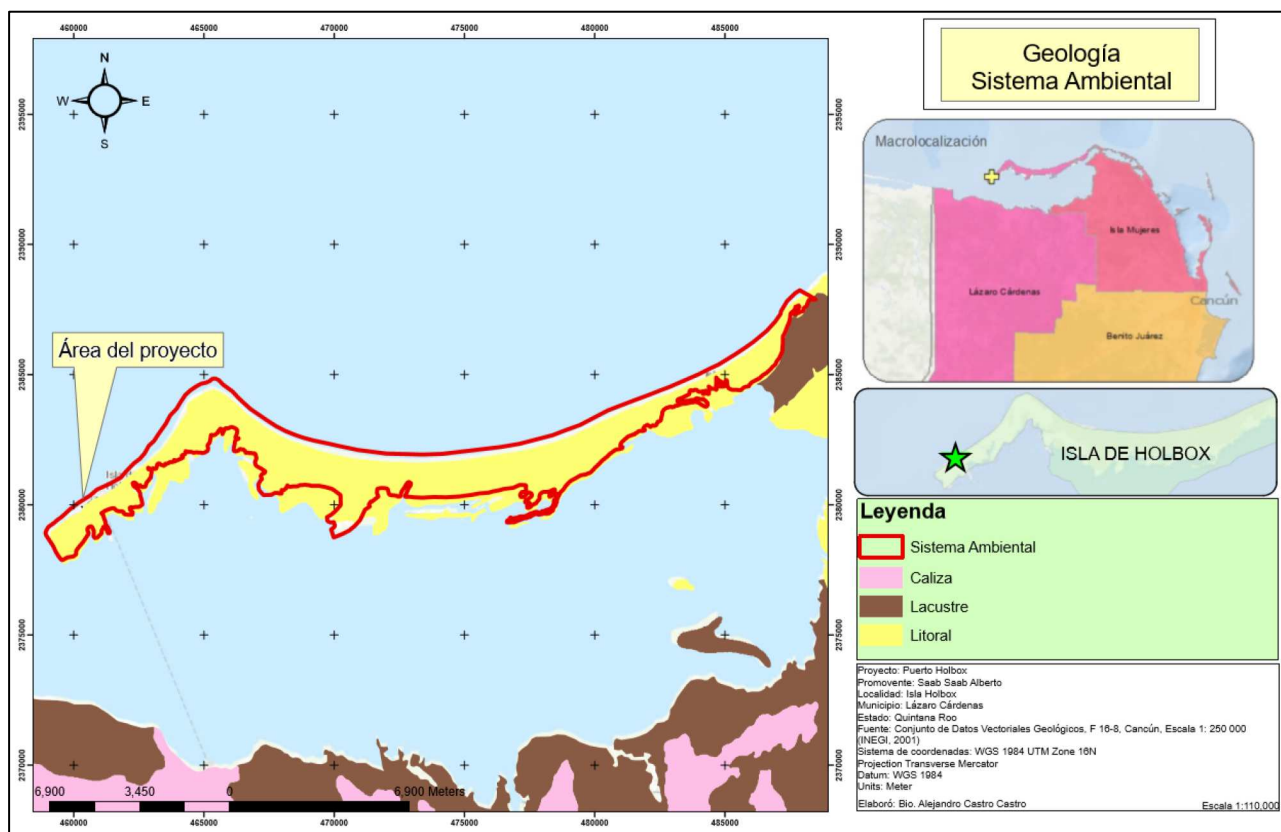


Figura 49 Geología del Sistema Ambiental

A continuación, se proporcionan algunas de las peculiaridades de los principales tipos de rocas, desde el punto de vista geológico, esto a partir de la interpretación de las cartas Geológicas del INEGI E13-B-31 y E13-B-32.

**Rocas Ígneas.** Se originan a partir de material fundido en el interior de la corteza terrestre. El cual está sometido a temperatura y presión muy elevada. El material antes de solidificarse recibe el nombre de magma (solución completa de silicatos con agua y gases a elevada temperatura).

Este sistema se denomina magma y el proceso de enfriamiento del mismo se produce en el interior de la corteza, a distintas profundidades, desde decenas de km. de profundidad, hasta casi la superficie terrestre. Cuando los materiales fundidos se derraman sobre la superficie de la corteza terrestre, se ven alteradas sus condiciones de presión, temperatura y volumen, esto da lugar a la pérdida de los gases que pudiese contener el sistema. En estas condiciones el material derramado sobre la corteza se denomina lava.

La cristalización fraccionada implica la aparición sucesiva y escalonada a través del tiempo de los distintos minerales que se forman a diferentes temperaturas a medida que el magma se enfría en el interior de la corteza o sobre su superficie (lava). Este proceso de cristalización fraccionada sigue las leyes de todos los procesos que se producen en la naturaleza, es decir, van de lo más simple a lo más complejo. En este proceso natural, se forman primero los minerales de estructura cristalina más simple y en el transcurso del tiempo lo hacen sucesivamente los de estructura cristalina más compleja. La cristalización de todos los minerales formados por el proceso anterior, se desarrollan en un intervalo de temperatura que va desde los 1500°C aproximadamente para los de estructura cristalina sencilla, hasta los 500°C aproximadamente para los de estructura cristalina más compleja.

Dentro de este intervalo cristalizan, por una parte, los silicatos que contienen hierro y magnesio (minerales ferromagnesianos) a través de una serie discontinua, partiendo de los Olivinos para llegar hasta la Biotita, pasando por los Piroxenos (Augita) y Anfíboles (Hornblenda). Este grupo de minerales se denomina serie discontinua de cristalización porque los silicatos que aparecen en ella, tienen diferentes estructuras cristalinas. Por otra parte, cristalizan a través de una serie continua los silicatos que contienen calcio y sodio (Plagioclasas), los distintos silicatos que aparecen en esta serie tienen la misma estructura cristalina. Se diferencian por su contenido de calcio y sodio. Así, los que cristalizan a elevadas temperaturas tienen elevado porcentaje de calcio (Anortita); a temperaturas intermedias la proporción es aproximadamente igual (Andesina) y los que lo hacen a bajas temperaturas poseen alto contenido de sodio (Albita).

**Intrusiva.** Cuando la corteza terrestre se debilita en algunas áreas, el magma asciende y penetra en las capas cercanas a la superficie, pero sin salir de esta, lentamente se enfría y se solidifica dando lugar a la formación de este tipo de rocas. Son siempre macrocristalinas pues sus cristales se observan a simple vista, pero adoptan cuerpos intrusivos distintos y entonces se las subdivide en: rocas plutónicas (estructuras granítica y porfiroide) y en rocas filonéticas (estructuras aplítica y pegmatítica).

La roca ígnea intrusiva Intermedia (**Igii**) es una roca que contiene entre 52 y 65% sílice  $\text{SiO}_2$  esta puede ser encontrada en una fracción del SA en la parte central Este.

**Rocas sedimentarias.** A causa de los agentes externos de erosión: Agua, viento, hielo y cambios de temperatura, se produce el efecto de meteorización (desintegración y descomposición de las rocas), cuyas partículas son transportadas y finalmente depositadas. Conforme se acumulan sedimentos, los materiales del fondo se compactan formando a la roca sedimentaria. Estas se originan por la precipitación de minerales en cuerpos de agua en ambientes marino y/o continental dando como resultado la formación de varios tipos de roca entre ellas la Caliza. Muchas veces pueden albergar fósiles que son restos de organismos del pasado, evidencias de su actividad, improntas o moldes, que permiten conocer la historia y evolución de la vida y los ambientes en la Tierra.

La roca **sedimentaria Caliza (cz)** es una roca química o bioquímica, es la más importante de las rocas carbonatadas; constituida de carbonato de calcio en más del 80%, pudiendo estar acompañada de aragonito, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica. Este tipo de roca se ubican en fracciones dentro del sistema ambiental y su mayor representación es en la parte sur.

También del grupo de las rocas sedimentarias, pero además de un origen epiclástico, que quiere decir que son rocas originadas a partir del intemperismo y erosión de rocas preexistentes; encontramos a la **(ar-cg) arenisca-conglomerado**. Su clasificación general va de acuerdo a su granulometría.

## **Sismicidad**

### **Susceptibilidad de la zona**

La corteza terrestre está constituida por grandes placas poco deformables (véase fig. 1). Arrastradas por corrientes magmáticas del manto y empujadas por la nueva corteza que se forma en ciertas aberturas, principalmente submarinas, las placas se mueven unas con respecto a otras. Estos movimientos relativos son resistidos por fricción cuyo vencimiento suele dar origen a temblores. (Rosenbluet, 1992)

México se localiza entre cinco placas tectónicas que lo caracterizan como una zona de constante actividad sísmica. La costa del Pacífico mexicano, ubicada sobre la subducción de las placas de Cocos y Norteamericana, demanda especial atención por la frecuencia e intensidad de los sismos que en ella se generan al deslizarse y friccionarse dichas placas. Su impacto, tanto social como económico, ha sido objeto de diversas investigaciones realizadas alrededor del mundo y bajo diversos enfoques (Barrientos-Ávila et al., 2007).

El territorio mexicano está integrado a una gran zona generadora de sismos, que han ocurrido durante millones de años. Los epicentros de la mayor parte de los terremotos de gran magnitud (mayores de 7, por ejemplo), que ocasionan grandes daños, se ubican en la costa del Pacífico, a lo largo de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Sin embargo, también han ocurrido grandes sismos en el centro y el sur de Veracruz y Puebla, norte y centro de Oaxaca y Chiapas, Estado de México y la península de Baja California, especialmente en la zona fronteriza con los Estados Unidos. En los estados de Zacatecas, Durango, Sinaloa y Sonora, la sismicidad es más bien escasa; a fines del siglo XIX, en este último estado ocurrió un sismo de magnitud 7.3. En los estados restantes no se han originado movimientos sísmicos de importancia, aunque algunos (por ejemplo Nayarit, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala y Tabasco) llegan a ser afectados por los grandes sismos que se originan en otras regiones (Gutiérrez et al. 2005).

La mayoría de los sismos iguales o mayores a 4.5 grados Richter localizados en la República Mexicana se ubican en la superficie de contacto entre las placas tectónicas Norteamericana y de Cocos, zona de subducción y, geológicamente, de alta peligrosidad sísmica; no obstante, se observan algunos eventos en el centro del país como resultado de movimientos intra-placa que afectan directamente a esta zona. De los registros con que cuenta la base del SSN de sismos mayores a 6.4 grados Richter, más de 75% se localizan en las costas de los Estados de Jalisco, Michoacán de Ocampo, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, así como en las costas de Guatemala. Las entidades que registraron el mayor número en el periodo de observación son Guerrero y Oaxaca, pues 57% de los eventos ocurridos en la costa mexicana del Pacífico presentaron epicentros en dichas regiones (Ávila-Barrientos, 2007).

La República Mexicana se divide en zonas sísmicas (Ver Figura 38) donde la zona A corresponde a la de menor riesgo sísmico y la zona D a la de mayor riesgo. En la zona A no se esperan aceleraciones de suelo que superen el 10% de la gravedad a causa de temblores. Las zonas B y C son zonas con actividad sísmica intermedia donde no se esperan aceleraciones mayores de un 70% de la gravedad. La zona D es donde se han reportado grandes terremotos históricos, su ocurrencia es frecuente y la aceleración del suelo por esta causa puede superar el 70% de la gravedad.

El Sistema Ambiental (Isla de Holbox) donde se localiza el proyecto está ubicado dentro de una zona tectónica "A" la cual es considerada de baja sismicidad, en esta zona no se ha registrado ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10% de la aceleración de la gravedad. Así mismo, los mapas generados por el Centro Nacional de Prevención de Desastres catalogan esta zona con una intensidad baja de II (rango de I al X). (Ver Figura 38)

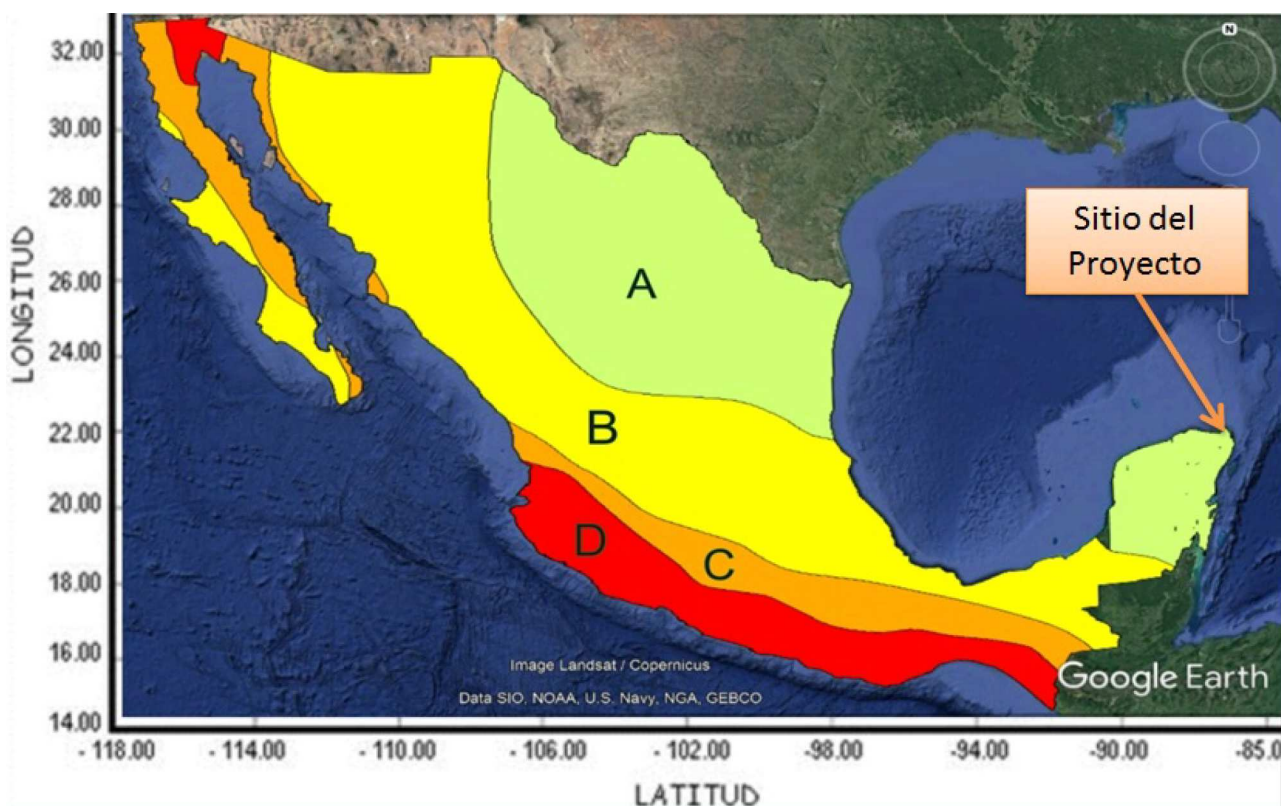


Figura 50 Regionalización sísmica de México. Izquierda: en base al Servicio Sismológico Nacional (2007), la zona A se representa en verde.

#### D. Edafología

El suelo está constituido por una capa de material fragmentario no consolidado; es un sistema complejo que se forma por la interacción continua y simultánea de la materia a partir del cual se origina, del clima, del tipo de vegetación y fauna y de las condiciones particulares del relieve (SEMARNAT, 2004).

De acuerdo con la reciente formación geológica de la Península de Yucatán no ha permitido el desarrollo de suelos profundos o formalmente constituidos; los suelos existentes son considerados como jóvenes en estado transitorio y en

proceso de evolución. Tienen su origen por la intemperización del material calcáreo sedimentario de aproximadamente en el Mioceno, Pleistoceno y por efectos de la vegetación como destructora de la roca, así como su aportación de materia orgánica. El piso superficial es permeable con una capa de suelo sumamente frágil. La formación del suelo es lenta, debido a la gran solubilidad de la roca con el agua de lluvia. Como resultado, los materiales son fácil y rápidamente arrastrados por el agua percolante, dejando pocos elementos para el desarrollo del suelo, traduciéndose en una baja fertilidad. Presentan una porción inicial donde la parte superior se compone de material vegetal y tierra, es muy delgada y con una buena cantidad de materia orgánica humificada.

La unidad de estudio en los suelos es el perfil, formado por una sucesión de capas llamadas horizontes. Un horizonte se diferencia en el Sistema Ambiental, se registran 2 tipos de suelo: Regosol y Solonchak en el cual domina el tipo Regosol subtipo calcárico. El subtipo de Solonchak pertenece al tipo órtico. Lo anterior con base en la clasificación de los suelos de la FAO-UNESCO y utilizando la información de la carta edafológica, INEGI en su formato vectorial escala 1:250,000. A continuación se describen las unidades de suelo que se presentan en la Isla (SA).

**Regosole.** El término Regosol (R) proviene del griego rhexos; suelos con débil o ningún desarrollo genético, formados de materiales inconsolidados, excluyendo los depósitos aluviales recientes. Cuando la textura es gruesa carecen de películas de arcilla acumulada, carecen de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad. Este tipo de suelo es acompañado en el área de estudio por la subunidad (e) que hace alusión al termino eútrico, vocablo que proviene del griego *eu*, que significa bueno y *tropos* nutriente, por lo que podemos entender que es un suelo rico en bases.

Son suelos relativamente recientes, poco desarrollados, ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

**Solonchak.** Del ruso *sol*: sal. Literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos. Su símbolo es (Z), abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos -por debajo de los 25 cm- pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. En el Estado de Yucatán se utilizan también para la siembra de henequén con buenos rendimientos y para el maíz con rendimientos bajos. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión, no tienen subunidades y su símbolo es (E).

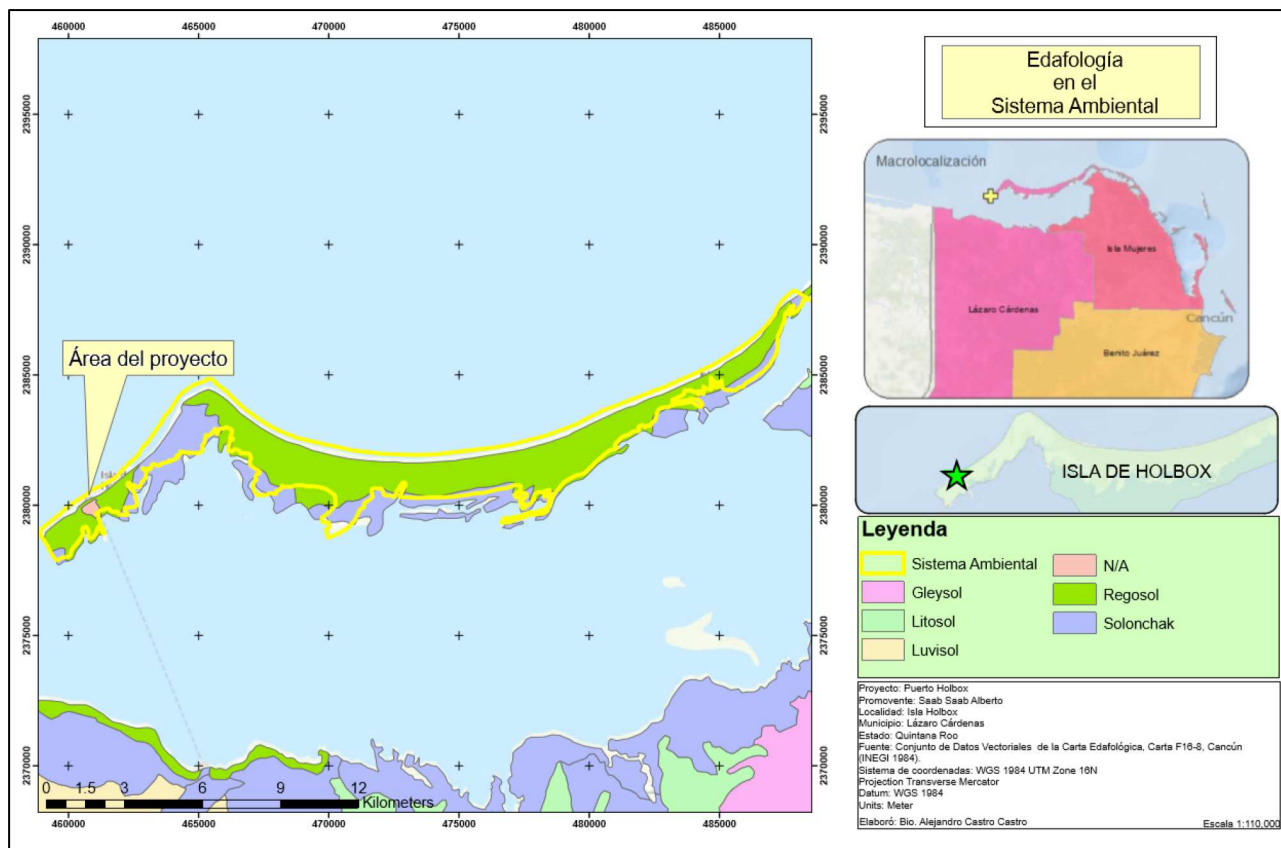


Figura 51 Edafología del Sistema Ambiental

## IV.2.1 Medio biótico

### IV.2.1.1 Vegetación a nivel del sistema ambiental

Por vegetación se entiende a la expresión fisonómica y estructural de la comunidad vegetal de determinados sitios ante las condiciones que imperan en el ambiente (factores físicos, químicos y biológicos). La vegetación es resultado del arreglo espacial (vertical y horizontal) que encuentran las especies al repartirse los recursos disponibles en la comunidad, lo que involucra los nutrientes existentes en el suelo, luz y agua (García Durán y García Contreras, 2011).

La información que a continuación se presenta, es en orden jerárquico, es decir primero se describirá la vegetación presente en Sistema ambiental y posteriormente los elementos vegetales encontrados dentro del área de proyecto.

La descripción de las comunidades vegetales localizadas tanto en el Sistema ambiental como en área de proyecto se realiza con base propuestas como la de Rzedowski (1981), Miranda y Hernández (1963), pero apegados a la nomenclatura de INEGI., mediante la carta de uso de suelo y vegetación (serie VI, escala 1:250000).

En el Sistema Ambiental es posible observar dos tipos de vegetación: Manglar y Dunas costeras, además de una condición resultante de la afectación a la vegetación original, tal es el caso de Vegetación secundaria de Manglar; y entre

los usos de suelo identificados observamos Urbano Construido, A continuación se describen los principales usos de suelo y tipos de vegetación identificados en Holbox, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI en su serie VI.

## MANGLAR

Se le conoce como manglares a los ecosistemas de zonas tropicales y subtropicales, localizados en la franja intermareal de áreas protegidas por la acción directa del oleaje, es decir, orillas de lagunas costeras, bahías protegidas y desembocaduras de ríos, donde existe influencia de agua salobre (Manrow Villalobos y Vilchez Alvarado, 2012).

Miranda y Hernández X. (1963) puntualizan a esta comunidad como una especie de selva uniforme definida claramente por un estrato arbóreo, mientras que el arbustivo y herbáceo exhibe menor número de especies. El manglar se caracteriza por la presencia de elementos que soportan altas concentraciones de sal en el suelo, así como inundaciones casi siempre permanentes (CONABIO 1998).

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas cuya altura es de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presenta los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Se desarrolla en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los ríos.

La composición florística que lo forman son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro o salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). El uso principal desde el punto de vista forestal es la obtención de taninos para la curtiduría, la madera para la elaboración de carbón, aperos de labranza y embalses. Una característica importante que presenta la madera de mangle es la resistencia a la putrefacción. Pero quizá el uso más importante que presenta el manglar es el albergue de muchas especies de invertebrados como los moluscos y crustáceos, destacando el camarón y el ostión cuyo valor alimenticio y económico es alto.

Para el Sistema ambiental crecen las cuatro especies de manglar: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. *Rhizophora mangle* se desarrolla principalmente en aéreas inundadas o hasta aquellos sitios donde la marea alta mantiene húmedo el suelo, asociado a esta podemos encontrar a *Laguncularia racemosa*, el cual, también soporta espacios breves de falta de agua, mientras que *Avicennia germinans* se desarrolla en aquellas áreas donde la sumersión es muy escasa. En lo que se refiere a *Conocarpus erectus*, se desarrolla en sitios donde el manto freático es superficial esto es, en suelos arenosos y semirocosos la mayoría de las veces no inundados. En los sitios lagunares podemos encontrar otras especies adaptadas a vivir en este medio.

## VEGETACIÓN DE MATORRAL COSTERO – DUNA COSTERA

Comunidad vegetal que se encuentra conformada por especies adaptadas a la presencia de altas concentraciones de sal y a los suelos arenosos. Las especies que la conforman son principalmente de talla baja, rastreras y/o estoloníferas, muy pocas presentan hábito arbustivo. Algunas de ellas son plantas suculentas en sus partes vegetativas y su aparición se ve favorecida debido a las altas concentraciones de salinidad ambiental o bien, a la cercanía con el manglar.

Esta comunidad vegetal se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por la presencia de plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia*

*dillenii*), riñonina (*Ipomoea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton sp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icaco*), cruceto (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sp. haerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp.*), *Ageratum littoralis*, *Portulaca oleracea*, *Canavalia rosea*, *Euphorbia buxifolia*, *Cakile lanceolata*, *Sporobolus virginicus*, *Ambrosia hispida*, *Bravaisia tubiflora*, *Thevetia gaumeri*, *Ernodea littoralis*, *Bumelia americana*, *Jaquinia aurantiaca*, *Krugiodendron ferreum*, *Metopium brownei*, *Cordia dodecandra*, y *Selenicereus donkelaarii*, entre otros.

De acuerdo con un análisis espacial realizado con el software ArcGis 10.2, se determinan las superficies totales por cada tipo de vegetación, donde se observa que la vegetación con mejor representatividad en el Sistema Ambiental es la Vegetación de Duna Costera.

Tabla 16 Superficie de los distintos usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental

ID	USO DE SUELO	ÁREA (Ha)
1	VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	2,828.87
2	MANGLAR	1,255.09
3	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE MANGLAR	257.75
4	URBANO CONSTRUIDO	133.91

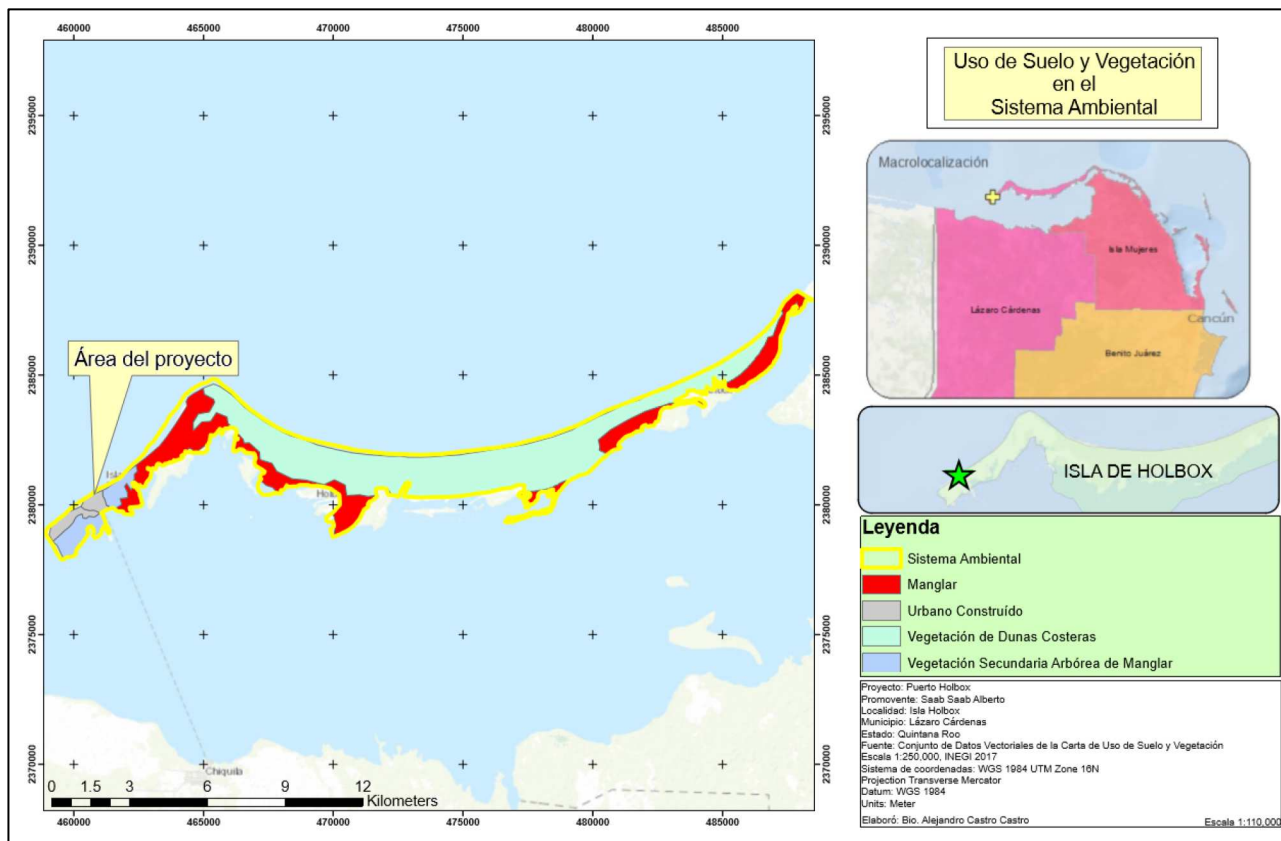


Figura 52 Uso de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental, según la Carta Serie VI de INEGI (2017)

#### IV.2.1.2 FLORA

Para la obtención de los resultados expuestos a continuación, se realizó la consulta de literatura publicada y disponible para la recopilación de datos estadísticos vinculados con aspectos ecológicos de flora.

Debido a la magnitud y diversidad de comunidades vegetales que alberga el Sistema Ambiental resulta inalcanzable tener una representación exacta de la abundancia de los elementos florísticos y la riqueza de taxa que resguarda esta Sistema Ambiental. De tal forma que con la finalidad de establecer un índice y parámetros de referencia han sido considerados los inventarios y estudios florísticos que han sido realizados dentro de la superficie comprendida por el Sistema Ambiental.

Para el Sistema Ambiental se tiene registro de 106 especies de plantas vasculares potenciales pertenecientes a 2 Clases, 28 Órdenes, 52 Familias y 99 Géneros. Del total de especies, 6 se consideran protegidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ver Tabla 13).

De acuerdo con la serie VI de la Carta de Uso de Suelo y vegetación de INEGI, la asociación vegetal que ocupa la mayor proporción territorial del Sistema Ambiental corresponde a la Duna costera, ecosistema sumamente registrado en las zonas costeras de la Península de Yucatan.

Con lo anteriormente descrito y en consideración al trabajo de diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, realizado por Rzedowski (1991), en donde se estima la existencia de 1,634 especies de plantas vasculares de en el Estado de Quintana Roo, de las cuales 19 son endémicas del Estado.

De los datos obtenidos para el presente proyecto, nos permiten generar una relación de las comunidades dominantes en el Sistema Ambiental, y en función de ello es posible inferir cuales son los componentes que pueden abundar más dentro de la superficie comprendida por la Sistema Ambiental, considerando las especies representativas de los diversos tipos de vegetación presentes descritos con anterioridad.

Tabla 17 Listado de la flora potencial para el Sistema Ambiental. En NOM-059=Norma Oficial Mexicana 059-Semarnat-2010; en End=Endemismo

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059	End
Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Cymodoceaceae	<i>Halodule wrightii</i>		
Tracheophyta	Liliopsida	Alismatales	Hydrocharitaceae	<i>Thalassia testudinum</i>		
Tracheophyta	Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>		
Tracheophyta	Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Sabal gretherae</i>		
Tracheophyta	Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Sabal gretheriae</i>	Pr	E
Tracheophyta	Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	A	
Tracheophyta	Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i>		
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus ligularis</i>		
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus planifolius</i>		

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059 End
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Fimbristylis cymosa</i>	
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Fimbristylis spadicea</i>	
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Chloris barbata</i>	
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Eragrostis excelsa</i>	
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Eragrostis prolifera</i>	
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Eustachys neglecta</i>	
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Eustachys petraea</i>	
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	
Tracheophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Zea mays</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Aster subulatus</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis heterophylla</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Borrchia arborescens</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Borrchia frutescens</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Flaveria trinervia</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Melanthera nivea</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Brassicales	Bataceae	<i>Batis maritima</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Brassicales	Brassicaceae	<i>Cakile edentula</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Brassicales	Brassicaceae	<i>Cakile lanceolata</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Brassicales	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Alternanthera flavescens</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Alternanthera halimifolia</i>	

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059 End
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Amaranthus greggii</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Atriplex cristata</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Brandesia lanceolata</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Nopalea gaumeri</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Okenia hypogaea</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Caryophyllales	Portulacaceae	<i>Portulaca rubricaulis</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Celastrales	Celastraceae	<i>Tricerna phyllanthoides</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Sideroxylon retusa</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Ericales	Theophrastaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Centrosema plumieri</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Desmanthus virgatus</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Senna racemosa</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Metastelma schlechtendalii</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Metastelma yucatanense</i>	

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059	End
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Pentalinon andrieuxii</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Gentianaceae	<i>Eustoma exaltatum</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Gentianaceae	<i>Zeltnera quitensis</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	A	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	<i>Justicia luzmariae</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	<i>Condea verticillata</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Plantaginaceae	<i>Russelia sarmentosa</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hieronymi</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Malpighiales	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	A	E
Tracheophyta	Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Sida ciliaris</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	A	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	A	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	<i>Piper pseudolindenii</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Rosales	Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Santalales	Loranthaceae	<i>Struthanthus cassythoides</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>		
Tracheophyta	Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>		

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059 End
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Cuscuta americana</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Cuscuta boldinghii</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea violacea</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Lycianthes lenta</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum donianum</i>	
Tracheophyta	Magnoliopsida	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i>	

## TRABAJO DE CAMPO PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA FLORA

### Metodología de Campo

Se realizaron recorridos directos a campo donde se llevó a cabo la colecta de datos mediante la aplicación de muestreos aleatorios en el Sistema Ambiental. Con la finalidad de obtener la estructura de la vegetación en sus diferentes formas de vida (árboles, arbustos y hierbas) se procedió a realizar un muestreo por cuadrante en 4 zonas distintas de nuestra unidad de análisis, con la finalidad de representar la condición natural, dicho muestreo consistió en realizar un censo inventariando todas las especies observadas en los cuadrantes.

Dentro de los cuadrantes se determinaron los individuos dentro de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Con base a la información obtenida en los muestreos.

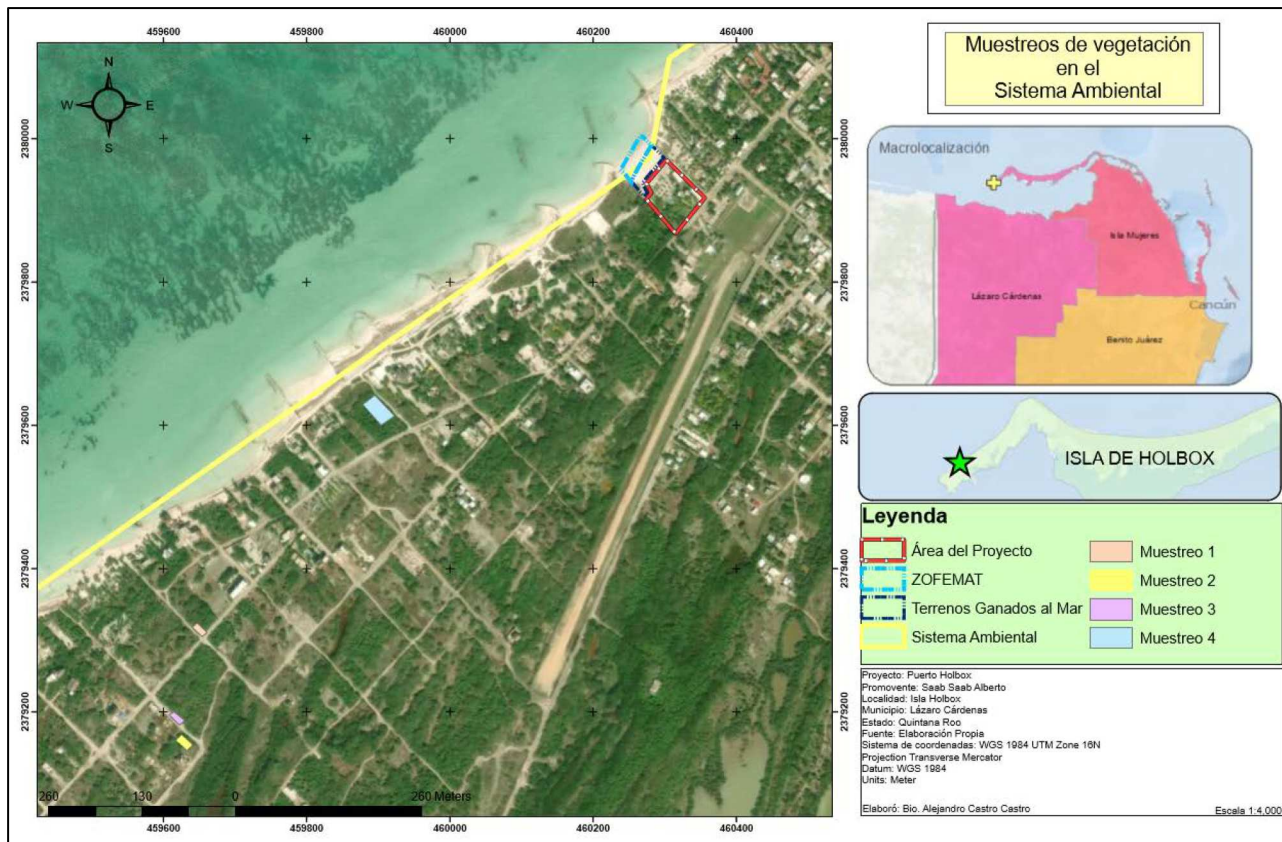


Figura 53 Muestreos de vegetación realizados en el Sistema Ambiental

Tabla 18 Coordenadas de los polígonos de muestreo de vegetación realizados dentro del Sistema Ambiental

Muestreo 1			Muestreo 2		
id	x	y	id	X	y
1	459895	2379642	1	459661	2379311
2	459878	2379629	2	459654	2379305
3	459904	2379600	3	459640	2379318
4	459923	2379613	4	459647	2379324
Muestreo 3			Muestreo 4		
id	x	y	id	X	y
1	459622	2379182	1	459625	2379168
2	459630	2379188	2	459640	2379154
3	459615	2379200	3	459633	2379147
4	459608	2379196	4	459618	2379160

A continuación, se presenta las ecuaciones para el análisis ecológico (abundancia, diversidad, etc.) para cada uno de los estratos de vegetación y grupos faunísticos:

### Abundancia

Para el análisis de la abundancia se estimó la abundancia relativa obtenida mediante la ecuación:

$$Ab.rel = \frac{ni}{N}(100)$$

Donde:

ni= número de individuos de la *i* esima especie

N= Número de individuos de todas las especies

### Frecuencia relativa

La frecuencia de un evento (*i*) es el número (*ni*) de veces que el evento ocurre en el estudio. La frecuencia relativa se refiere al total de frecuencias absolutas de todos los eventos. Es decir, el número de sitios de muestreo (*ni*) dónde una especie ocurre dividido entre la suma de todas las frecuencias y se calcula con la ecuación:

$$f_i = \frac{n_i}{N} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

### Ocurrencia relativa

La ocurrencia relativa (%) se interpreta como la proporción de los sitios de muestreo en la que se registró una especie dada, y se estima a partir de la ecuación:

$$\% \text{ de ocurrencia} = \frac{fi}{Z}(100)$$

Donde:

fi=número de sitios de muestreo donde se registró la *i*-esima especie

Z= número de sitios de muestreo

### Índice de diversidad de Shannon-Weaver

Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice Shannon-Weaver (*H'*; Shannon y Weaver, 1949) con la ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

**Donde:**

S= número de especies (riqueza de especies)

$P_i$ – abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la Xi especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

$\ln$ = logaritmo natural

La comunidad ecológica es un conjunto de especies que interactúan en tiempo y espacio. De aquí que uno de los descriptores más simple de una comunidad sea un número de especies o riqueza. Sin embargo el número de especies por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más bien raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad (Magurran, 1988), pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver ( $H'$ ).

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

### **Índice de equidad de Pielou**

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1975; Moreno, 2001).

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

**Donde:**

$H$ = diversidad

$H_{max}$ = diversidad máxima

Donde =  $H_{max} = \ln(S)$

$\ln$ = logaritmo natural

S = número de especies

## **RESULTADOS**

### **Abundancia y diversidad de flora en el Sistema Ambiental**

Para el Sistema Ambiental Se registraron 13 especies, de las cuales las 7 pertenecen al estrato arbóreo, 4 especies del estrato arbustivo y 2 al estrato herbáceo. La especie más abundante fue Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) con 136 individuos.

### Estrato Arbóreo.

Se registraron 190 individuos de 7 especies. La especie dominante fue *Conocarpus erectus* con 136 individuos siendo así el 71.58% del total y presentando un Índice de Valor de Importancia (I.V.I) de 173.93. De estas, la palma chit (*Thrinax radiata*) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ambas como categoría de "A" (amenazada).

Tabla 19 Listado de especies arbóreas registradas y su Índice de valor de importancia en el Sistema Ambiental

Nombre científico	Nombre común	End	NOM-059	Muestreos				# Ind.	Abund. Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	% Ocurrencia	Densidad (Sup. Muestreada)	Densidad Relativa	IVI
				1	2	3	4								
<i>Metopium brownei</i>	Chechen Prieto				4	8	8	30	15.79	3	23.08	75.0	0.0211267	15.78947	54.66
<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit		A	3	6			9	4.74	2	15.38	50.0	0.0063380	4.736842	24.86
<i>Chrysobalanus icaco</i>	Ciruela Blanca						6	6	3.16	1	7.69	25.0	0.0042253	3.157894	14.01
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar						3	3	1.58	1	7.69	25.0	0.0021126	1.578947	10.85
<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote de playa						2	2	1.05	1	7.69	25.0	0.0014084	1.052631	9.80
<i>Ficus sp</i>	Ficus						4	4	2.11	1	7.69	25.0	0.0028169	2.105263	11.90
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo		A	60	52	13	11	136	71.58	4	30.77	100.0	0.0957746	71.57893	173.93
<b>190</b>									<b>100.00</b>	<b>13</b>	<b>100.00</b>		<b>0.1338028</b>	<b>100</b>	<b>300.0</b>

Tabla 20 índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou del estrato arbóreo del Sistema Ambiental

Arbóreo					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Metopium brownei</i>	30	0.20547945	-1.58240924	-0.32515258
2	<i>Thrinax radiata</i>	9	0.06164384	-2.78638204	-0.17176328
3	<i>Chrysobalanus icaco</i>	6	0.04109589	-3.19184715	-0.1311718
4	<i>Coccoloba uvifera</i>	3	0.02054795	-3.88499433	-0.07982865
5	<i>Cordia dodecandra</i>	2	0.01369863	-4.29045944	-0.05877342
6	<i>Ficus sp</i>	4	0.02739726	-3.59731226	-0.0985565
7	<i>Conocarpus erectus</i>	136	0.93150685	-0.07095174	-0.06609203

TOTAL	190			-0.931338
	$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
Riqueza S=	7			
Resultado: H' =	0.9313383			
Resultado: J' =	0.4786132			

El índice de Shannon nos indica que los valores varían de 0.5-5, aunque su valor normal es de entre 2-3. Estos valores nos indican la diversidad de un ecosistema, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con altos valores evidentemente son los bosques tropicales y arrecifes de coral y los de menor diversidad son las zonas desérticas.

Para la zona del Sistema Ambiental se estimó un índice de diversidad de árboles de  $H'=0.93$  siendo un valor bajo y un índice de equidad de  $J'=0.48$  lo que indica que la comunidad arbórea en los sitios de muestreo tiende enormemente a la homogeneidad.

### Estrato Arbustivo

Se registraron 79 individuos de 4 especies. La especie dominante fue *Acanthocereus tetragonus* con 45 individuos siendo así el 56.96 % del total y presentando un Índice de Valor de Importancia (I.V.I) de 147.26. De las anteriores solo se registró a *Opuntia stricta* como especie Endémica, además de que no se encontraron especies de este estrato catalogadas con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 21 Listado de especies arbustivas registradas y su Índice de valor de importancia en el Sistema Ambiental

Nombre científico	Nombre común	End	NOM-059	Muestreos				# In d.	Abun. Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	% de Ocurrencia	Densidad (Sup. Muestreada)	Densidad Relativa	IVI
				1	2	3	4								
<i>Bonellia macrocarpa</i>	Lengua de gallo			4	1	3	1	24	30.38	4	33.33	100.0	0.0163043	30.37974	94.09
<i>Opuntia stricta</i>	Tsakam	E		1			3	4	5.06	2	16.67	50.0	0.00271739	5.0632914	26.79
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Nun tsutsuy			3	5	8	9	45	56.96	4	33.33	100.0	0.03057065	56.9620253	147.26
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	pitaya			2			4	6	7.59	2	16.67	50.0	0.00407609	7.59493671	31.86
								79	100.00	12	100.00		0.05366848	100	300.00

Tabla 22 índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou del estrato arbustivo.

Arbustivo

No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Bonellia macrocarpa</i>	24	0.303797468	-1.191394022	-0.361942488
2	<i>Opuntia stricta</i>	4	0.050632911	-2.983153491	-0.151045746
3	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	45	0.569620253	-0.562785363	-0.320573941
4	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	6	0.075949367	-2.577688383	-0.195773801
<b>TOTAL</b>		79			<b>-1.029335976</b>
		<b>Σni=N</b>	<b>Σni=Pi</b>		<b>Σpi x ln(Pi)</b>
<b>Riqueza S=</b>		<b>4</b>			
<b>Resultado: H' =</b>		<b>1.029335976</b>			
<b>Resultado: J' =</b>		<b>0.7425</b>			

Para el muestreo en Sistema Ambiental se estimó un índice de diversidad de  $H'=1.029$  siendo un valor bajo y un índice de equidad de  $J'=0.74$  lo que indica que la comunidad arbustiva en los sitios de muestreo tiende a la homogeneidad.

#### Estrato Herbáceo.

Se registraron 7 individuos de 2 especies. La especie dominante fue *Bravaisia tubiflora* con 5 individuos representando el 50% del total y presentando un Índice de Valor de Importancia (I.V.I) de 133.33. De estas, ninguna se encuentra dentro del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### Herbáceas

Nombre científico	Nombre común	End	NOM-059	# Individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	% de Ocurrencia	Densidad (Sup. Muestreada)	Densidad Relativa	Índice de Valor de importancia
<i>Coccoloba uvifera</i>	uva de mar			2	28.57	1	50.00	100.0	0.00524	28.57	107.14
<i>Bravaisia tubiflora</i>	hulub			5	71.43	1	50.00	100.0	0.01311	71.42	192.86
				<b>7</b>	<b>100.00</b>	<b>2</b>	<b>100.00</b>		<b>0.01836</b>	<b>100</b>	<b>300.00</b>

#### IV.2.1.3 FAUNA

Es importante aclarar que la información que se presenta en la Manifestación de Impacto Ambiental hace referencia al área de estudio (Sistema Ambiental), de la cual se describe el proceso de delimitación de la misma. Al respecto cabe mencionar que dicha área de estudio solo se muestreo las zonas aledañas y representativas del Área del Proyecto, cuya

información es el objeto del estudio, con la finalidad de poder definir y evaluar de manera precisa y objetiva los posibles efectos que se pudieran presentar por el desarrollo del proyecto.

Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

En este apartado se describe los métodos utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización de la fauna silvestre existente en el Sistema Ambiental, misma que consistió en la observación directa de los cuatro grupos de vertebrados terrestres principales (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), y la compilación de un listado de las especies observadas y potenciales. Sin embargo, con el trabajo de campo realizado no se puede aseverar que se tiene un inventario completo de la fauna de vertebrados de la zona, pero se tiene la suficiente información para establecer una caracterización general de la fauna existente en el área de estudio.

## MATERIALES Y METODOS

Los métodos utilizados para la búsqueda de información y muestreo de fauna se llevaron a cabo en dos etapas, las cuales se describen a continuación:

**PRIMERA ETAPA:** En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar, así como para conocer el estado que tienen las poblaciones que allí se distribuyen.

**SEGUNDA ETAPA:** Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo que consistió en muestreos y observaciones de fauna en áreas representativas del Sistema Ambiental, esto es, en los sitios donde se realizaron los muestreos de vegetación y en los caminos de traslado a los sitios y que se ubican dentro del SA.

## MÉTODOS DE MUESTREOS

Para cada grupo de vertebrados se utilizaron distintos métodos de muestreo que se describen a continuación.

### Herpetofauna

Primera etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la herpetofauna de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar. Como resultado de esta etapa se obtuvo el listado potencial de herpetofauna para el Sistema Ambiental que corresponde a 117 especies representadas en 33 familias y 5

órdenes. En el listado potencial se reportan 47 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de protección; 9 amenazadas y 38 en protección especial. Además 24 especies endémicas.

Tabla 23 Listado potencial de la herpetofauna. Se muestra la categoría de endemismo y el régimen de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A= amenazada, Pr= protección especial, E= endémica de México.

Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endémica
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>		
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>		
Amphibia	Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor yucatanensis</i>	Pr	E
Amphibia	Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus planirostris</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Triprrion petasatus</i>	Pr	
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus ebraccatus</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Trachycephalus venulosus</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Scinax stauferi</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Triprrion petasatus</i>	Pr	E
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla picta</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla loquax</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Scinax stauferi</i>		
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i>		
Amphibia	Anura	Leiuperina	<i>Engystomops pustulosus</i>		
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>		
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>		
Amphibia	Anura	Microhylidae	<i>Gastrophryne elegans</i>	Pr	
Amphibia	Anura	Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>		
Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Pr	
Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Pr	
Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i>		
Amphibia	Anura	Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Pr	
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa rufescens</i>	Pr	
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa mexicana</i>	Pr	
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Pr	E
Reptilia	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Pr	
Reptilia	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Pr	

Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endémica
Reptilia	Squamata	Anguidae	<i>Celestus rozellae</i>	Pr	
Reptilia	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	A	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Ramphotyphlops braminus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes meridanus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes schmidtii</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes imperialis</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Pr	E
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Imantodes tenuissimus</i>	Pr	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Ramphotyphlops braminus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Amerotyphlops microstomus</i>		E
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Conophis lineatus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	A	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	A	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Staurotypus triporcatus</i>	A	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Stenorrhina freminvillei</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Sibon nebulatus</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tropidodipsas fasciata</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tropidodipsas fischeri</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tantilla moesta</i>		E
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tantillita canula</i>		E
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Porthidium yucatanicum</i>	Pr	E
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Symphimus mayae</i>	Pr	E
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Pr	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis marcianus</i>	A	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis proximus</i>	A	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tantilla cuniculator</i>	Pr	E
Reptilia	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Pr	
Reptilia	Squamata	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	A	
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>		
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus turcicus</i>		

Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endémica
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	A	
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura alfredschmidti</i>		E
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura defensor</i>	P	E
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana</i>	Pr	
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus lundelli</i>		E
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		E
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Pr	E
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>		
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus serrifer</i>		
Reptilia	Squamata	Polychridae	<i>Anolis sagrei</i>		
Reptilia	Squamata	Polychridae	<i>Anolis lemurinus</i>		
Reptilia	Squamata	Polychridae	<i>Anolis rodriguezi</i>		
Reptilia	Squamata	Polychridae	<i>Anolis sericeus</i>		
Reptilia	Squamata	Polychridae	<i>Anolis biporcatus</i>		
Reptilia	Squamata	Polychridae	<i>Anolis tropidonotus</i>		
Reptilia	Squamata	Polychridae	<i>Anolis barkeri</i>		
Reptilia	Squamata	Scincidae	<i>Mesoscincus schwartzei</i>		E
Reptilia	Squamata	Scincidae	<i>Mabuya unimarginata</i>		
Reptilia	Squamata	Scincidae	<i>Sphenomorphus cherriei</i>		
Reptilia	Squamata	Scincidae	<i>Eumeces sumichrasti</i>		
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>		
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>		E
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus cozumela</i>		E
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus rodecki</i>		E
Reptilia	Squamata	Typhlopidae	<i>Pseustes poecilonotus</i>		
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Agkistrodon bilineatus russeolus</i>		E
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus simus tzabcan</i>		E
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>		
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Sibon sanniolus</i>		E
Reptilia	Squamata	Xantusiidae	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Pr	
Reptilia	Squamata	Xenosauridae	<i>Xenodon rabdocephalus</i>		
Reptilia	Testudines	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	A	
Reptilia	Testudines	Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	P	
Reptilia	Testudines	Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	P	
Reptilia	Testudines	Cheloniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i>	P	
Reptilia	Testudines	Cheloniidae	<i>Lepidochelys kempii</i>	P	

Clase	Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endémica
Reptilia	Testudines	Chelydridae	<i>Chelydra serpentina</i>	Pr	
Reptilia	Testudines	Dermatemydidae	<i>Dermatemys mawii</i>	P	
Reptilia	Testudines	Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	P	
Reptilia	Testudines	Emydidae	<i>Terrapene carolina</i>	Pr	
Reptilia	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	Pr	
Reptilia	Testudines	Emydidae	<i>Terrapene yucatana</i>		E
Reptilia	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys venusta</i>		
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	<i>Claudius angustatus</i>	P	
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon acutum</i>	Pr	
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr	
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon leucostomum</i>	Pr	
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Spilotes pullatus</i>		

**Segunda etapa:** Se utilizó el método de transecto de ancho fijo para la búsqueda intensiva tratando de abarcar la mayor área posible. Se realizaron 9 transectos, con una longitud de 100 m y un ancho de 3 m a cada lado, ya sea en línea recta o de forma irregular de acuerdo a la disponibilidad de caminos o veredas. Los muestreos se realizaron durante el día y la noche entre las 08:00-12:00 hrs y las 18:00-21:00 hrs. Cada transecto se caminó lentamente a través del área revisando cada micro hábitat potencial donde localizar a la herpetofauna. Se revisaron todos los microhábitats posibles: en el suelo, bajo rocas, hojarasca y troncos caídos, árboles, orillas de cuerpos de agua, raíces y cercados.

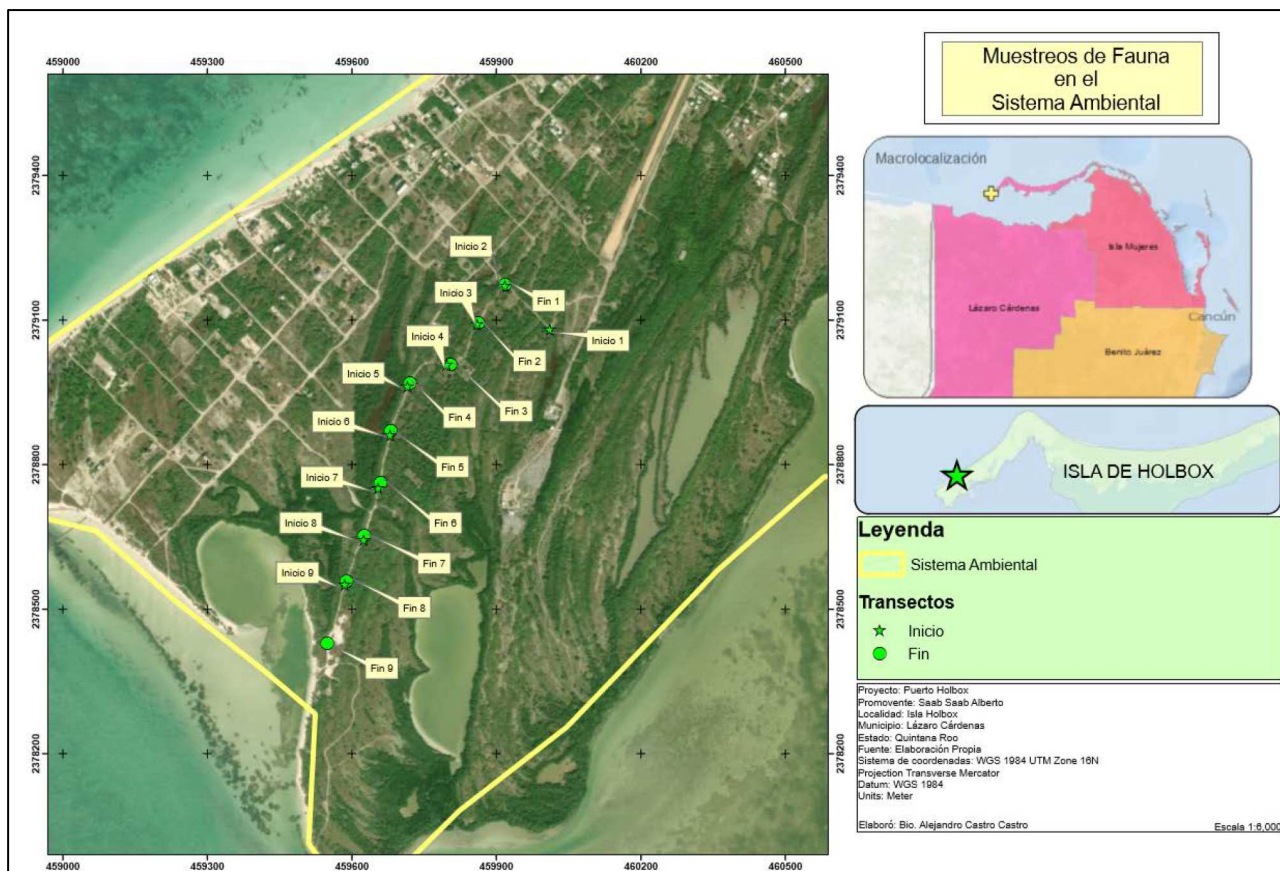


Figura 19. Localización de los transectos para el muestreo de herpetofauna en el Sistema Ambiental. Las coordenadas (UTM WGS84 16Q) de los puntos iniciales y finales de los transectos para el muestreo de la herpetofauna.

Tabla 24 Coordenadas del inicio y fin de los transectos realizados para el muestreo de herpetofauna

ID	Nombre	X	Y
1	transecto ini 1	460010	2379081
2	Transecto fin 1	459917	2379173
3	Transecto ini 2	459917	2379171
4	Transecto fin 2	459862	2379093
5	Transecto ini 3	459860	2379091
6	Transecto fin 3	459804	2379007
7	Transecto ini 4	459797	2379007
8	Transecto fin 4	459720	2378969
9	Transecto ini 5	459715	2378962
10	Transecto fin 5	459680	2378869

ID	Nombre	X	Y
11	Transecto ini 6	459679	2378862
12	Transecto fin 6	459659	2378762
13	Transecto ini 7	459654	2378750
14	Transecto fin 7	459625	2378652
15	Transecto ini 8	459624	2378644
16	Transecto fin 8	459588	2378557
17	Transecto ini 9	459585	2378552
18	Transecto fin 9	459548	2378428

## Determinación taxonómica de las especies

La determinación específica de los individuos se realizó utilizando las claves para anfibios y reptiles de Casas Andreu y McCoy (1979), así como las guías de anfibios y reptiles del Este y Centro de América de Conant y Collins (1998) además de las fichas para cada especie publicadas en el Catálogo de Anfibios y Reptiles Americanos, editado por la Society for the Study of Amphibians and Reptiles (SSAR).

## Avifauna

**Primera etapa:** Dentro del Sistema Ambiental habitan potencialmente 157 especies de aves pertenecientes a 18 órdenes, y 43 familias (Howell y Webb 1995). De las cuales 15 especies se consideran bajo alguna categoría de riesgo de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; 2 Amenazada y 13 en protección especial. Así mismo 1 especies se considerada endémica, 7 cuasiendémicas y 1 semiendémicas, es decir, especies endémicas a un país o a una región durante una época del año.

Tabla 25 Listado potencial de la avifauna del Sistema Ambiental. Se muestra la categoría de endemismo y el régimen de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A= amenazada, P= en peligro de extinción, Pr= protección especial, E=Endémico.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	End
Suliformes	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Bobo Café		
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano Blanco		
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano Pardo		
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Oliváceo		CE
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán Orejudo		
Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga Americana		
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fregata Magnífica		SE
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza- Tigre Mexicana		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Blanca		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garceta Pie-Dorado		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta Azul		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garceta Tricolor		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta Rojiza		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	End
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garceta Verde		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete Corona Negra		
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Pedrete Corona Clara		
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis Blanco		
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis Cara Oscura		
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula Rosada		
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana		
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común		
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura		
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus ruber</i>	Flamenco Americano	Pr	
Anseriformes	Anatidae	<i>Mergus serrator</i>	Mergo Copetón		
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán Pescador		
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán Caracolero		
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Trogón violáceo		
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	Pr	
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón Guaco		
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Vetula		
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo Gris		
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo Nevado	Pr	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo Pico Grueso		
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo Semipalmeado		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	End
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius melodus</i>	Chorlo Chiflador		
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Tildío		
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Americano		
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero Americano		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla Mayor		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla Menor		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero Solitario		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero Pihuiuí		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Alzacolita		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito Pico Largo		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiédras Rojizo		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero Blanco		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero Semipalmeado	P	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	Playero Occidental		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero Chichicuilete		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alpina</i>	Playero Dorso Rojo	A	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero Pico Corto		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona Común		
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota Reidora		
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota Pico Anillado		
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota Plateada		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	End
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus fuscus</i>	Gaviota Sombria	A	
Charadriiformes	Laridae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Charrán Pico Grueso		
Charadriiformes	Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán Caspia	Pr	
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán Real		
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán De Sandwich	Pr	
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna antillarum</i>	Charrán Mínimo		
Charadriiformes	Laridae	<i>Chlidonias niger</i>	Charrán Negro		
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica		
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma Manchada		
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Ala Blanca		
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	Paloma Aurita		
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota		
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola Coquita		
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola Rojiza		
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila Swainson</i>	Paloma Cabeza Ploma		
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma Caribeña		
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico Pecho Sucio		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	Cuculillo Manglero		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo Canela (Ardilla)		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos Tropical		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Pico Liso		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	End
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí Garganta Negra	Pr	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda Tijereta		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Yucateco		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí Cola Hendida		
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí		
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i>	Trogón Violáceo		
Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto Ceja Azul		
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín-Pescador Norteño		
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín- Pescador Verde		
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero Yucateco		
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje		
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero Lampiño (Norteño)		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia martinica</i>	Elenia Caribeña		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla Amarillo		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero Mímimo		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Tirano	Pr	CE

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	End
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Legatus leucophaeus</i>	Papamoscas Pirata		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano Silbador		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano- Tijereta Rosado		
Passeriformes	Cotingidae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero- Cabezón Degollado		CE
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojo Blanco		
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo Manglero		
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo Garganta Amarilla	P	
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	Vireo Yucateco		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina Acerada		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina Bicolor		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina Manglera		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Ala Aserada		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta		
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	(Zorzal) Mirlo Primavera		
Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Maullador Gris		
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Maullador Negro		
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle Tropical		CE
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe Corona Naranja		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	End
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	Parula Norteña		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe De Magnolia		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Coronado		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe Mejilla Dorada		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe Dorso Verde	Pr	
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe Garganta Amarilla		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe Playero		
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe Flameante		
Passeriformes	Parulidae	<i>Seiurus aurocapillus</i>	Chipe Suelero		
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero		
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común		
Passeriformes	Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita-Mielera		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja		
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia Garganta Amarilla		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero De Collar		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo		CE
Passeriformes	Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión Sabanero		
Passeriformes	Emberizidae	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión Chapulín	Pr	
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Caryothraustes poliogaster</i>	Picogordo Cara Negra		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	End
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Pecho Rosa		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín Azul		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	Pr	
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo Sargento		
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor		CE
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mexicano		
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojo Rojo		CE
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero Castaño		
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero Encapuchado	P	E
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus prothemelas</i>	Bolsero capucha negra		
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero Yucateco		
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero De Altamira		
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero De Baltimore		

**Segunda etapa:** El muestreo de la avifauna consistió en el método de puntos de conteo. Se realizaron 9 puntos de conteo de radio fijo de 25 m. Esta técnica consiste en identificar y contar aves desde un sitio definido denominado "punto de conteo". El punto de conteo abarca una superficie circular de 25 m de radio y dentro del mismo, el monitor deberá contar todas las aves que vea y escuche a lo largo de un periodo de 5 minutos. Durante el periodo de muestreo habrá que evitar contar en más de una ocasión a un mismo individuo. Una vez pasados los 5 minutos de observación, el monitor deberá llevar a cabo un nuevo muestreo en un punto de conteo diferente (Ortega-Álvarez et al., 2012).

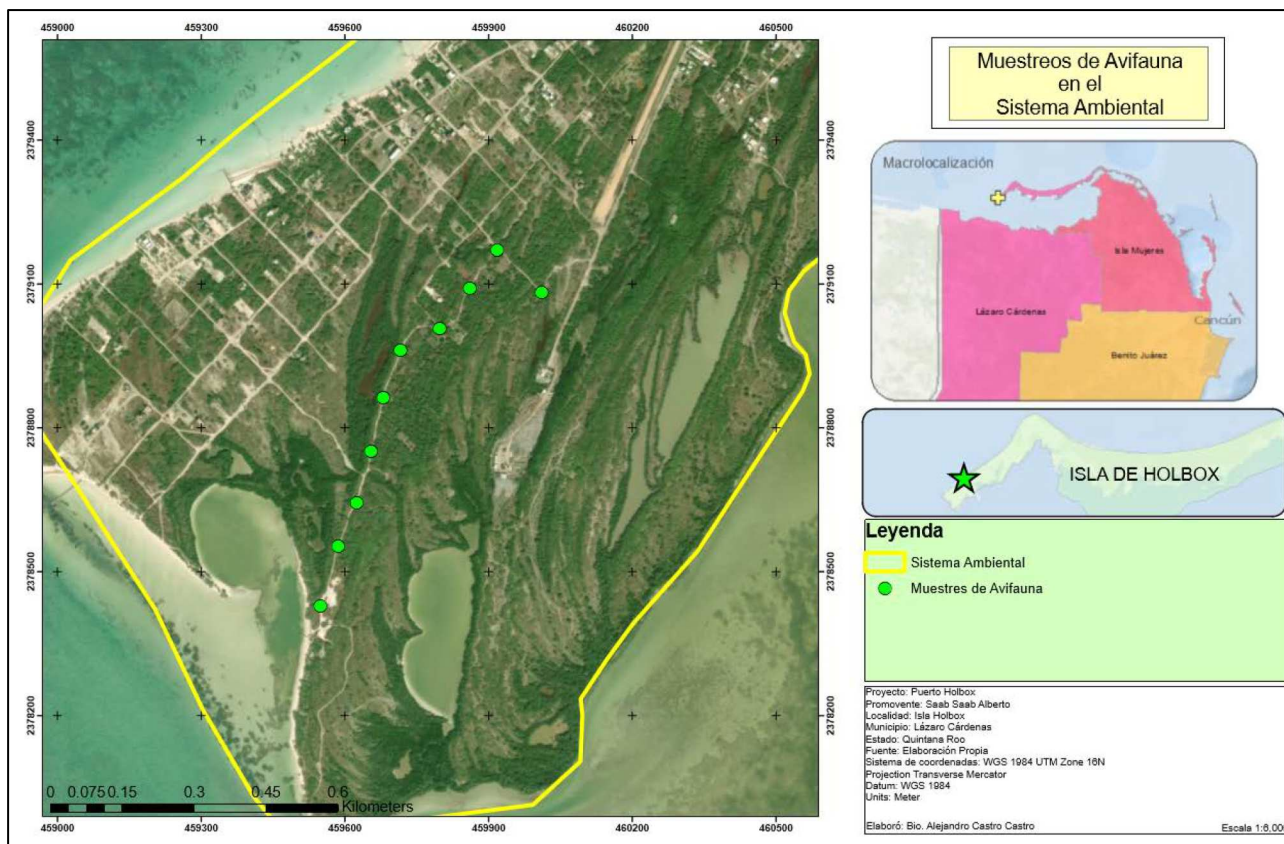


Figura 54 Localización de los puntos de conteo para el muestreo de la avifauna en el Sistema Ambiental. Las coordenadas (UTM WGS84 16Q) de los puntos de conteo para el muestreo de la avifauna.

ID	Nombre	X	Y
1	punto 1	460010	2379081
2	punto 2	459917	2379171
3	punto 3	459860	2379091
4	punto 4	459797	2379007
5	punto 5	459715	2378962
6	punto 6	459679	2378862
7	punto 7	459654	2378750
8	punto 8	459624	2378644
9	punto 9	459585	2378552
10	punto 10	459548	2378428

### Determinación taxonómica de las especies

Las especies de aves se determinaron utilizando las guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998) actualizada hasta su suplemento 52 (Chesser et al., 2011). Los nombres comunes en español fueron de acuerdo a lo sugerido por Escalante et al. (1996). Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinó con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010). Las categorías de endemismo de las especies son de acuerdo a lo propuesto por González-García y Gómez de Silva Garza (2003): E para especies endémicas (especies que se restringen a una región geográfica y no se encuentran en ningún otro lugar), CE para especies cuasiendémicas (especies cuya distribución se extiende fuera de México en un área no mayor a 35,000 km<sup>2</sup>), y SE para especies semiendémicas (especies endémicas a un país o a una región durante una época del año), estas categorías de endemismos aplican exclusivamente a la ornitofauna.

## Mamíferos

**Primera Etapa:** De acuerdo a la revisión bibliográfica, en el área de estudio habitan potencialmente 72 especies de mamíferos incluidas en 24 familias y 8 órdenes. De las cuales 17 especies se consideran bajo la categoría de amenazada y una bajo protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 4 son endémicas.

Tabla 26 Mastofauna que potencialmente podría ocurrir en el Sistema Ambiental, se muestra su categoría de endemismo y prioridad de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr= Protección especial, A= Amenazada, E=Endémica.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN ESPAÑOL	NOM	Endémica
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecari de collar		
Artiodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir de Baird	P	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Tamandúa norteño	P	
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		
Chiroptera	Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago barba arrugada norteño		
Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón menor		
Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago bigotudo de Parnell		
Chiroptera	Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago oreja embudo mexicano		
Chiroptera	Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago pescador mayor		
Rodentia	Agoutidae	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle		
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque Centroamericano		
Rodentia	Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puercoespín Mexicano		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Temazate rojo		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño		
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño		
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Marmosa mexicana</i>	Tlacuache ratón mexicano		
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatrojos gris		

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN ESPAÑOL	NOM	Endémica
Primates	Cebidae	<i>Alouatta pigra</i>	Saraguato Yucateco	P	
Primates	Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña Centroamericano	P	
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas		
Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria de río Sudamericana	A	
Carnivora	Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo narigón rayado		
Carnivora	Mustelidae	<i>Spilogal putorius</i>	Zorrillo manchado común		
Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tayra	P	
Carnivora	Mustelidae	<i>Galictis vittata</i>	Grisón	A	
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja cola larga		
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Kinkajou	Pr	
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle tropical	Pr	
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí nortño		
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache común		
Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouarondi</i>	Yaguarundi, Leoncillo	A	
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P	
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Margay	P	
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma		
Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	P	
Chiroptera	Molossidae	<i>Eumops bonariensis</i>	Murciélago con bonete enano	Pr	
Chiroptera	Molossidae	<i>Eumops glaucinus</i>	Murciélago con bonete de Wagner		
Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago mastín negro		
Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus sinaloae</i>	Murciélago mastín de Sinaloa		
Chiroptera	Molossidae	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Murciélago cola suelta ancha		
Chiroptera	Molossidae	<i>Promops centralis</i>	Murciélago mastín mayor		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Diphylla ecaudata</i>	Vampiro pata peluda		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón común		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chrotopterus auritus</i>	Vampiro falso lanudo	A	
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Miotis pata peluda		
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago cola peluda de Blossevilli		
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago cola peluda amarillo		
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago cola peluda nortño		
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Rhogeessa aeneus</i>	Murciélago amarillo Yucateco		

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN ESPAÑOL	NOM	Endémica
Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón espinoso Yucateco		
Rodentia	Muridae	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Rata arrozera pigmea		
Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrozera de Coues		
Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys melanotis</i>	Rata arrozera orejas negras		
Rodentia	Muridae	<i>Otodylomys phyllotis</i>	Rata trepadora orejas grandes		
Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón Yucateco		E
Rodentia	Muridae	<i>Reithrodontomys gracilis</i>	Ratón cosechero delgado	A	E
Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera crespá		
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla de Deppe		
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla Yucateca		E
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro menor		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón de Pallas		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago espada de Tomas	A	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Mimon bennettii</i>	Murciélago dorado		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago frutívoro de Allen		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutívoro de Jamaica		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélago cara arrugada		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago frutero pigmeo		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor		
Chiroptera	Molossidae	<i>Molossus ater</i>	Murciélago mastín negro		

**Segunda etapa:** Para el muestreo de mamíferos se utilizaron 4 métodos de acuerdo a las características biológicas de cada grupo, principalmente su tamaño y sus hábitos: 1) Búsqueda de huellas y rastros, 2) Estaciones olfativas para mamíferos medianos y grandes.

### 1.-Búsqueda de huellas y rastros

Se realizaron 9 transectos a pie tierra a lo largo de brechas y veredas dentro del Sistema Ambiental. En cada transecto se abarcó una longitud de 100 m por 20 m de ancho en los que se buscaron evidencias de la presencia de cualquier especie de mamífero, como: avistamientos, madrigueras, huellas, excretas o signos de su presencia. Los sitios elegidos en cada caso obedecieron en primer término a la representatividad de los tipos de vegetación y en segundo término al terreno que permita la permanencia de huellas, excretas, letrinas, cadáveres o pelos de guarda, siguiendo las recomendaciones de Aranda (2000).

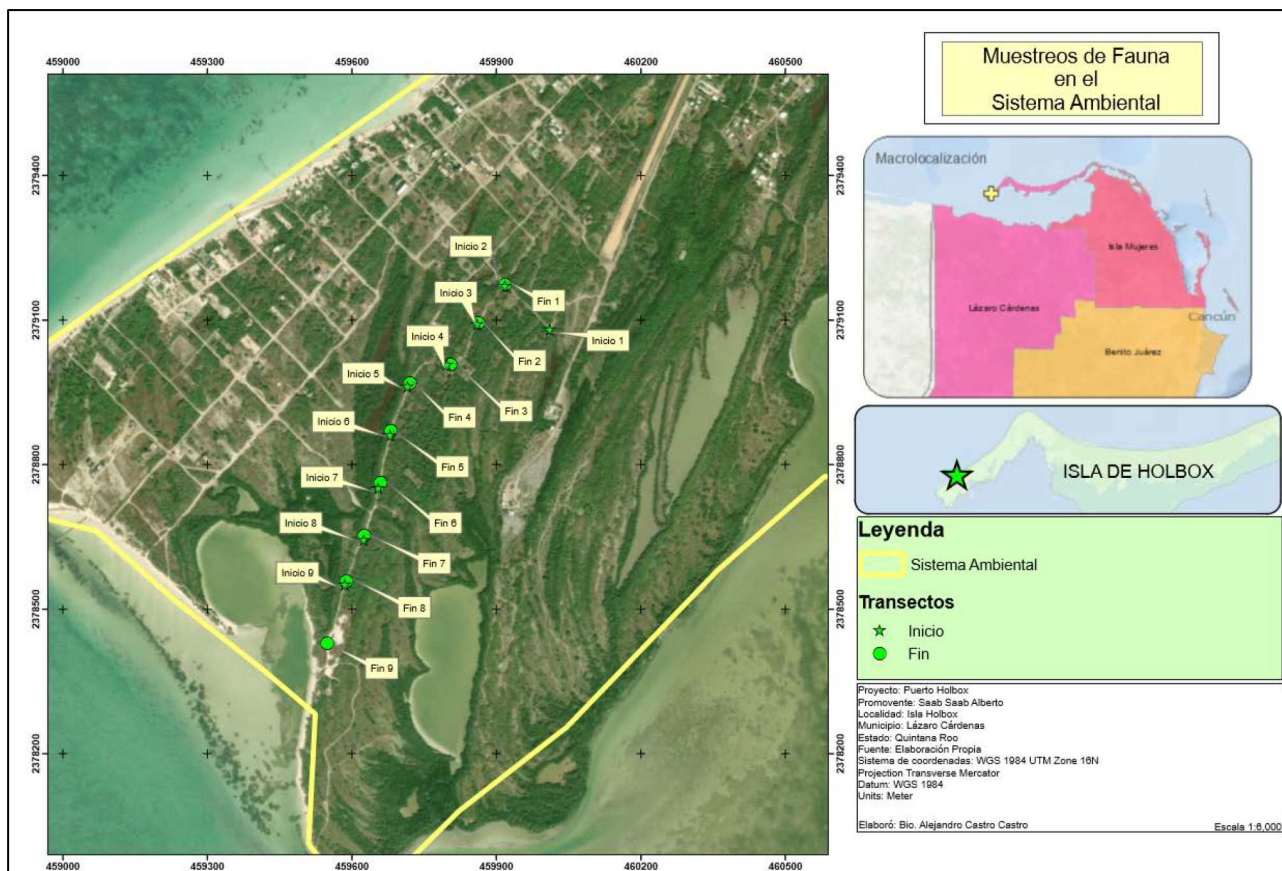


Figura 55 Localización de los transectos para el muestreo de herpetofauna en el Sistema Ambiental. Las coordenadas (UTM WGS84 16Q) de los puntos iniciales y finales de los transectos para el muestreo de mastofauna.

Tabla 27 Coordenadas del inicio y fin de los transectos realizados para el muestreo de mamíferos

ID	Nombre	X	Y
1	transecto ini 1	460010	2379081
2	Transecto fin 1	459917	2379173
3	Transecto Ini 2	459917	2379171
4	Transecto fin 2	459862	2379093
5	Transecto ini 3	459860	2379091
6	Transecto fin 3	459804	2379007
7	Transecto ini 4	459797	2379007
8	Transecto fin 4	459720	2378969
9	Transecto ini 5	459715	2378962
10	Transecto fin 5	459680	2378869
11	Transecto ini 6	459679	2378862

ID	Nombre	X	Y
12	Transecto fin 6	459659	2378762
13	Transecto ini 7	459654	2378750
14	Trasecto fin 7	459625	2378652
15	Transecto ini 8	459624	2378644
16	Transecto fin 8	459588	2378557
17	Transecto ini 9	459585	2378552
18	Transecto fin 9	459548	2378428

## 2.- Estaciones olfativas para mamíferos medianos y grandes

Se activaron un total de 3 estaciones olfativas con una duración de 1 noche cada una y con una separación de al menos 150 metros lineales entre cada una. El registro se realizó método: fotográfico, el cebo empleado fue una combinación de carnívoro y frutal.

Para el método suelen tomarse en cuenta sólo las visitas de la especie de interés, pero debido a que es prioridad el registro de la diversidad de especies en la zona, se registraron todas las especies de mamíferos silvestres capturados o que haya visitado la estación olfativa. Ninguna estación olfativa fue dañada, de manera que se considera que todas las estaciones olfativas se encontraron activas y operantes durante el periodo de muestreo.

### Determinación taxonómica de las especies

Las especies de mamíferos se identificaron mediante el uso de guías de campo in situ y mediante la contrastación de medidas externas y características de los individuos colectados, según bibliografía pertinente: Villa y Cervantes (2002) y Hall (1981).

### MODELOS Y ECUACIONES UTILIZADOS PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS BIÓTICOS DE LOS GRUPOS FAUNÍSTICOS.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad.

### Abundancia relativa

La abundancia relativa es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás, es decir, el número de individuos de una especie con respecto a otra especie. Y se obtiene de la ecuación:

$$Ab\ rel = (n_i/N) * 100$$

Donde:

$n_i$  = número de individuos de la especie i

$N$  = número total de individuos de todas las especies

### Frecuencia relativa

La frecuencia de un evento (i) es el número ( $n_i$ ) de veces que el evento ocurre en el estudio. La frecuencia relativa se refiere al total de frecuencias absolutas de todos los eventos. Es decir el número de sitios de muestreo ( $n_i$ ) dónde una especie ocurre dividido entre la suma de todas las frecuencias y se calcula con la ecuación:

$$f_i = \frac{n_i}{N} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

### Ocurrencia relativa

La ocurrencia relativa (%) se interpreta como la proporción de los sitios de muestreo en la que se registró una especie dada, y se estima a partir de la ecuación:

$$\% \text{ de ocurrencia} = \frac{f_i}{Z} (100)$$

**Donde:**

$f_i$  = número de sitios de muestreo donde se registró la i-esima especie

$Z$  = número de sitios de muestreo

### Índice de diversidad de Shannon-Weaver

Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice Shannon-Weaver ( $H'$ ; Shannon y Weaver, 1949) con la ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

**Donde:**

$S$  – número de especies (riqueza de especies)

$p_i$  – abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la Xi especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

La comunidad ecológica es un conjunto de especies que interactúan en tiempo y espacio. De aquí que uno de los descriptores más simple de una comunidad sea un número de especies o riqueza. Sin embargo el número de especies por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más bien raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad (Magurran 1988), pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver ( $H'$ ).

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

### Índice de equidad de Pielou

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1975; Moreno, 2001).

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

**Donde:**

$H$  = diversidad

$H_{max}$  = diversidad máxima

**Donde** =  $H_{max} = \ln(S)$

$S$  = número de especies

### Especies prioritarias

Para verificar el estatus de conservación de las especies registradas se utilizó el criterio de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y especies endémicas.

#### IV.2.1.4 RESULTADOS

### Herpetofauna

La riqueza específica ( $S$ ) registrada dentro del Sistema Ambiental fue de 4 especies de reptiles y 2 de anfibios pertenecientes a 6 familias. Del total de especies, 2 de ellas tienen categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en protección especial.

Tabla 28 Especies de herpetofauna registrada durante el trabajo de campo en el Sistema Ambiental. Se muestra su categoría de endemismo y prioridad de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A=amenazada, Pr= Protección especial, E= endémica.

Orden	Familia	Especie	Español	NOM-059	Endémico	Abundancia
Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	rana de árbol mexicana común			1
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	sapo gigante			5
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	iguana rayada	A		3
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	geco casero bocón			2
Squamata	Polychridae	<i>Anolis lemurinus</i>	anolis fantasma			8
Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	A		1

### Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de la herpetofauna en el Sistema Ambiental

#### ABUNDANCIA

Se registraron 20 individuos de 6 especies. Las especies más abundantes fueron el anolis fantasma (*Anolis lemurinus*) con 8 y el Sapo gigante (*Rhinella marina*) con 5 individuos registrados. Sin embargo, esta dominancia en la abundancia es relativa ya que 8 individuos por especie son pocos considerando el área explorada.

### FRECUENCIA

Las especies con mayor frecuencia relativa fueron la *Rhinella marina* y *Anolis lemurinus* con el 30.8 cada una.

### ABUNDANCIA RELATIVA

Las especies con la mayor abundancia relativa fueron *Anolis lemurinus* (42.1%).

### PORCENTAJE DE OCURRENCIA

La especie con mayor porcentaje de ocurrencia fue *Anolis lemurinus* con el 66.7 %.

Tabla 29 Abundancia relativa y frecuencia relativa de la Herpetofauna en el Sistema Ambiental.

Nombre científico	# Individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	% de Ocurrencia
<i>Smilisca baudinii</i>	1	5	2	10	22.2
<i>Rhinella marina</i>	5	25	4	20	44.4
<i>Ctenosaura similis</i>	3	15	4	20	44.4
<i>Hemidactylus frenatus</i>	2	10	2	10	22.2
<i>Anolis lemurinus</i>	8	40	6	30	66.7
<i>Boa constrictor</i>	1	5	2	10	22.2
	20	100.0	20	100.0	

Tabla 30 Índice de Diversidad de la herpetofauna en el Sistema Ambiental

Anfibios y Reptiles					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Smilisca baudinii</i>	1	0.05	-2.99573227	-0.14978661
2	<i>Rhinella marina</i>	5	0.25	-1.38629436	-0.34657359
3	<i>Ctenosaura similis</i>	3	0.15	-1.89711998	-0.284568
4	<i>Hemidactylus frenatus</i>	2	0.1	-2.30258509	-0.23025851
5	<i>Norops lemurinus</i>	8	0.4	-0.91629073	-0.36651629
6	<i>Boa constrictor</i>	1	0.05	-2.99573227	-0.14978661
	<b>TOTAL</b>	20			<b>-1.52749</b>

	$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$	$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
Riqueza S=	6		
Resultado: H' =	1.5274896		
Resultado: J' =	0.8525082		

El valor estimado de Shannon muestra que dentro del Sistema Ambiental existe una diversidad baja respecto a la herpetofauna. Sin embargo, es importante recalcar que los resultados obtenidos en este estudio son solo referentes a la ventana espacio-temporal en el cual fue realizado el trabajo de campo.

## Aves

En los sitios de muestreo dentro del Sistema Ambiental se registraron 163 individuos de aves pertenecientes 36 especies en 10 órdenes. De estas especies, dos especies se encuentran bajo protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así mismo, 1 endémica.

Tabla 31 Lista taxonómica de las especies de aves registradas en los sitios de muestreo dentro del Sistema Ambiental. Se muestra su categoría de endemismo y estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Protección especial. E: Endémica, CE; Cuasiendémica, SE; Semiendémica.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Endémico	abundancia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	colibrí canela			2
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cyanthus latirostris</i>	colibrí pico ancho			3
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	chorlo tildío			1
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	playero pihuiú			1
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	garza blanca			2
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	garza morena			1
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	garceta verde			1
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	garceta azul			1
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	garceta rojiza			1
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	garceta pie-dorado			4
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	garceta tricolor			1
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Nycticorax</i>	pedrete corona-negra			2
Ciconiiformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	ibis blanco			2
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	tórtola colalarga			8
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	cucillo manglero			1
Falconiformes	Accipitridae	<i>Pandion haliaetus</i>	gavilán pescador			1
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	colorín azul			1
Passeriformes	Emberizidae	<i>Icterus cucullatus</i>	bolsero encapuchado			4

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Endémico	abundancia
Passeriformes	Emberizidae	<i>Icterus pustulatus</i>	bolsero dorso rayado			1
Passeriformes	Emberizidae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mexicano			28
Passeriformes	Emberizidae	<i>Setophaga petechia</i>	chipe amarillo			16
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	jilguero dominico			1
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	golondrina bicolor			5
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	tordo sargento			27
Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	maullador gris			1
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	centzontle tropical			16
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	chipe corona anaranjada			1
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	semillero de collar			6
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	luis gregario			2
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	mosquero-cabezón degollado			1
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	vireo de manglar	Pr		2
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	pelicano pardo			4
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	cormorán orejudo			1
Pelecaniformes	Pregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	fragata magnífica			3
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	carpintero yucateco		E	3
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	perico pecho-sucio	Pr		8

## Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad de aves en el Sistema Ambiental

### ABUNDANCIA

Se registraron 163 individuos de 36 especies. Las especies que sobresalen por su abundancia absoluta son el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con 28 individuos y el tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*) con 27 individuos.

### FRECUENCIA

La especie con mayor frecuencia relativa fue el *Quiscalus mexicanus* que detectó con mayor frecuencia en los sitios de muestreo (17.18 %).

### PORCENTAJE DE OCURRENCIA

La especie con el mayor porcentaje de ocurrencia fue *Quiscalus mexicanus* registrándose en un 88.9 % de los sitios de muestreo.

Tabla 32 La información correspondiente a los parámetros poblacionales de la avifauna dentro del Sistema Ambiental se presenta a continuación.

Nombre científico	End	NOM-059	# Individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	% de Ocurrencia
<i>Amazilia rutila</i>			2	1.23	2	2.44	22.2
<i>Cynanthus latirostris</i>			3	1.84	3	3.66	33.3
<i>Charadrius vociferus</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Tringa semipalmata</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Ardea alba</i>			2	1.23	1	1.22	11.1
<i>Ardea herodias</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Butorides virescens</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Egretta caerulea</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Egretta rufescens</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Egretta thula</i>			4	2.45	3	3.66	33.3
<i>Egretta tricolor</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Nycticorax nycticorax</i>			2	1.23	2	2.44	22.2
<i>Eudocimus albus</i>			2	1.23	1	1.22	11.1
<i>Columbina inca</i>			8	4.91	5	6.10	55.6
<i>Coccyzus minor</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Pandion haliaetus</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Passerina cyanea</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Icterus cucullatus</i>			4	2.45	3	3.66	33.3
<i>Icterus pustulatus</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Quiscalus mexicanus</i>			28	17.18	8	9.76	88.9
<i>Setophaga petechia</i>			16	9.82	5	6.10	55.6
<i>Spinus psaltria</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Tachycineta bicolor</i>			5	3.07	4	4.88	44.4
<i>Agelaius phoeniceus</i>			27	16.56	7	8.54	77.8
<i>Dumetella carolinensis</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Mimus gilvus</i>			16	9.82	6	7.32	66.7
<i>Oreothlypis celata</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Sporophila torqueola</i>			6	3.68	2	2.44	22.2
<i>Myiozetetes similis</i>			2	1.23	1	1.22	11.1
<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Vireo pallens</i>		Pr	2	1.23	2	2.44	22.2
<i>Pelecanus occidentalis</i>			4	2.45	3	3.66	33.3
<i>Phalacrocorax auritus</i>			1	0.61	1	1.22	11.1
<i>Fregata magnificens</i>			3	1.84	3	3.66	33.3

Nombre científico	End	NOM-059	# Individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	% de Ocurrencia
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	E		3	1.84	2	2.44	22.2
<i>Eupsittula nana</i>		Pr	8	4.91	3	3.66	33.3
			<b>163</b>	<b>100.00</b>	<b>82</b>	<b>100</b>	

Tabla 33 Índice de diversidad de la avifauna en el Sistema Ambiental

Aves					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Amazilia rutila</i>	2	0.01226994	-4.40060302	-0.05399513
2	<i>Cyananthus latirostris</i>	3	0.01840491	-3.99513791	-0.07353015
3	<i>Charadrius vociferus</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
4	<i>Tringa semipalmata</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
5	<i>Ardea alba</i>	2	0.01226994	-4.40060302	-0.05399513
6	<i>Ardea herodias</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
7	<i>Butorides virescens</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
8	<i>Egretta caerulea</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
9	<i>Egretta rufescens</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
10	<i>Egretta thula</i>	4	0.02453988	-3.70745584	-0.09098051
11	<i>Egretta tricolor</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
12	<i>Nycticorax nycticorax</i>	2	0.01226994	-4.40060302	-0.05399513
13	<i>Eudocimus albus</i>	2	0.01226994	-4.40060302	-0.05399513
14	<i>Columbina inca</i>	8	0.04907975	-3.01430866	-0.14794153
15	<i>Coccyzus minor</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
16	<i>Pandion haliaetus</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
17	<i>Passerina cyanea</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
18	<i>Icterus cucullatus</i>	4	0.02453988	-3.70745584	-0.09098051
19	<i>Icterus pustulatus</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
20	<i>Quiscalus mexicanus</i>	28	0.17177914	-1.76154569	-0.30259681
21	<i>Setophaga petechia</i>	16	0.09815951	-2.32116148	-0.22784407
22	<i>Spinus psaltria</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
23	<i>Tachycineta bicolor</i>	5	0.03067485	-3.48431229	-0.10688075
24	<i>Agelaius phoeniceus</i>	27	0.16564417	-1.79791333	-0.29781387

Aves					
No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
25	<i>Dumetella carolinensis</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
26	<i>Mimus gilvus</i>	16	0.09815951	-2.32116148	-0.22784407
27	<i>Oreothlypis celata</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
28	<i>Sporophila torqueola</i>	6	0.03680982	-3.30199073	-0.12154567
29	<i>Myiozetetes similis</i>	2	0.01226994	-4.40060302	-0.05399513
30	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
31	<i>Vireo pallens</i>	2	0.01226994	-4.40060302	-0.05399513
32	<i>Pelecanus occidentalis</i>	4	0.02453988	-3.70745584	-0.09098051
33	<i>Phalacrocorax auritus</i>	1	0.00613497	-5.0937502	-0.03125
34	<i>Fregata magnificens</i>	3	0.01840491	-3.99513791	-0.07353015
35	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	3	0.01840491	-3.99513791	-0.07353015
36	<i>Eupsittula nana</i>	8	0.04907975	-3.01430866	-0.14794153
TOTAL		163			-2.897911
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
Riqueza S=		36			
Resultado: H' =		2.8979111			
Resultado: J' =		0.8086775			

El índice de Shannon calculado para la avifauna del Sistema Ambiental es de  $H' = 2.89$ . La diversidad máxima se estimó en  $H'_{\max} = 3.58$  para los resultados obtenidos ( $S=36$ ), lo que puede interpretarse como un índice de diversidad medio. El índice de equidad de Pielou ( $J'=0.80$ ) demuestra que el valor calculado de la equitatividad se encuentra en su rango medio, es decir, que la comunidad de aves registrada tiende a la dominancia.

### Mamíferos

Se registraron un total de 2 especies de mamíferos distribuidos en 2 familias y 2 órdenes taxonómicos. Ninguna de las especies registradas se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de protección especial, sin embargo, 1 especie es endémica de México.

Tabla 34 Riqueza de especies de mamíferos en el Sistema Ambiental.

Orden	Familia	Especie	NOM-059	Endémico	Abundancias
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Rhogeessa aeneus</i>		E	1
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>			3

**Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de los mamíferos en el Sistema Ambiental.**

## ABUNDANCIA

Se obtuvieron 4 registros de 2 especies de mamíferos.

## FRECUENCIA

La especie *Procyon lotor* presento una frecuencia relativa en los sitios de muestreo (40%).

## PORCENTAJE DE OCURRENCIA

La especie con el mayor porcentaje de ocurrencia fue *Procyon lotor* registrándose en un 40% de los sitios de muestreo.

Tabla 35 La información correspondiente a los parámetros poblacionales se presenta a continuación.

Especie	# Individuos	Ab. Relativa	Frec.	Frec. Rel.	% de Ocurrencia
<i>Rhogeessa aeneus</i>	1	25	1	33.3	20
<i>Procyon lotor</i>	3	75	2	66.7	40
	4	100	3	100	

Tabla 36 Índice de diversidad de los mamíferos en el Sistema Ambiental.

No.	Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon antes de la sumatoria
1	<i>Rhogeessa aeneus</i>	1	0.25	-1.386294361	-0.34657359
2	<i>Procyon lotor</i>	3	0.75	-0.287682072	-0.215761554
		4			-0.562335145
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$		$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
	Riqueza S=	2			
	Resultado: H' =	0.562335145			
	Resultado: J' =	0.811278124			

El índice de Shannon calculado para la mastofauna del Sistema Ambiental, es de H'=0.56 El cálculo de la diversidad máxima esperada es H'max = 0.69 para los resultados obtenidos (S=2), lo que puede interpretarse finalmente como un índice de diversidad bajo para la zona, el índice calculado de equidad de Pielou es de J'=0.81.

## RESUMEN DE LA RIQUEZA, FRECUENCIA Y DIVERSIDAD FAUNÍSTICA DEL SISTEMA AMBIENTAL

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 44 especies de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 36, asimismo con el índice de diversidad más alta fue de las aves con H'=2.89. Se registraron 4 especies consideradas bajo un estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como dos especies registradas endémicas de México.

Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro de la unidad de análisis Sistema Ambiental.

Grupo	S	H'	H' <sub>max</sub>	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	6	1.52	1.79	0.85	2	0
Avifauna	36	2.89	3.58	0.80	2	1
Mastofauna	2	0.56	0.69	0.81	0	1
<b>Total</b>	<b>44</b>				<b>4</b>	<b>1</b>

#### ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN REGISTRADAS DENTRO DE LA UNIDAD DE ANALISIS SISTEMA AMBIENTAL

Dentro del Sistema Ambiental, se obtuvo el registro de 4 especies con estatus de protección amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de una endémica de México.

Tabla 37 Especies de fauna silvestre bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables, registrados en el área de estudio de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas.

Grupo faunístico	Especies	Endémica/ NOM-059
Reptiles	<i>Ctenosaura similis</i>	Amenazada
Reptiles	<i>Boa constrictor</i>	Amenazada
Mamíferos	<i>Rhogeessa aeneus</i>	Endémica
Ave	<i>Melanerpes pygmeus</i>	Endémica
Ave	<i>Vireo pallens</i>	Protección especial
Ave	<i>Eupsittula nana</i>	Protección especial

### IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ZONA DE PROYECTO

#### IV.3.1 Medio Abiótico

##### A. Clima

- Análisis de Predio en cuanto a su Orientación solar.** El acceso a la playa se orienta a unos 20° grados de desviación poniente sobre el norte astronómico igual a 360° Azimut Norte. Según alineamiento con la barra de Playa.

El predio en cuestión de microclima considera una sola tipología debido a su dimensión y nivel topográfico, debido que este se encuentra sin alguna pendiente que pudiera modificar el microclima, por lo que el clima que se encuentra dentro del predio está influido por los cuerpos de agua cercanos, como lo es el Golfo de Mexico y la Laguna Conil.

El eje biótico presente en el Área del Proyecto se distribuye principalmente en la parte centro y centro-sur, cerca de la colindancia con el predio vecino, ya que en dicha zona es donde se han establecida las áreas verdes, tomando en cuenta las especies consideradas por la NOM-059. El Predio se localiza a escasos 20 metros de la barrera de playa con orientación dominante Nor-Norponiente; localizándose la calle Paseo Carey justo en la colindancia Norte del Proyecto.

La orientación y localización principal de este predio, lo sujetan a un ciclo térmico regido por la influencia marina en lo general. Este sistema local se caracteriza por dos temporadas térmicas en el año:

1.-La primera se realiza entre los meses de diciembre hasta mediado marzo considerada como TEMPORADA TEMPLADA

2.-La segunda desde mediados de marzo hasta el mes de noviembre denominada TEMPORADA CALIDA. El Microclima del Litoral responde al comportamiento de las corrientes marinas del Golfo de Mexico y del Mar Caribe, motivo por lo que se generan condiciones muy CONFORTABLES para el Turismo y en particulares para el medio NATURAL local. El primero en la temporada TEMPLADA para el Turismo de clima frio y la Segunda de temporada CALIDA para el medio Natural tropical.

**b) Prospectiva de la base de datos sobre la Temperatura y Humedad ambiente:**

Se revisó en el banco de información la estadística más representativa para el régimen de temperatura en la Figura 48 con grados centígrados donde tbs significa temperatura de bulbo seco (del viento a cubierto meteorológico) de solsticios y equinoccios.

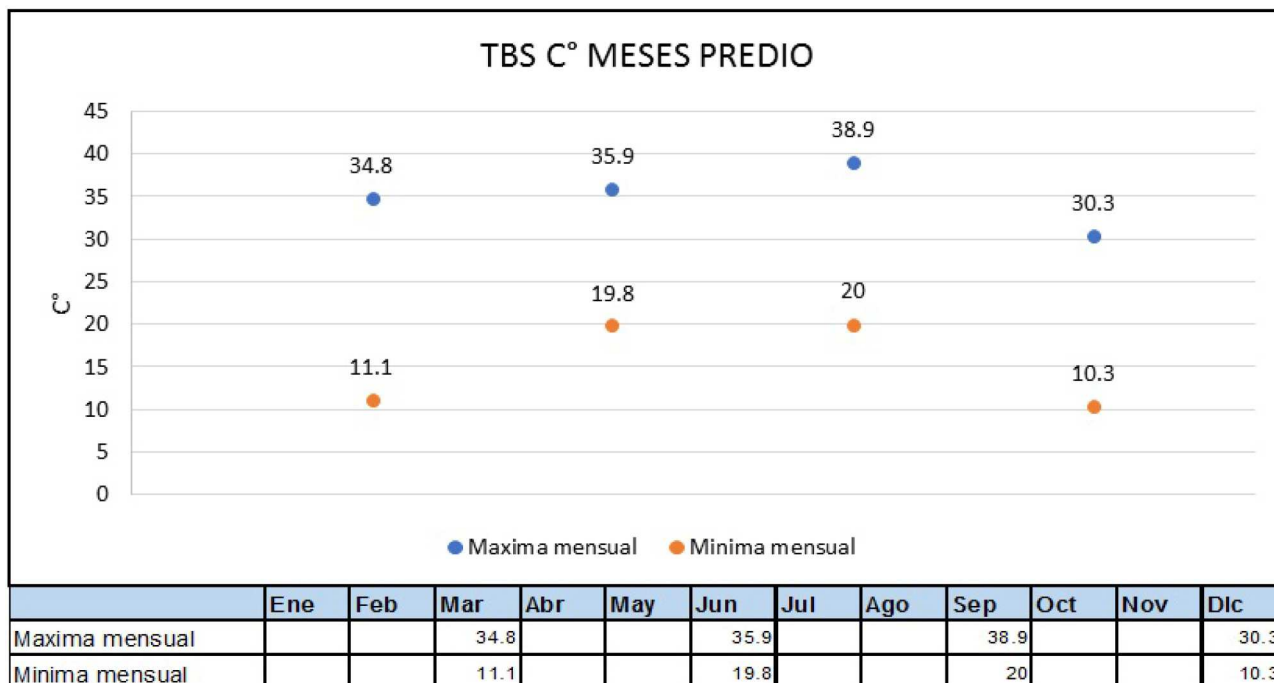


Figura 56 Régimen de temperatura de solsticios y equinoccios en el área de proyecto

El área del proyecto se ubica dentro del subtipo climático cálido subhúmedo Aw0(x'), como se describe anteriormente el clima corresponde a los más secos de los sub húmedos, con un cociente P/T menor de 43.2. La temperatura media anual es de 22°C y con una temperatura del mes más frío de 18°C (INEGI). (Ver figura 45)

### c) los Microclimas y el terreno.

El terreno; comprende dos zonas de MICROCLIMAS que se definen por la presencia del proyecto: (1) Donde se ha desplantado el proyecto (2) El área de litoral.

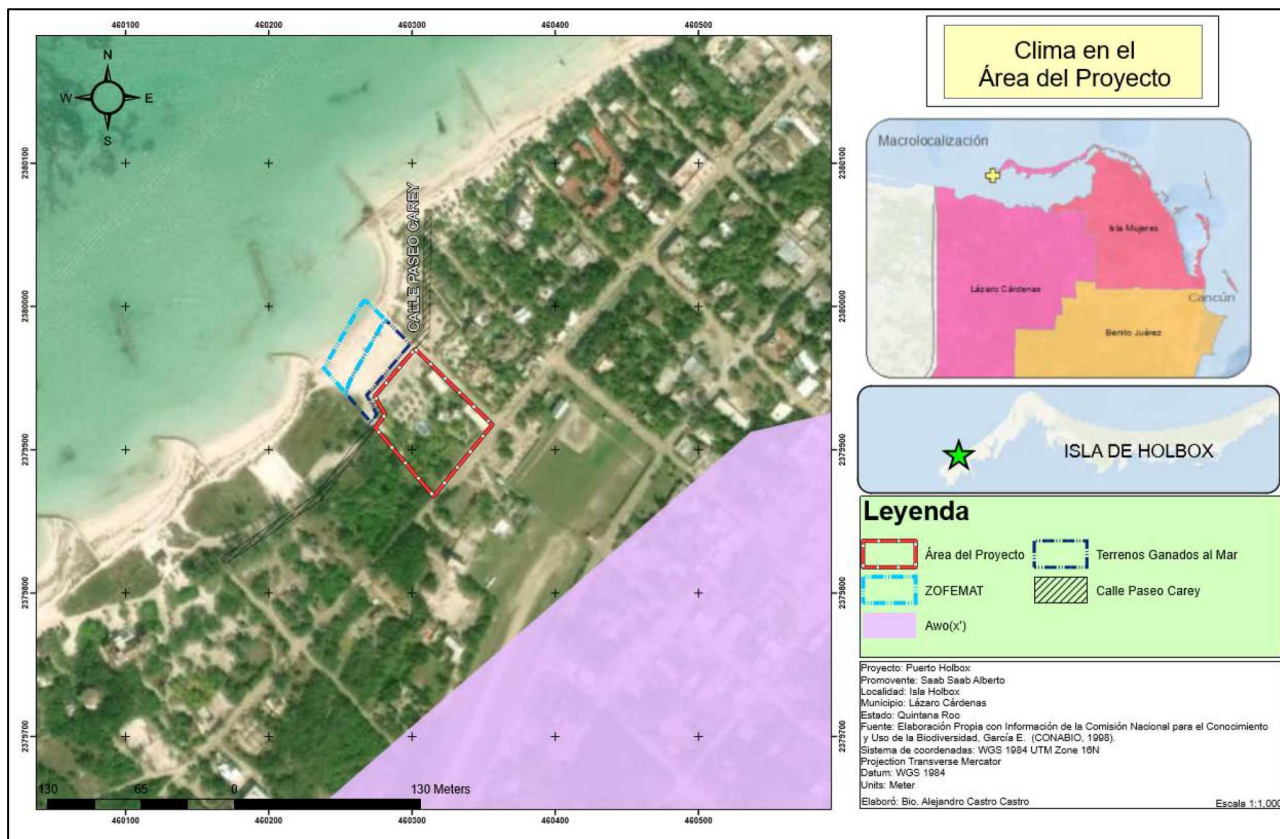


figura 57 Tipo de clima para el Área de Proyecto

## B. Precipitación media anual

Con base en los registros mensuales y anuales promedio obtenidos de la estación meteorológica de Solferino, se tiene que la precipitación media anual de la zona donde se ubica el solar urbano es de la precipitación anual es de 1,551.6 mm. (Ver Tabla 11).

Es importante abordar la descripción y análisis de los aspectos relativos al relieve de la entidad, haciendo referencia a la expresión morfológica general del conjunto peninsular. Además, es relevante mencionar que las condiciones del relieve y las características del comportamiento hidrológico superficial y subterráneo, muestran una serie de relaciones recíprocas, que resulta prácticamente imposible hablar de uno sin hacer referencia al otro.

## C. Fisiografía:

El Estado de Quintana Roo está comprendido en la provincia fisiográfica de Yucatán, la cual a su vez, se divide en tres subprovincias nombradas: Llanuras con Dolinas o Carso y Lomeríos de Campeche", "Plataforma de Yucatán o Carso Yucateco" y "Costa Baja de Quintana". La primera subprovincia ocupa las porciones norte y oriente de la Entidad.

Desde el punto geomorfológico es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente descendente hacia el oriente, altura media de 5 msnm y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones. Esta subprovincia fisiográfica se distingue por su topografía cárstica, que presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas, en algunas de las cuales asoma la superficie freática. Casi en toda extensión del Estado carece de sistema de drenaje superficial, y solo en algunas áreas se ha formado una red hidrográfica desintegrada y mal definida; otras áreas son inundables, localizándose la más extensa de ellas en la porción norte del Estado como se describe en la caracterización del Sistema Ambiental.

Dentro de la subprovincia, Carso Yucateco se encuentra la Isla de Holbox, esta subprovincia es la más grande de la península con una extensión territorial de 23,147.47 Km<sup>2</sup> (54.3%).

S El área de proyecto corresponde a una planicie con mínimas ondulaciones no perceptibles, con alturas que van de los 1.5 a 2 metros sobre el nivel del mar (msnm), sin embargo debido a las actividades constructivas ya realizadas en el predio, por ende el relieve del sitio se encuentra completamente modificado así mismo, debido a las actividades diversas y propias de la urbanización realizada por ayuntamiento de Lázaro Cárdenas, ya que con la estabilización de calles de terracería realizadas a los alrededores del proyecto, el relieve ha sido modificado.

#### Sistema de topoformas

El sistema fisiográfico de clasificación del relieve del INEGI, utiliza criterios geológicos y topográficos geométricos para definir con precisión niveles jerárquicos (Quiñones 1987), uno de ellos es el Sistemas de topoformas, que se define como el *Conjunto de topoformas asociados entre sí*. En el mismo sentido, topoformas se define como: geoforma geométricamente reducible a un número pequeño de elementos topográficos. De esta manera la topoforma en el solar urbano del proyecto se define como Playa o Barra inundable y salina.

La mayor parte de la Península, está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana características que se observan en el predio, con una altura de 1 a 2 metros sobre el nivel del mar (msnm).

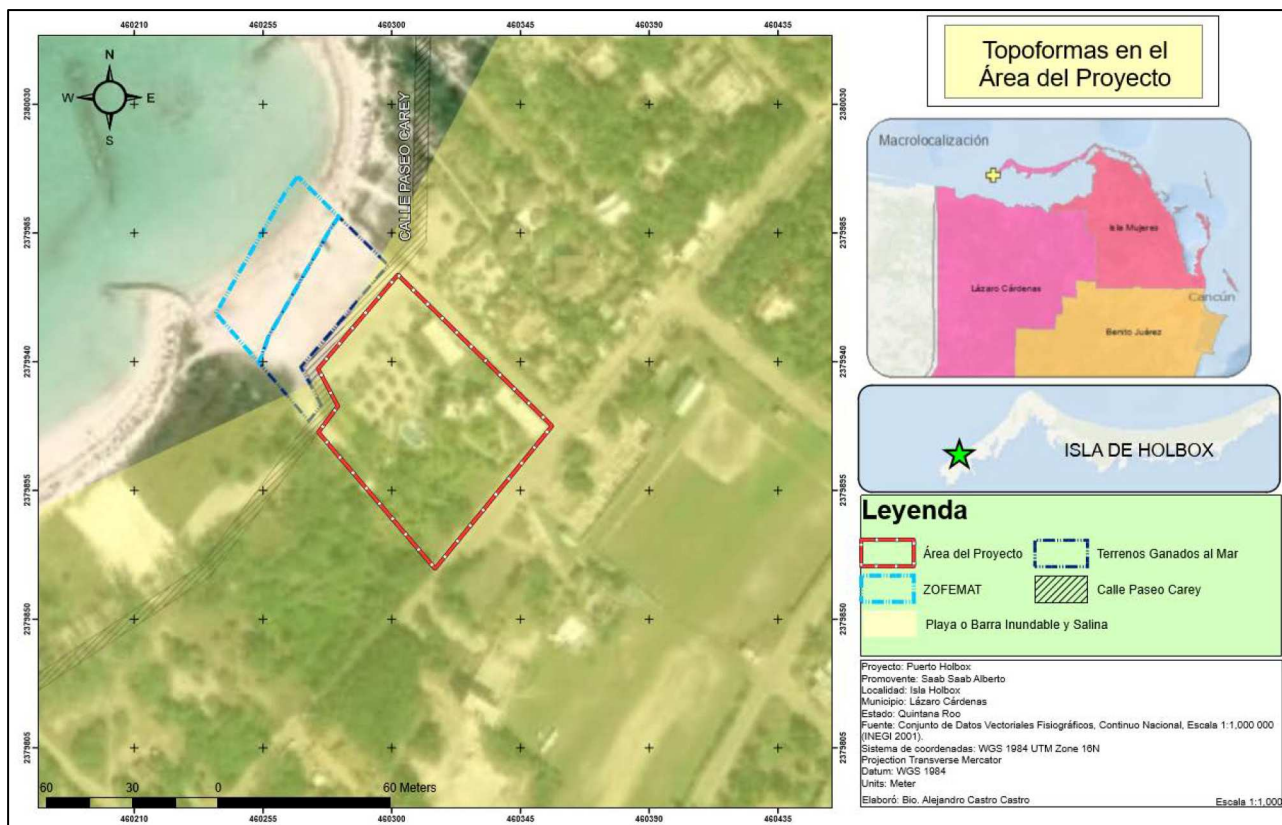


Figura 58 Topografía del Área de Proyecto

### Barra inundable

Se encuentra en el sector norte de la subprovincia Costa Baja de Quintana Roo, se trata de una playa un tanto más extendida, que si bien ha sido formada por el acarreo de materiales detríticos de restos de conchas y material calcáreo, producto de la desintegración de la caliza, su gruesa granulometría la hace permeable, con lo que evita la acumulación del agua y su permanencia, para que después se evapore y deje costras de sal de tal manera que estas playas se encuentran siempre "lavadas". Los suelos están representados principalmente por arenosoles calcáricos, regosoles asociados con solonchaks y gleysoles sódicos.

### D. Edafología

De acuerdo al conjunto de datos vectoriales de la carta edafológica serie I, INEGI escala 1:250,000, El sitio del proyecto se encuentra en la unidad de suelo denominada como Regosol calcárico (figura 47).

Dicha unidades se describe a continuación de acuerdo a la Base de Referencial Mundial del Recurso Suelo FAO/UNESCO (WRB, 2008).

## REGOSOLES

Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Muchos Regosoles correlacionan con taxa de suelos que están marcados por formación de suelos incipiente tal como: Entisoles (Estados Unidos de Norteamérica); Rudosols (Australia); Regosole (Alemania); Sols peu évolués régosoliques d'érosion o aún Sols minéraux bruts d'apport éolien ou volcanique (Francia); y Neossolos (Brasil).

### Descripción resumida de Regosoles

*Connotación:* Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego rhexis, manta.

*Material parental:* material no consolidado de grano fino.

*Ambiente:* Todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas. Desarrollo del perfil: Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez.

### Distribución regional de Regosoles

Los Regosoles cubren unas 260 millones ha a nivel mundial, principalmente en áreas áridas en el centro oeste de Estados Unidos de Norteamérica, norte de África, el Cercano Oriente y Australia. Unos 50 millones ha de Regosoles ocurren en el trópico seco y otros 36 millones ha en áreas montañosas. La extensión de la mayoría de áreas de Regosol es limitada; consecuentemente, los Regosoles son inclusiones comunes en otras unidades de mapeo en mapas de pequeña escala.

### Manejo y uso de Regosoles

Los Regosoles en áreas de desierto tienen mínimo significado agrícola. Los Regosoles con 500–1 000 mm/year de lluvia necesitan riego para una producción satisfactoria de cultivos. La baja capacidad de retención de humedad de estos suelos obliga a aplicaciones frecuentes de agua de riego; el riego por goteo o chorritos resuelve el problema pero raramente es económico. Cuando la lluvia excede 750 mm/year, todo el perfil es llevado a su capacidad de retención de agua al principio de la estación húmeda; la mejora de las prácticas de cultivo de secano puede ser una mejor inversión que la instalación de facilidades de riego costosas.

Muchos Regosoles se usan para pastoreo extensivo. Los Regosoles en depósitos coluviales en la franja de loess del norte de Europa y Norteamérica están principalmente cultivados; se siembran granos pequeños, remolacha azucarera y árboles frutales. Los Regosoles en regiones montañosas son delicados y es mejor dejarlos bajo bosque.

## MATERIAL CALCÁRICO

Definición Material calcárico (del latín calcarius) presenta fuerte efervescencia con HCl 1 M en la mayor parte de la tierra fina. Aplica a material que contiene 2 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente.

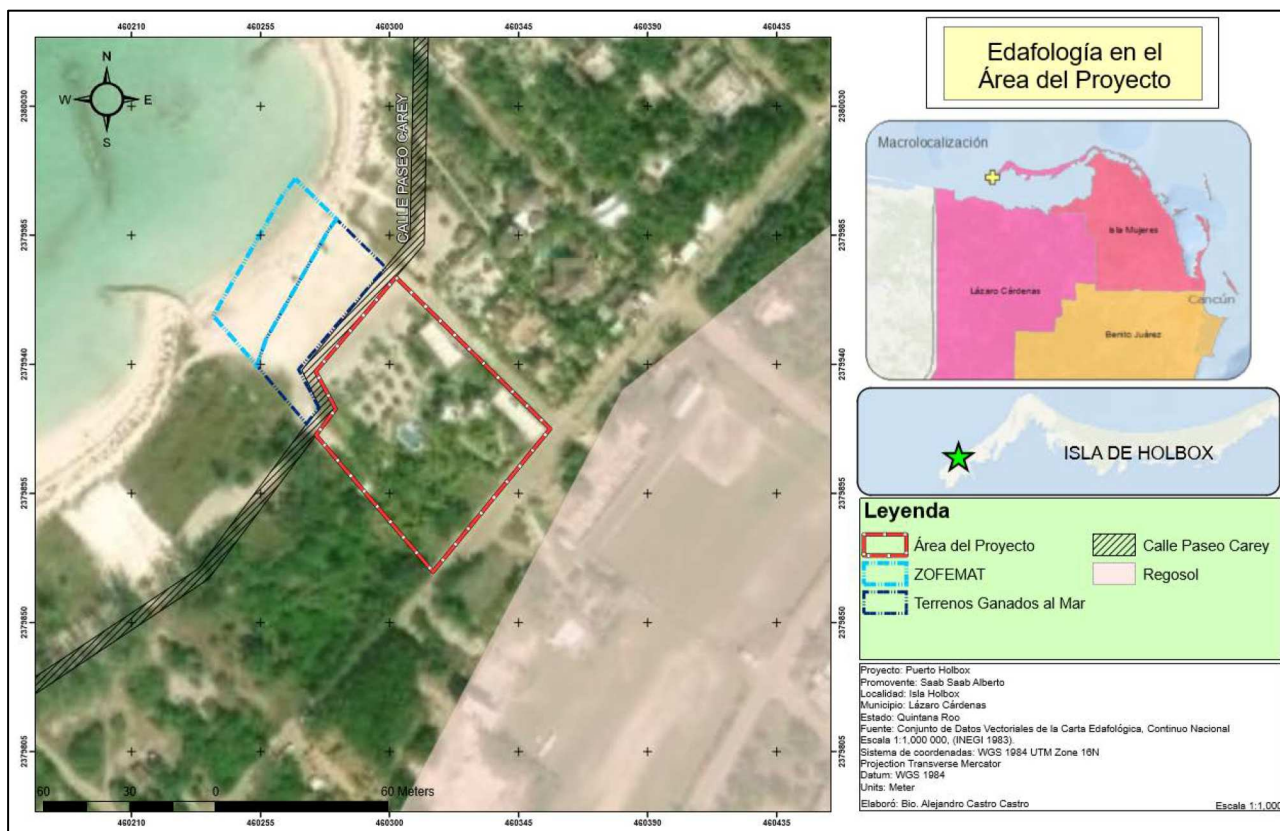


figura 59 Tipo de suelo localizado en el Área del Proyecto

### E. Unidades Geohidrológicas

Se presentan cuatro unidades geohidrológicas, de acuerdo con sus características físicas e hidrológicas de los materiales. Se clasifican en dos grupos: consolidados y no consolidados, y conforme con su factibilidad de funcionar como acuífero en tres grupos: con posibilidades altas, medias y bajas.

La isla de Holbox así como el solar urbano donde se ha desarrollado el proyecto se encuentran dentro de una zona con material no consolidados y con **posibilidades bajas de funcionar como un acuífero** (INEGI, 2002).

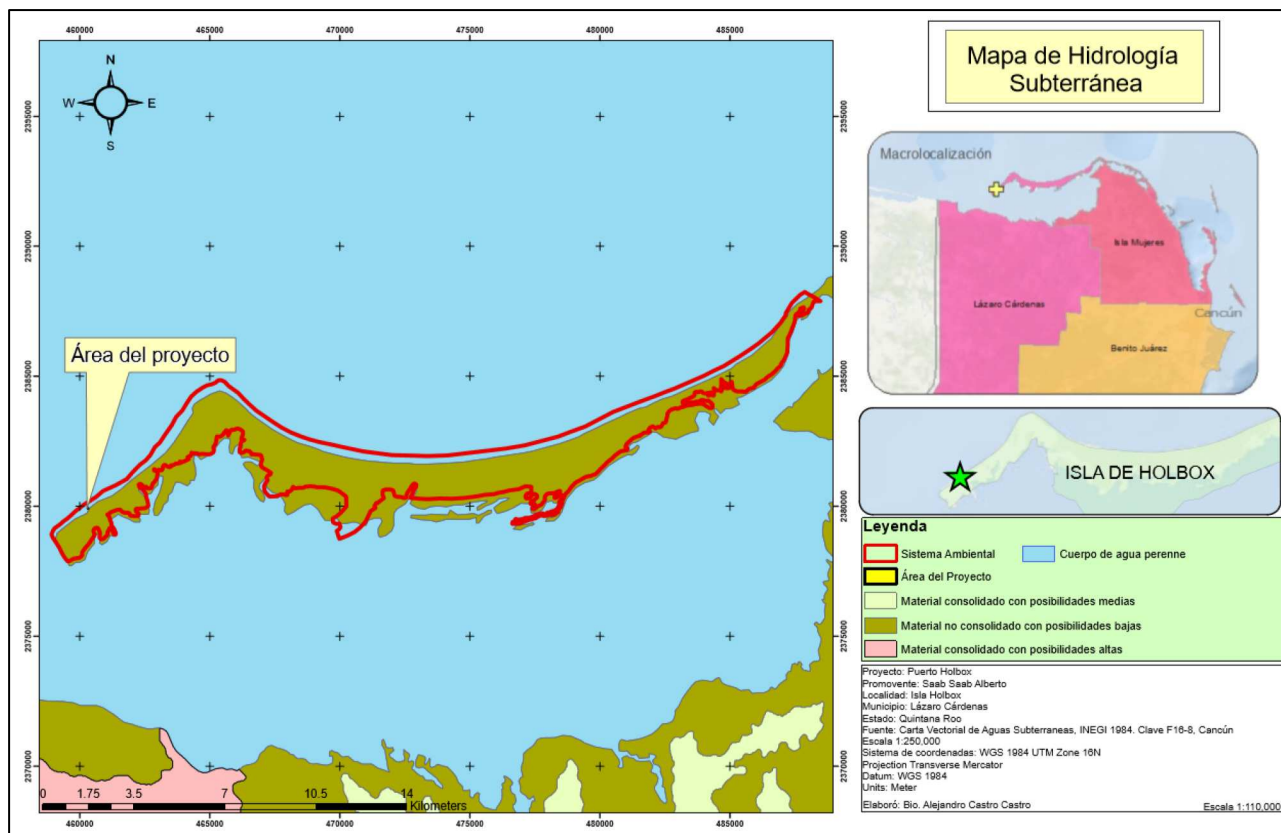


Figura 60 Unidades Geohidrológicas de Quintana Roo

### Unidad de material no consolidado

Se encuentra distribuida ampliamente en los municipios de Othón P. Blanco y Felipe Carrillo Puerto y en las costas del Estado, corresponde a las zonas lagunares, palustres, litorales, fluviales y áreas de inundación; está compuesta por depósitos detríticos cuaternarios formados por arcillas, limos, arenas, gravas, gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo, sus espesores son reducidos, **por lo que no son capaces de conformar acuíferos**. Esta unidad se encuentra sobreyaciendo a las rocas calcáreas que funcionan como acuíferos de tipo libre.

Existen cuatro zonas geohidrológicas propuestas en la reglamentación del acuífero en el Estado de Quintana Roo las cuales son: Cerros y Valles Cuencas Escalonadas, Planicie Interior y Costas Bajas. Además la isla de Cozumel.

Según se observa en las unidades Geohidrológicas del Estado de Quintana Roo, la Isla de Holbox, así como el solar urbano donde se considera realizar el proyecto, se encuentra dentro un Zona Geohidrológica clasificada como **Costas Bajas** (INEGI, 2002).

F. Panorama del Agua Subterránea en el solar urbano

### Costas Bajas

Se ubica en los alrededores de las Bahías de Chetumal, Espíritu Santo y Ascensión, también comprende las áreas de playa que va desde Playa del Carmen hasta Cancún y de la **costa norte del estado**. Colinda al sur del Estado con las Cuencas Escalonadas y al norte con la Planicie Interior. Cubre una superficie que representa 26.81% del Estado.

Está compuesta por calizas del Mioceno, Terciario Superior y del Cuaternario, e incluye depósitos recientes sin consolidar tales como arenas de playa, arcillas, turbas y calizas de moluscos. Estas zonas se consideran de alta permeabilidad donde se manifiesta un espesor delgado de agua dulce sobre la salada, que al parecer en algunos puntos está presente la intrusión salina.

Se tiene un acuífero libre del que se extraen 5.35 Mm<sup>3</sup>/año de agua a través de 68 aprovechamientos, de los cuales 11 son para uso doméstico y abrevadero con un volumen de extracción de 0.01 Mm<sup>3</sup>/año, para agua potable se tienen 36 de ellos que extraen 4.9 Mm<sup>3</sup>/año y 21 obtienen 0.45 Mm<sup>3</sup> /año para empleo industrial. En total se tiene una recarga del acuífero de 1,960 Mm<sup>3</sup>/año que al compararlo con la extracción 1,954 Mm<sup>3</sup>/año, se considera que está en equilibrio.

Tiene una **dirección de flujo subterráneo hacia las costas y bahías de donde se encuentran**, la profundidad del acuífero va de cinco a diez metros pero también se localiza hasta de un metro de la superficie y su espesor medio es del orden de 19 m.

Las familias de aguas predominantes son las sódico-cloruradas y sódico clorurada-sulfatada.

Esta es la más crítica del Estado pues presenta las condiciones más adversas del medio acuífero como son: la alta permeabilidad de las calizas, la poca altitud y el delgado espesor del agua dulce por encima del nivel del mar, da como resultado que forme un lente muy delgado sobreyacente a la interface salina (INEGI, 2002).

Derivado de la condición existente en el cuerpo de agua somero y salobre que se encuentra en la isla de Holbox, para no afectar las condiciones naturales de éste se deberá realizar un adecuado manejo de cada uno de los residuos generados por el proyecto, prestando especial atención en residuos peligroso, ya que a pesar de que no se espera la generación de este tipo de residuos, se contará con recipientes específicos para la disposición temporal de dichos residuos.

Como se menciona en el Oficio No. **SELAP/300/2676/17** de fecha 5 de octubre del 2017, expedido por la Subsecretaría de Enlace Legislativo y Acuerdos Políticos (**anexo digital documentos de consulta**), por el que se exhorta a la COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA a que en coordinación con las autoridades de los tres niveles de gobierno y en el ámbito de sus facultades, verifique el estado de accesibilidad al agua limpia y saneamiento en el APFF Yum Balam, principalmente en la Isla de Holbox. De dicho oficio en la hoja 5 se tomó la siguiente imagen por ser información pública y oficial:

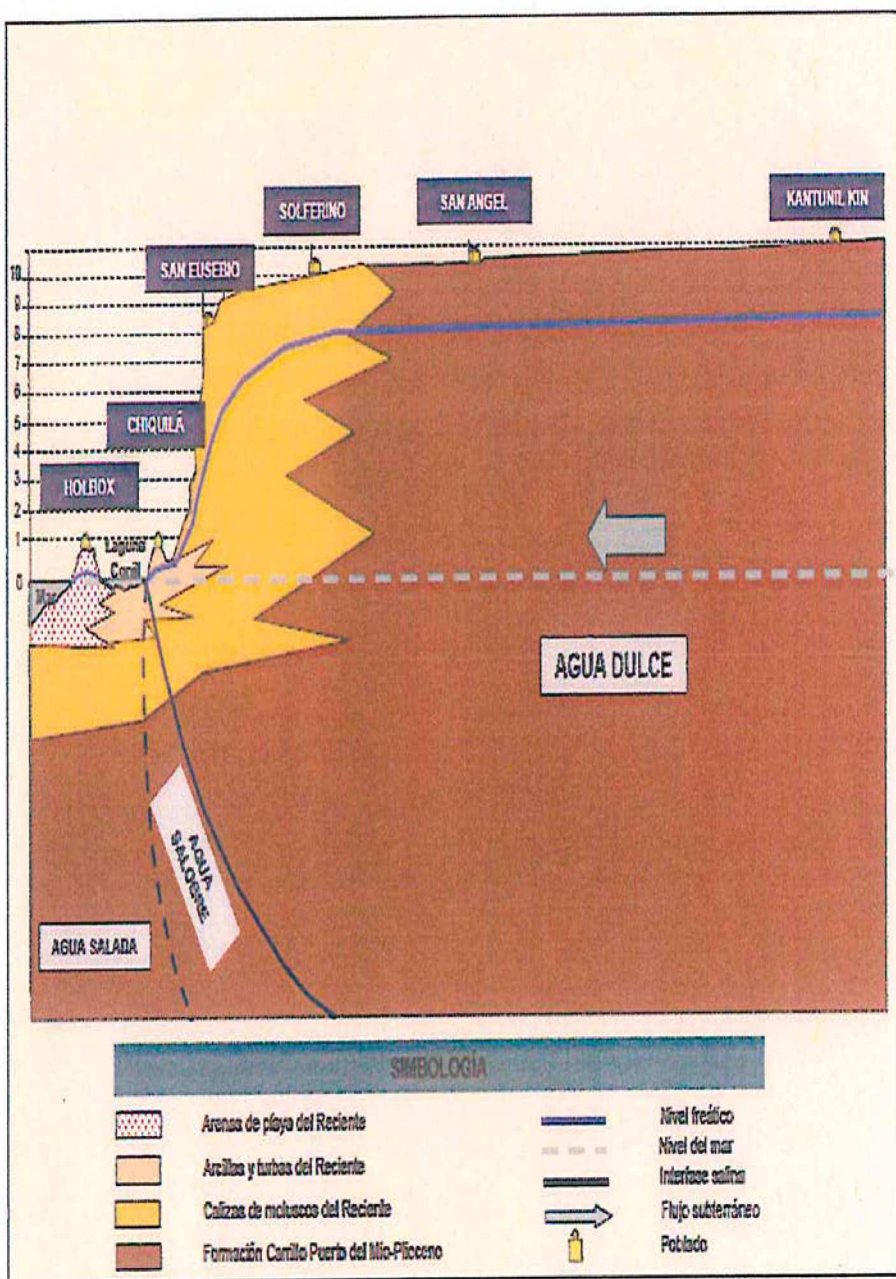


Figura 61. Representación esquemática de las condiciones del acuífero en la zona de Yum Balam

(Página 5 del oficio **SELAP/300/2676/17** anexo a este escrito)

Como se observa en la imagen anterior el nivel freático que se registra en la Isla de Holbox, se encuentra entre 60 cm a 1 metro de profundidad de nivel del suelo.

#### G. Hidrología subterránea en el área de proyecto.

Con relación a lo antes presentado, las condiciones del cuerpo de agua salobre que se observa en el área del proyecto son equivalentes a lo presentado para la región de las Costas Bajas del estado de Quintana Roo, ya que en Isla de Holbox y en el área de proyecto es posible encontrar un tipo de suelo de tipo Regosol Calcarico, los cuales son suelos formados de materiales inconsolidados, carecen de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad, lo que quiere decir que cuentan una alta permeabilidad, sin retener humedad alguna por las lluvias.

Si bien, la información existente en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) sobre la hidrología de la Península de Yucatán no contempla el área completa de la isla de Holbox, es posible inferir que las condiciones existentes en las áreas aledañas a la Isla son similares a esta, ya que comparten múltiples características en las descripciones edafológicas y en las descripciones revisadas para las zonas geohidrológicas del Estado de Quintana Roo.

Considerando la información existente se observa que el Área de Proyecto contiene materiales no consolidados y una baja posibilidad de que el área funcione como un acuífero, cabe señalar que debido a las condiciones del terreno, el cual se encuentra a poco más de 20 metros del área de playa de la isla, la altura sobre el nivel del mar (msnm) va de los 1.5 a los 2 metros en el Área del Proyecto.

Por otro lado, debido a la poca profundidad, el agua que se encuentra en cuerpo de agua subterráneo corresponde aguas salobres, debido a la cercanía con la costa y al asilamiento de este.

Como bien se menciona en el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (2002), elaborado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Holbox y por tanto el Área del Proyecto se encuentran dentro de una zona geohidrológica con materiales no consolidados y con posibilidades bajas de funcionar como un acuífero, por lo que la isla y por tanto el área del proyecto no se considera parte del Acuífero de la Península de Yucatán (Ver Figura 50).

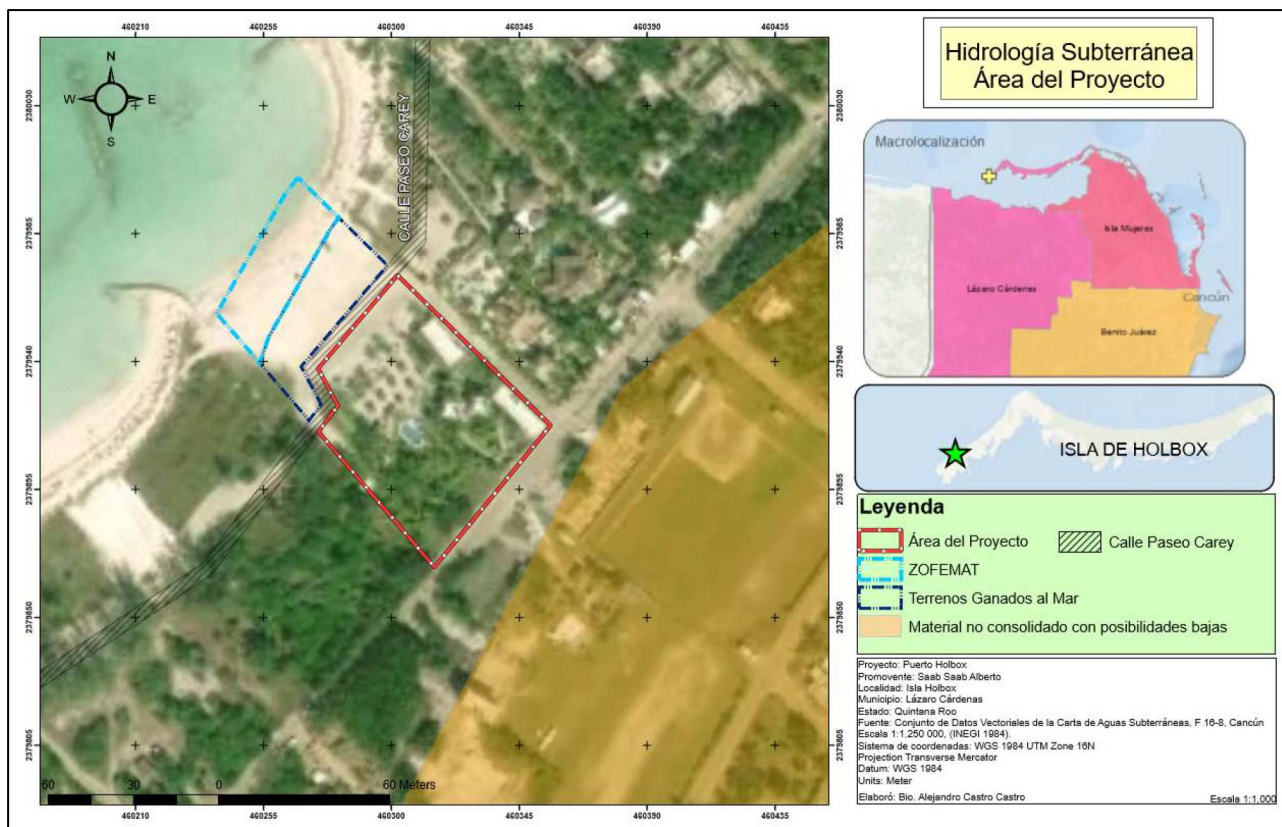


Figura 62 Características hidrográficas subterráneas del área de proyecto

### IV.3.2 Medio biótico

#### FLORA

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación F16-8 del INEGI (Serie VI), el solar urbano del proyecto se ubica en área descrita como Urbano Construido (Ver Figura 51).

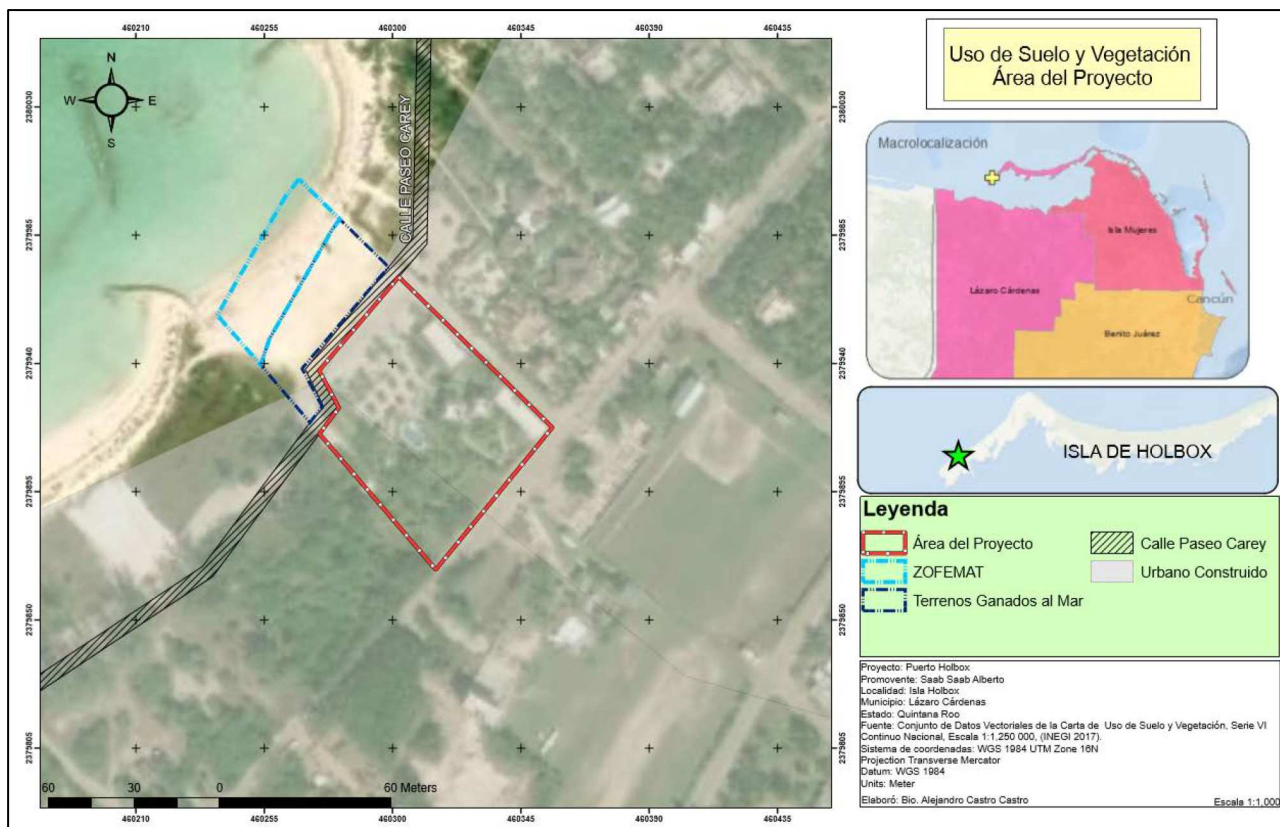


Figura 63 Uso de Suelo y Vegetación INEGI Serie VI (2017) con relación a el área del proyecto

Como se observa en la descripción realizada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) a partir del monitoreo de distribución de manglares en la regiones de México del 2016, es posible observar que el ecosistema donde se ha desarrollado el proyecto no corresponde a manglar (Ver Figura 52).

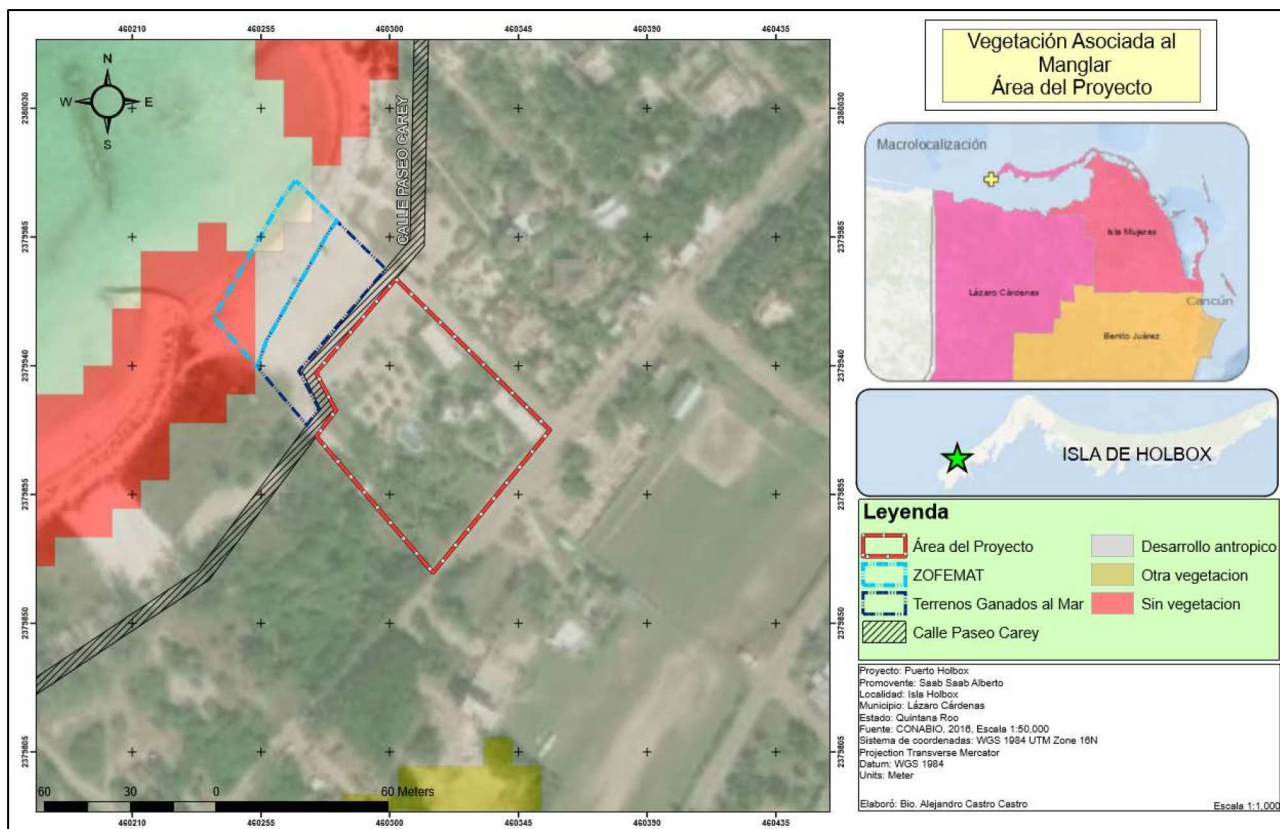


Figura 64 Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Península de Yucatán (CONABIO, 2016).

Sin embargo dentro del Área del Proyecto se localizan varios individuos de diferentes especies, entre los cuáles se localizan 18 individuos de *Thrinax radiata* localmente conocida como "Palma chit", así mismo, se localizan 4 individuos de *Conocarpus erectus* "mangle botoncillo" (ver figura 53), dichas especies se encuentran consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que esas especies no fueron removidas ni afectadas por la realización del proyecto.

Así mismo, durante la operación del proyecto, se buscará promover la protección a dichas especies, con la finalidad de crear consciencia entre los inquilinos del predio, como en los trabajadores que pudieran ser partícipes en el proyecto.

Tabla 38 Coordenadas de los individuos de palma chit localizados en el Área del Proyecto

ID	Nombre	X	Y
1	Palma chit	460302	2379889
2	Palma chit	460316	2379907
3	Palma chit	460312	2379905
4	Palma chit	460312	2379906
5	Palma chit	460307	2379908
6	Palma chit	460305	2379908
7	Palma chit	460299	2379911
8	Palma chit	460296	2379912
9	Palma chit	460302	2379918
10	Palma chit	460327	2379937
11	Palma chit	460333	2379929
12	Palma chit	460302	2379886
13	Palma chit	460327	2379882
14	Palma chit	460310	2379886
15	Palma chit	460314	2379896
16	Palma chit	460320	2379904
17	Palma chit	460318	2379912
18	Palma chit	460316	2379909

Tabla 39 Coordenadas de los individuos de mangle botoncillo localizados en el Área del Proyecto

ID	Nombre	X	Y
1	Mangle botoncillo	460330	2379884
2	Mangle botoncillo	460322	2379885
3	Mangle botoncillo	460323	2379885
4	Mangle botoncillo	4603281	2379924

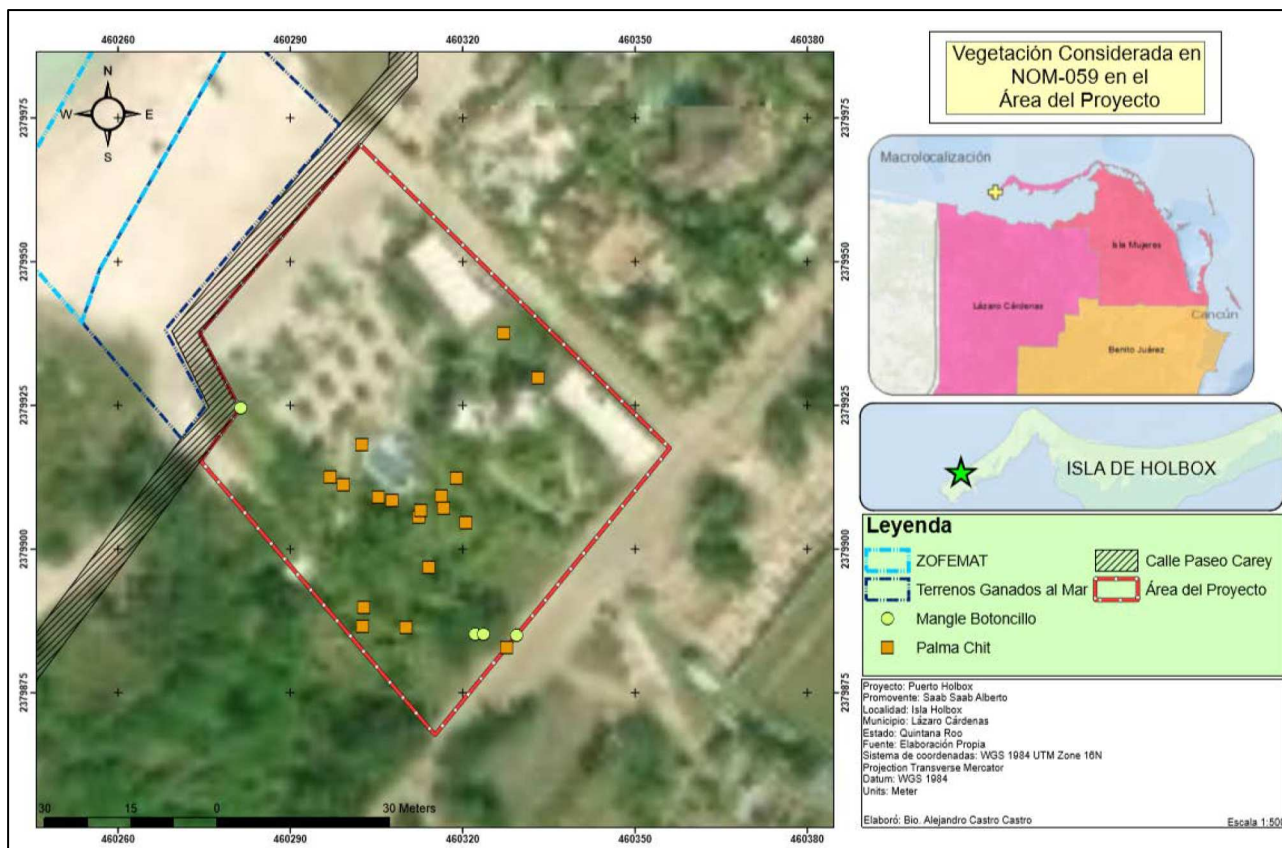


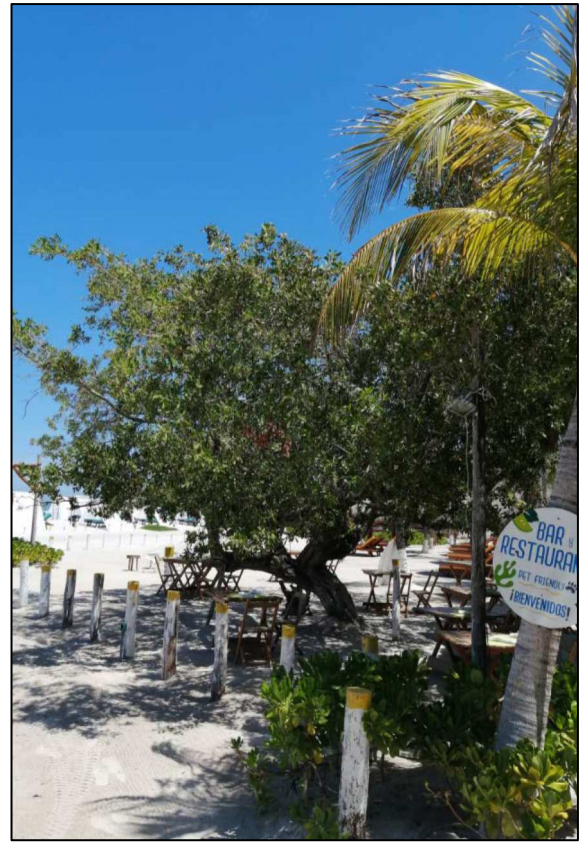
figura 65 Mapa de localización de vegetación considerada por la NOM-059 en el Área del Proyecto

### Ubicación de las especies vegetales:

Una vez realizada la ubicación de las especies, es posible observar que los individuos de mangle botoncillo tanto como las de palma chit, se encuentra distribuidos principalmente en los sitios destinados como áreas verdes, toda vez que el proyecto constructivo se diseñó a partir de la ubicación de dichas especies, con la finalidad de asegurar su continuidad en el sitio(Ver Figura 54).



Ejemplar de palma chit localizado en el proyecto



Ejemplar de mangle botoncillo localizado en el proyecto



Ejemplares de cocoteros en el área del proyecto



Vista general de la vegetación en el sitio

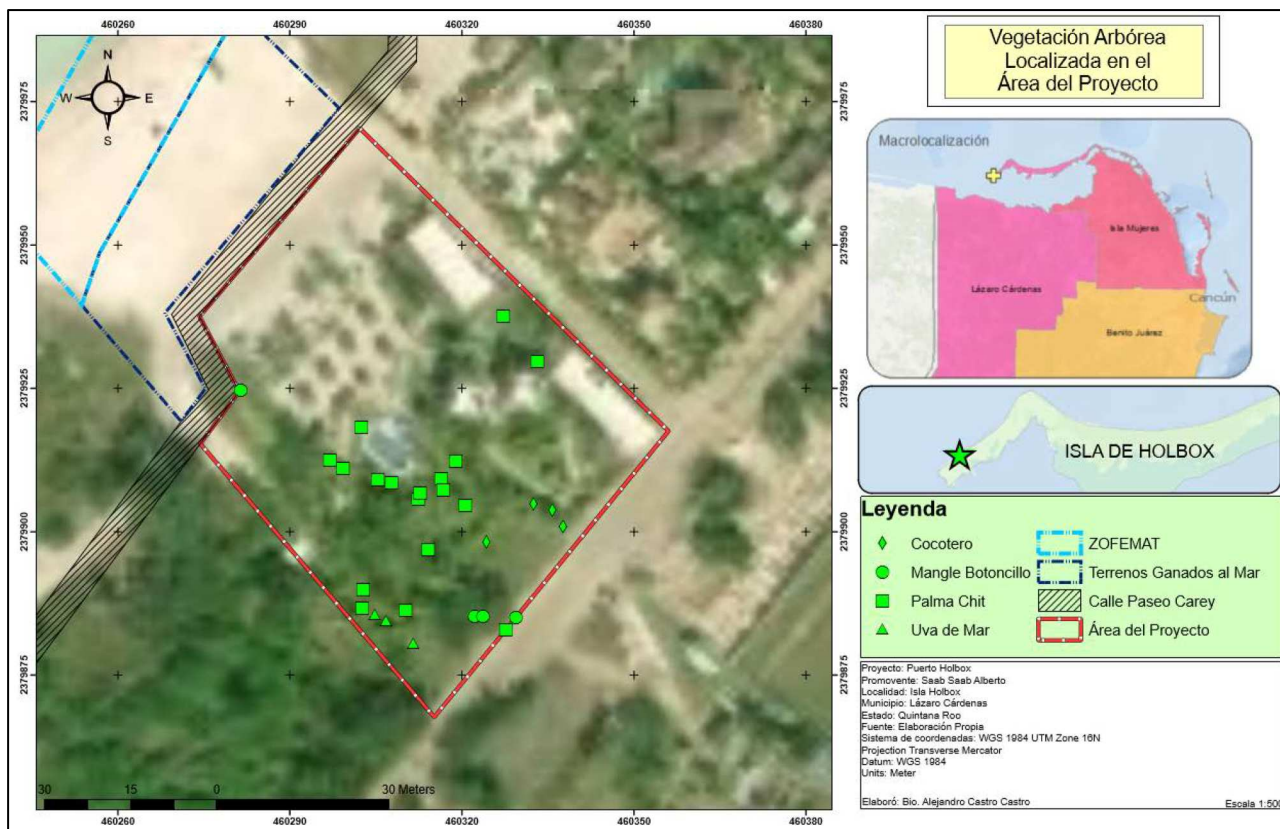


Figura 66 Distribución del arbolado en el área del proyecto

## FAUNA EN EL SOLAR URBANO

Debido a las modificaciones realizadas en el solar a causa de la implementación del proyecto, la presencia de fauna en el sitio ha aminorado significativamente.

No obstante, debido a las áreas verdes localizadas en el Área del Proyecto, aún será posible la presencia de fauna (aves principalmente), que utilicen dichas áreas como zonas de paso o de alimentación.

A continuación se desglosará un listado de las especies que tienen una probabilidad alta de ubicarse en el Área del Proyecto.

### Aves.

Aves como el zanate mayor suelen estar presentes en sitios que se encuentran ya perturbados por la mano del hombre, por ende, su presencia en sitios con las características del proyecto en turno es muy frecuente.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	End.
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor		
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	chipe manglero		

Fringilidae	<i>Spinus psaltria</i>	jilguerito dominico		
Mimidia	<i>Mimus gilvus</i>	ceniztonle tropical		

## Paisaje

El enfoque propuesto para la caracterización de componentes de biodiversidad es la ecología del paisaje. Esta disciplina es el estudio de los factores bióticos y abióticos en una cierta área de la superficie terrestre, incluyendo el estudio de las relaciones espaciales, temporales y funcionales entre los componentes de los paisajes (Van Gils *et al.* 1990). Algunas aproximaciones al estudio del paisaje concentran su atención al análisis y cuantificación de la estructura de los patrones de paisajes, mediante la estimación de índices que reflejan el estado de éstos en términos de tamaño, forma, distancia, aislamiento, diversidad, dominancia, conectividad y fragmentación, entre otros (McGarigal y Marks 1995).

Dado que en la mayoría de los casos los paisajes originales han sido alterados en diversos grados por acción humana, los paisajes están compuestos por un mosaico de fragmentos de vegetación natural, agroecosistemas y etapas sucesionales de la vegetación (Halffter *et al.* 2001). En este contexto, el término paisaje hace referencia a espacios territoriales amplios, conformados por cobertores vegetales naturales y transformados.

El paisaje no es sólo la sumatoria de relaciones entre elementos objetivos presentes en un lugar, sino también la convergencia de percepciones subjetivas sobre dichos elementos y relaciones (Ojeda, J. F., 2005). Es por esto que el término paisaje se niega a una objetividad, por el hecho de estar vinculado con el hombre y su percepción, la percepción que el hombre tiene del entorno, que pasa de una posición pasiva a una activa.

Entre la infinidad de tipos de paisaje que se puede manifestar se podría afirmar que el paisaje urbano es aquel que expresa el mayor grado de transformación de los recursos y paisajes naturales, a la vez es un fenómeno físico que se modifica permanentemente a través de la historia y paralelamente con el desarrollo de la ciudad, susceptible a diversas circunstancias económicas, sociales; que se han ido manifestando a través del tiempo.

La metodología utilizada en el presente apartado para la identificación y delineación de paisajes será la propuesta por Villareal *et al.* (2004)<sup>15</sup>

### • Etapa de interpretación de imágenes satelitales

1. Durante esta etapa se realiza la interpretación de las imágenes de sensores remotos para la delimitación de paisajes, aplicando el método de análisis fisiográfico, para la identificación, delineación y clasificación de unidades de tierra homogéneas (paisajes fisiográficos). La delineación práctica de paisajes se ejecuta a partir del examen de la expresión fotográfica de sus propiedades morfológicas emergentes. El nivel de detalle alcanzado en la conformación de los paisajes está sujeto a la resolución espacial de las imágenes en uso y a la escala de representación cartográfica final. Los lineamientos que se presentan son aplicables tanto a fotografías aéreas como a imágenes de satélite análogas (impresiones fotográficas en papel).

<sup>15</sup> Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

2. Como actividad paralela en esta etapa se realizan clasificaciones climáticas del área de interés, con base en fuentes secundarias de información (estaciones meteorológicas). Con los datos de precipitación, temperatura e índice de humedad (obtenido del cálculo del balance hídrico climático), se elaboran clima diagramas y se determina el clima según el método aplicado, todo lo cual refleja de manera adecuada el comportamiento climático del área.
3. Como resultado final de esta etapa se obtiene un mapa de fotointerpretación de unidades de paisaje con la leyenda correspondiente, que refleja adecuadamente la heterogeneidad espacial de los paisajes a la escala de trabajo, el cual constituye el punto de partida para orientar y planear el trabajo de campo.

- **Unidades de paisaje**

Nuestro universo de estudio se desagrega en unidades discretas más pequeñas (unidades de paisaje), cada unidad mapeada e identificada con un símbolo único en la leyenda del mapa temático correspondiente, es susceptible de ser confrontada in situ mediante la caracterización de las variables físicas que las definen (enfoque fisiográfico) y la caracterización biológica, aplicando en cada una de ellas las técnicas de muestreo propuestas en esta guía. La conjunción de las variables físicas y bióticas conforman las unidades de paisaje.

Se propone un esquema de muestreo estratificado, es decir, que cada unidad tenga una intensidad de análisis similar, tratando de abarcar la heterogeneidad interna de hábitats en cada una de ellas con el fin de obtener una muestra representativa. No obstante, en algunas ocasiones, diversas razones (disponibilidad de recursos, relación costo beneficio y dificultad de acceso geográfico, entre otras) sólo permiten el estudio de algunas unidades; en consecuencia, conjuntamente con el equipo de trabajo se seleccionan aquellas que reflejen mejor representatividad y distintividad del universo de estudio y, consecuentemente, de la heterogeneidad ecológica del área. La correcta selección de las unidades y la intensidad de análisis en cada una de ellas tendrá una influencia directa en la calidad de los datos obtenidos en los muestreos.

- **Fases en el proceso de fotointerpretación**

Es importante anotar que en el proceso de fotointerpretación siempre está acompañado de un razonamiento deductivo de las características de las superficies observadas en las imágenes. La precisión, detalle y confiabilidad, así como las abstracciones hechas de la observación, son inherentes al nivel de referencia (entrenamiento, experiencia y conocimiento del área) de quien ejecuta esta labor, de acuerdo con el campo de aplicación.

- a. **Detección, reconocimiento e identificación:** esta fase, que puede también denominarse fotolectura, corresponde a la observación directa de los elementos visibles en las fotografías. La detección permite el descubrimiento y exploración de los objetos y las superficies que se observan en las imágenes; el segundo paso, el reconocimiento, permite apreciar sus formas, tamaños y otras propiedades visibles y asociarlos con algo familiar de acuerdo con la aplicación temática; y el paso de identificación, procura relacionarlos con algo conocido por su nombre o término específico.
- b. **Análisis:** es el proceso mediante el cual se hacen delineaciones, buscando el agrupamiento lógico de las superficies en patrones o unidades, de acuerdo con los elementos visibles o medibles por su relación directa con el paisaje. Por último, se ejecuta una extrapolación de las delineaciones a toda la imagen con características similares en cuanto a tono/color, estructura y textura.

- c. **Clasificación:** esta actividad comprende la clasificación de las unidades resultantes, de acuerdo con el sistema adoptado en el análisis fisiográfico.

## IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE EN LA ZONA DE ESTUDIO

El sitio del proyecto se encuentra en la zona urbana de la localidad de la Isla de Holbox, donde actualmente se desarrolla un importante desarrollo urbano. La unidad de paisaje propuesta para su valoración no es completamente homogénea en sus características visuales; ésta se encuentra delimitada al Norte por áreas con el Golfo de México y al sur por áreas con Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar y zonas urbanas, al Oeste con el zonas urbanas y al Este con otras construcciones ya habitadas.

La unidad de paisaje propuesta, se consideró con relación a la carta de uso de suelo y vegetación de la serie VI de INEGI, considerando el tipo de uso de suelo donde se ubica el proyecto, el cual la considera con una zona Urbana Construida (Ver Figura 55).

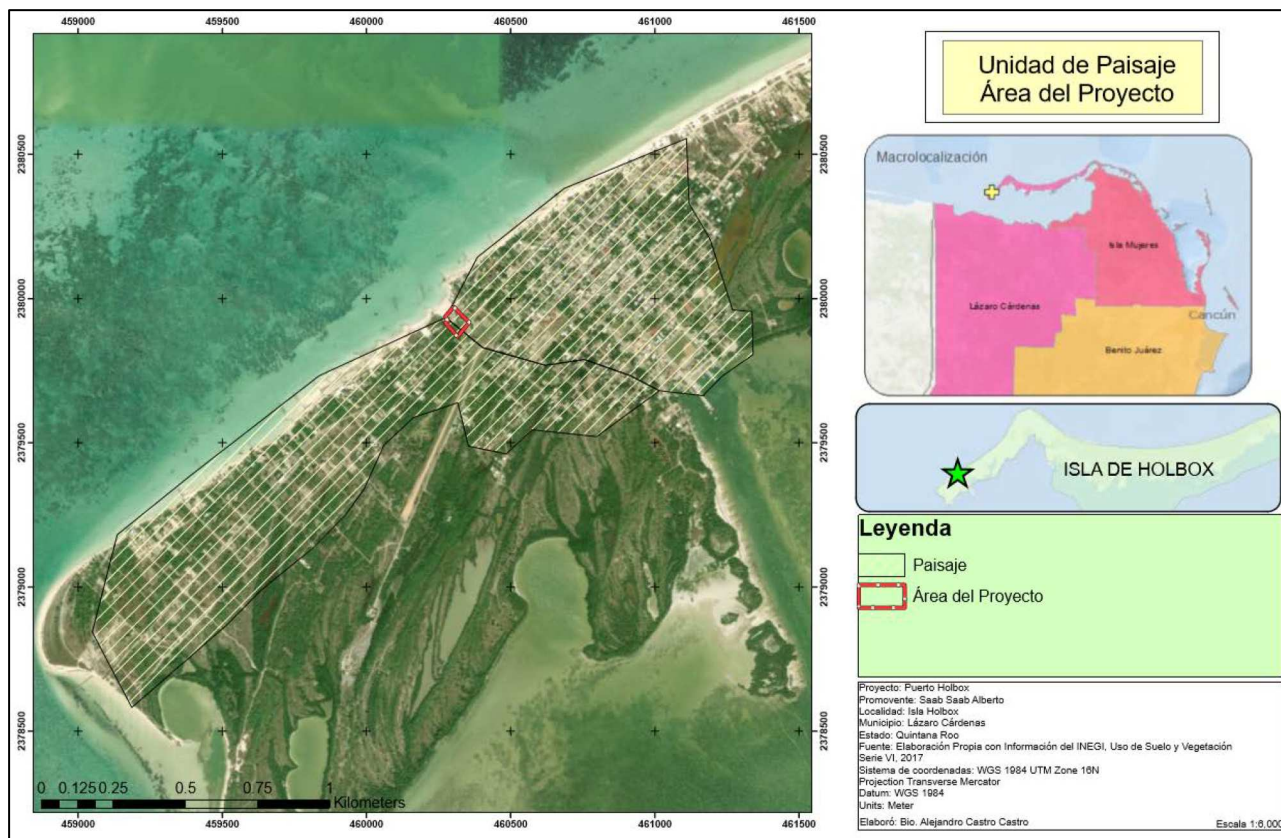


Figura 67 Unidad de paisaje dentro de la cual se encuentra el sitio del proyecto

### • Valoración del paisaje

Su valoración se hace con base a la calidad y fragilidad del paisaje.

1. **Calidad visual del paisaje:** Se entiende por calidad visual como una cualidad, esto es, como función de un determinado número de parámetros, es imprescindible determinar cuáles son esos parámetros, los que pasarán a ser los elementos constitutivos o categorías estéticas que se deberán considerar.
2. **Fragilidad del paisaje:** Es la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, expresando el grado de deterioro del mismo. Este concepto es opuesto al de capacidad de absorción visual. La Fragilidad, así definida, depende del tipo de actividad que se piense desarrollar sobre el paisaje, por lo que se podría establecer la Fragilidad Visual del territorio para cada actividad posible.

#### IV.2.3.1 Metodología

La metodología a utilizarse es de tipo indirecta cuantitativa. El desarrollo de la Valoración del paisaje se va realizar tomando como referencia las tipologías de paisaje urbano del paso anterior. Cada una de las unidades de paisaje resultante van a ser valoradas desde 2 puntos de vista: la calidad y la fragilidad del paisaje, y cada una de éstas se subdivide en una serie de elementos que van a ser analizados mediante cuadros valorativos asignados de acuerdo a las características del paisaje urbano y del medio (Ramón-Bustamante, 2012).

##### a) Calidad del paisaje urbano

###### Calidad intrínseca

###### Fisiografía:

- **Pendiente:** A mayores pendientes en la zona corresponde mayor calidad de paisaje. Esta consideración se hace tomando en cuenta que en el lugar de estudio hay una homogeneidad de altura, ya que no presenta pendientes notables.
- **Vegetación y Usos de Suelo:**
  - **Diversidad de Formaciones:** A nivel de paisaje, es merecedora de mayores valores la diversidad, mientras que la monotonía y la repetición de estructuras es calificada negativamente.
- **Presencia de Agua:**
  - La presencia de cuerpos de agua es altamente ponderada, sean naturales o artificiales.
- **Grado de Humanización**
  - **Densidad de Población:** A mayor densidad poblacional menos ponderado la calidad del espacio.
  - **Densidad de Rutas:** Tienen menor valor las unidades con un mayor número de cuadrículas ocupadas, dando mayor peso a las redes viales principales, que por sus exigencias constructivas resultan más conspicuas que los caminos vecinales, más fácilmente camuflables.

**b) Fragilidad del paisaje urbano**

**Fragilidad Visual del Entorno del Punto:**

- Tamaño del área de influencia visual: Se considera para ecosistemas costeros que, a mayor extensión de la cuenca visual, menor fragilidad, ya que es posible contar con una mayor apreciación de las condiciones naturales de la zona.
- Morfología del área visual: las áreas visuales con menor complejidad morfológica tienen menor diversidad de escenas, por lo tanto mayor fragilidad.
- Forma del área de visual: entre mayor variedad de formas en el espectro de visión menor fragilidad

**c) Accesibilidad:**

Cuanto mayor es la accesibilidad, mayor es la fragilidad.

*Tabla 40 Valoración de la calidad del paisaje (VCP)*

Valor nominal	Rango de la VCP
Baja	1 - 1.6
Media	1.7 - 2.3
Alta	2.4 - 3

*Tabla 41 Valoración de fragilidad de paisaje (VFP)*

Valor nominal	Rango de la VFP
Baja	1 - 1.6
Media	1.7 - 2.3
Alta	2.4 - 3

**IV.2.3.2 Valoración del paisaje**

Tabla 42 Valoración de la calidad de la unidad de paisaje del proyecto

Unidad de Paisaje	Calidad intrínseca					Grado de humanización		Promedio (VCP)
	Fisiografía		Vegetación y usos de suelo					
	Pendiente	Complejidad topográfica	Diversidad de formaciones	Calidad visual de formaciones				
Calidad de la Unidad de Paisaje donde se encuentra el sitio del proyecto	1	1	1.5	1	1	2.0	2	1.35

Tabla 43 Valoración de la fragilidad UP del proyecto

Unidad de Paisaje	Fragilidad visual del entorno del punto				Accesibilidad	Promedio (VFP)
	Tamaño del área de influencia	Morfología del área de influencia	Forma del área de influencia	Altura relativa		
Fragilidad Unidad de Paisaje donde se encuentra el sitio del proyecto	1.5	1	1	1	2	1.3

De acuerdo a los resultados de valoración del paisaje, obtenemos que la UP correspondiente al sitio del proyecto posee un valor de calidad de 1.3 lo cual se considera como **BAJO** en cuanto a la fragilidad, el resultado obtenido fue de 1.3 lo que también se considera como un valor de fragilidad **BAJO**

En la Tabla 40 se muestran las variables de valoración propuestas por esta metodología en la cual se señalan el tipo de uso de suelo recomendado a desarrollar en las unidades de paisaje de acuerdo a su valoración en la calidad y fragilidad de la misma.

Tabla 44 Variables para la valoración del paisaje Tomado de Ramón-Bustamante (2012)

Variables		Usos - Recomendaciones
Calidad del Paisaje	Fragilidad del Paisaje	
Alta	Alta	Conservación; áreas de gran importancia para su protección.
Alta	Media	Turismo y recreación; zonas adecuadas a la promoción de las actividades en las que el paisaje constituya un factor de atracción.
Alta/Media	Baja	Turismo y Recreación.
Media	Alta/Media	Según estudios más profundos pueden incorporarse actividades de turismo.
Baja	Alta/Media	Áreas residenciales.
Baja	Baja	Localización de actividades de alto impacto. (Industria, comercio, turismo)

Con base a los resultados de la valoración de la unidad de paisaje, el proyecto no ha generado un impacto visual significativo ya que las actividades realizadas son compatibles con las actividades que se desarrollan en propiedades aledañas a lo largo de la zona costera. Debido al grado de alteración que presenta la unidad de paisaje por actividades humanas, la calidad del paisaje es muy baja, ya que las actividades que se desarrollan dentro de esta unidad atraen a gran cantidad de población, lo cual requiere de la modificación de los elementos que conforman el paisaje como lo son la topografía, cobertura vegetal y tipología de las construcciones presentes.

Por otra parte, las pequeñas vialidades que se encuentran dentro de esta unidad aumentan la fragilidad de la misma, ya que se pierde la percepción de la naturalidad. De acuerdo con el resultado de la valoración del paisaje y lo que señala la Tabla 40, la baja calidad y baja fragilidad de la unidad la hace propicia para el desarrollo de actividades de alto impacto, lo cual lo hace compatible con los desarrollos turísticos, por lo que la instalación del desarrollo habitacional tendrá una alta afinidad con el paisaje actual.

## Medio socioeconómico

### Demografía.

En la isla Holbox se reportaron 1,486 habitantes para el censo poblacional del 2010 de INEGI, debido al acelerado crecimiento demográfico seguido principalmente por procesos migratorios, datos no oficiales estiman el tamaño de la población por encima de los 2,000 habitantes. Es durante las temporadas turísticas que mucha gente se mueve a la isla donde las ofertas de trabajo se multiplican, mientras que durante las temporadas bajas, la actividad humana se refleja en la escasa presencia de personas.

Tasa de crecimiento de población en 20 años: En 1981 había en Holbox menos de 800 habitantes con residencia en el sitio. Para 1995 el número de pobladores fue de un total de 947 habitantes, lo que mostró un crecimiento mínimo durante dicho periodo. De 1995 al 2000 la población aumentó en un 64%, lo que muestra un crecimiento explosivo de la población en cinco años.

Lo anterior determina una diferencia notable con el crecimiento mostrado a escala del municipio, donde la tasa de crecimiento media anual fue de 30% entre 1980 y 1990, descendiendo a 2.5 entre 1990 y 1995. En Holbox, el incremento de la población ha sido resultado, de manera principal, a la inmigración de personas provenientes del interior del Estado y del país, así como de un número creciente de inversionistas extranjeros que se encuentran desarrollando actividades relacionadas con el sector turístico en la isla (INEGI, 1998).

### **Procesos migratorios.**

En la isla Holbox y en áreas aledañas un proceso de inmigración se ha manifestado desde hace ya algunas décadas, particularmente en la isla. Por ejemplo, la población de Chiquilá que se ubica como sitio de tránsito para acceder a la isla Holbox, aproximadamente 10 kilómetros al sur, en su totalidad se haya compuestas por inmigrantes, en su mayoría veracruzanos, que llegaron en un proceso de colonización dirigida durante la década de los setenta.

El proceso migratorio se ha visto acentuado en años recientes debido a dos causas principales: una es que el área se ha visto menos afectada por la sobre-pesca, lo que ha atraído a pescadores de otras localidades de la región, quienes encuentran en el sitio condiciones adecuadas para la realización de su actividad; en tanto que en sus lugares de origen la pesca se ha visto abatida tanto por el incremento de los pescadores, como por la introducción y mejoramiento de las artes de pesca utilizadas más recientemente.

El otro proceso que se encuentra relacionado con el crecimiento actual de la población tiene que ver con la actividad turística. En efecto, el potencial ha sido considerado como elevado y prueba de ello es la actual demanda de terrenos para tal fin y los costos actuales alcanzados, que se cotizan en dólares.

Por otra parte, en isla Holbox se presenta una población con características migratorias pendulares donde decenas de personas se allegan todos los días o de manera temporal cada semana, misma que se encuentran ligados a la industria de la construcción y la venta de productos regionales, como es la fruta de temporada. La mayoría de estas personas provienen de comunidades localizadas en el interior del municipio de Lázaro Cárdenas.

Albañiles y palaperos al igual que vendedores de frutas y productos locales van y vienen de la isla todos los días. No se cuenta con datos precisos de este tipo de movimiento temporal, pero se considera en varias decenas de personas las que se mueven bajo este esquema migratorio. Algunos, los que llegan de sitios más alejados, pueden permanecer en la isla durante la semana y salen de ésta los fines de semana.

### **Vivienda.**

En el área de la isla Holbox se manifiesta ya una escasez de viviendas con relación a la demanda tanto para solar urbanos particulares, los hijos que se independizan, como para la vivienda de inmigrantes o de migrantes pendulares. Los mismos miembros de los pobladores locales enfrentan actualmente la dificultad para obtener solar urbanos debido a que la mayoría de estos son cotizados en dólares y suelen quedar fuera del alcance de sus capacidades económicas. También, luego del fenómeno económico que ha significado el nado con el tiburón ballena, la migración a la isla se ha acelerado de manera temporal y, en menor medida todavía, definitiva. Por lo anterior, en el área del poblado se ha disparado la construcción de cuartos en conjuntos de habitaciones construidas dentro de los mismos solar urbanos que habitan los propietarios. Así, se construyen pequeños edificios de una o dos plantas y al presente se presentan ya varias decenas, construidas luego del paso del huracán Wilma. También se menciona que este evento ha marcado la decisión de edificar con materiales resistentes y en segundas plantas, ya que las inundaciones han sido más nocivas que los vientos de los huracanes.

El tamaño de la isla impone una lindante clara y en el presente los pobladores locales con menos recursos económicos se contentan con tratar de habilitar solar urbanos que suelen verse afectados por inundaciones temporales durante la estación de lluvias, por lo que buscan rellenar los terrenos de manera similar a como ha ocurrido en otros puertos de la región, donde se ha utilizado la basura para el relleno en sitios inundables. Sin embargo, un proceso de tal naturaleza no ha sido desencadenado todavía en Holbox, tal como ha ocurrido en otros puertos con desarrollos explosivos en la península. Tales son los casos de Progreso y Celestún en el norte de Yucatán.

En el presente, la mancha urbana se extiende sobre lo que se ha denominado la "isla Chica" de Holbox que abarca unos diez km de largo, esta zona cuenta con los servicios básicos municipales.

### **Urbanización.**

Otros servicios básicos se encuentran también asequibles a la mayor parte de la población que además de los mencionados, agua potable y energía eléctrica, cuentan también con servicio de limpieza y levantamiento de basura a través de camiones del gobierno local.

Dentro de la isla la mayoría de los pobladores, así como de los representantes de la actividad comercial, se desplazan utilizando carritos de golf, que pueden ser de gasolina o eléctricos y de los que se encuentran en el presente en número considerable y se sigue en aumento esta flota vehicular. Los otros medios de transporte son las motocicletas, las bicicletas y los triciclos.

### **Salud y seguridad social.**

Entre las principales causas de morbilidad se cuentan los efectos de cambios climáticos estacionales y problemas de descomposición de los alimentos debido a las altas temperaturas predominantes durante la mayor parte del año. Así, los principales problemas están relacionados con las vías respiratorias y sistema gástrico.

Otra causa de morbilidad y que se encuentran relacionada con eventos de defunciones de manera particularmente notable está relacionada con enfermedades de la piel debido a que la mayoría de los pescadores considerados como oriundos o natos de la isla son de ascendencia europea, y debido a que la actividad principal es la pesca, los efectos de la exposición a las radiaciones solares se traducen en cáncer de la piel y en años reciente esto ha sido causa de mortalidad en varios casos (Centro de Salud de Holbox). Durante el 2007, el sistema de alcantarillado de reciente construcción se vio afectado con el resultado de la expulsión de aguas negras a través de los tubos de respiración, que fueron instalados en una proporción de uno por cada solar urbano. Esto alertó a las autoridades sanitarias locales, llevando a una campaña para combatir las enfermedades gastrointestinales, que amenazaron con convertirse en epidemia.

### **Sistema y cobertura de la seguridad social.**

En Holbox se cuenta con un centro de salud con atención de primer nivel proporcionado por CESA. Sin embargo, dificultades en la obtención de servicios médicos y la ausencia de médicos particulares ha sido causa reciente de descontento por parte de los habitantes locales, quienes pugnan por un servicio más seguro. Así, en Holbox existen aproximadamente 0.3 médicos por cada 1000 habitantes (Centro de Salud de Holbox).

### **Educación.**

Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela, promedio de escolaridad, población con el mínimo educativo, índice de analfabetismo.

Con respecto a la educación, en la isla Holbox se imparte hasta el nivel de escuela secundaria. Para la cobertura del nivel preparatoria se puede realizar en el municipio, mientras que en nivel profesional suele llevarse a cabo en la ciudad de Mérida o en Cancún. En el presente más del 95% de los niños y jóvenes asisten a la escuela en Holbox. Lo que contrasta con lo que sucede a la escala municipal, donde de un total de 10,689 habitantes para 1998, 8,587 fueron alfabetos (4,855 hombres y 3,752 mujeres), mientras que 2,095 fueron analfabetas (801 hombres y 1,294 mujeres) (INEGI, 1998). Existe una escuela particular que tiene grupos en distintos niveles desde el jardín de niños hasta la preparatoria, si bien cuenta con escasos alumnos debido a que los costos son elevados, incluso para el poder adquisitivo de los pobladores de la isla Holbox.

### **Aspectos culturales y estéticos.**

En isla Holbox la mayoría de sus habitantes son descendientes de inmigrantes europeos, mientras que la presencia de personas de origen maya se da a causa de inmigrantes y migrantes originarios de localidades del interior continental.

Al igual que sucede en gran parte de las comunidades de la región, en particular las rurales, en Holbox destaca la presencia de sectas religiosas e iglesias distintas a la católica, sin embargo ésta, cuenta con una presencia considerable en la isla. Algunos de estos grupos se cuentan entre los llamados protestantes, evangelistas y Testigos de Jehová, entre otras. A pesar de esto, en el presente no se manifiesta intolerancia religiosa que enfrente a los pobladores de Holbox.

### **Índice de pobreza.**

Según el Consejo Nacional de Población (Conapo) Quintana Roo presenta un índice de marginalidad media y ocupa el lugar 19 a escala nacional (Cfr. Diagnóstico para la región XII, Península de Yucatán, CNA, 2001).

### **Índice de alimentación.**

No se cuenta con datos específicos, pero debido a que el sitio se localiza en un área pesquera cuyos recursos no han sido agotados, se considera que la gran mayoría de los pobladores cuentan con acceso a alimentos de origen acuático con alto contenido de proteínas y otros nutrimentos, como son las diversas pesquerías que actualmente se encuentran en funciones. Así, se estima que por encima de un 95% de los residentes actuales cuentan con las posibilidades de cubrir el mínimo alimenticio (Centro de Salud de Holbox). Lo que resulta notablemente elevado en comparación con el resto del municipio, que ha sido considerado como el más pobre y uno de los más marginados en el pasado de todo el Estado.

### **Aspectos económicos.**

El municipio de Lázaro Cárdenas pertenece a la región económica 3 según la clasificación del INEGI. Los principales tipos de economía para la zona son de autoconsumo y de mercado.

El salario mínimo considerado como pesos diarios adquiridos ha variado de 11.115 en 1991 a 29.7 en diciembre de 1998 y a poco más de 33 pesos para los últimos años. Sin embargo, los salarios en isla Holbox son relativamente altos si se compara con el resto del municipio. Se ha mencionado que en Holbox los salarios no son menores a los 150 pesos diarios por trabajador. Sin embargo, el costo de la vida es realmente elevado ya que se trata de una isla con actividad turística predominante y no se conoce de un control efectivo de los precios. Por lo que las personas tienen que pagar precios considerablemente más elevados que en el resto del municipio para obtener la canasta básica.

La mayor parte de la PEA (arriba de 95%) con residencia local cubre la canasta básica, debido a que como ha sido mencionado anteriormente, en isla Holbox se cuenta con recursos pesqueros y turísticos que marcan una diferencia notable en el poder adquisitivo de los locales, comparados con el resto de la población del municipio, que se encuentra asentada en áreas rurales del interior continental y que dependen principalmente de las actividades agrícolas.

### **Diagnóstico ambiental**

Para poder realizar el diagnóstico ambiental se realizó el análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, se revisaron las tendencias del deterioro ambiental y se valoró el grado de conservación con y sin el proyecto, para realizar este diagnóstico se sobre pusieron los planos de las secciones IV.1 y IV.2. Utilizando, Sistemas de Información Geográfica (SIG). Con el programa ArcMap 10.5. En donde se detectaron los puntos críticos, así mismo se realiza también una interpretación del medio biótico y abiótico y socioeconómico.

Por este motivo la capacidad de acogida que tiene nuestro proyecto con respecto al SA, es realmente poco perceptible a tal grado que este proyecto no refleja un impacto con respecto a los aspectos de biodiversidad, ni de la afectación a recursos hidrológicos tanto superficiales como subterráneos, ni tampoco se causará erosión ya que se contemplan las obras de conservación de suelos, económicamente este proyecto, es más rentable con la realización de este proyecto que como se encuentra actualmente.

En los aspectos normativos no encontramos ningún impedimento legal, el proyecto se pretende realizar en un área destinada para el asentamiento humano, por lo que cumple en su totalidad con los lineamientos establecidos por el Plan de Manejo del ANP Yum Balam, en la zona se observa un deterioro considerable derivado del constate desarrollo urbano (obra privada y obra pública), dentro de la evaluación del proyecto la autoridad deberá de considerar que el proyecto desarrollará una serie de acciones para mantener los servicios ecológicos que actualmente presta el predio.

Se recalca que no se encuentran disposiciones legales publicadas que excluyan la realización del proyecto, si bien el artículo 60 ter de la Ley General de Vida Silvestre señala la prohibición de la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte de manera directa o indirecta al mangle, el proyecto ha considerado esté artículo como el eje principal del desarrollo, respetando en su totalidad las especies de mangle botoncillo que se encuentran en el área del proyecto.

En el área del proyecto no se observan las condiciones ecológicas necesarias para el desarrollo de un ecosistema de manglar o de un humedal costero, por el contrario, Miranda (1978) y Rzedowski (1981) consideran a las comunidades vegetales de dunas costeras como un tipo de vegetación halófito, debido a que se desarrollan en suelos con alto contenido de sales solubles. Espejel (1984) clasificó la vegetación de dunas de Yucatán en dos tipos, en función de los rangos de tolerancia a los factores físicos y bióticos a los que se encuentran expuestos los individuos, considerando su cercanía al mar. El primer tipo es considerado pionero, ubicándose cerca de la línea de costa, donde la arena tiene una gran movilidad y se caracteriza por la presencia de especies herbáceas y arbustivas de pequeña talla, más tolerantes a las condiciones ambientales extremas. El segundo tipo de duna es considerado un matorral, encontrándose hacia el interior, donde la arena está fija al sustrato y la vegetación alcanza una mayor altura, situación precisa del área de proyecto.

Durante la operación del proyecto se propone realizar una serie de obras en pro de la sustentabilidad, tales como la implementación de sistemas de captación de aguas y uso de celdas solares, así como promover el mantenimiento de las

áreas verdes, con lo que se busca no sólo evitar la presencia de impactos negativos, si no a través de dichas medidas, generar impactos positivos que resulten positivos para la calidad ambiental del sitio.

**Otros aspectos a considerar son:**

Elemento	Observaciones
<b>Clima (C)</b>	En el área del proyecto se presenta un solo tipo de clima según la clasificación de E. Garcia (1998), sin embargo el predio se observan dos condiciones de clima distintos por las zonas descubiertas de vegetación y las zonas con arbolado, estas condiciones no se modificarán con el proyecto.
<b>Geología (G)</b>	Las formaciones rocosas corresponden a rocas calizas, las cuales son de texturas oospáticas y bioespáticas, estas son formadas por fragmentos de conchas de gasterópodos principalmente, este tipo de suelo es posible observarlo más allá del Sistema Ambiental y con gran abundancia
<b>Suelo (S)</b>	El suelo presente en el solar urbano es de tipo Regosol, el cual se observa en abundantemente en el Sistema Ambiental, con la operación del proyecto, este no se vería afectado de ninguna manera ya que la se realizará un manejo adecuado de los residuos generados por la habitabilidad del mismo..
<b>Topografía (T)</b>	No existen elevaciones en el solar urbano, ni en el Sistema Ambiental
<b>Hidrología (H)</b>	Dentro del solar urbano no se registra ningún tipo de escorrentía, sin embargo el proyecto mantiene más del 80% de área libre lo cual ayuda enormemente a mantener la infiltración al subsuelo, sin afectar la cantidad ni la calidad del agua, por otro lado, sin afectar la cantidad ni la calidad del agua, por otro lado, se tomarán medidas preventivas tales como el manejo adecuado de los residuos para evitar los impactos mencionados.
<b>Vegetación (V)</b>	En el Sistema Ambiental como en el Área del Proyecto fue posible observar especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, como mangle botoncillo ( <i>Conocarpus erectus</i> ) y palma chit ( <i>Thrinax radiata</i> ), sin embargo dichos individuos localizados en el predio, han sido respetados, toda vez que se integran a los proyectos de áreas verdes, debido a sus cualidades paisajísticas e importancia ambiental.
<b>Fauna</b>	Dentro del proyecto y del sistema ambiental no se registró alguna especie considera por la NOM-059, sin embargo para el Área del Proyecto se propondrá un monitoreo, el cual funcionara para evitar afectaciones hacia la fauna que pueda presentarse en el sitio.
<b>Paisaje (P)</b>	El tipo de proyecto de construcción, no irrumpe significativamente con el paisaje, por un lado porque está dentro de la zona urbana de la Isla y por otro, porque se ha considerado la utilización de materiales ecológicos para la parsimonia con el entorno.

Elemento	Observaciones
<b>Aspecto Socioeconómico (AS)</b>	Económicamente el solar urbano tiene más valor actualmente, con el proyecto realizado que como se encontraba originalmente, debido a la alta fragmentación de la zona, el proyecto ha traído empleos permanentes y eventuales, así como actividades comerciales directas e indirectas.

Una vez determinados los elementos analizados se procede a determinar el valor ambiental de este, el cual se compara con el SA, entre mayor sea el número obtenido en el análisis, mayor es el valor que se tiene que tomar en cuenta para la mitigación de los impactos y la compensación ambiental. Esto quiere decir que de acuerdo al número de cualidades que tenga en base a la siguiente lista, mayor será su valoración con relación a la implementación del proyecto de acuerdo a lo siguiente:

**Extensión:** Superficie del área a afectar con respecto SA

**Calidad:** Perturbación hacia la atm-agua y suelo, del proyecto

**Rareza:** Escases de un determinado recurso (tendrá más valor)

**Naturalidad:** Estado de perturbación del proyecto, mayor elementos naturales más valor.

**Abundancia:** La abundancia de especies con respecto al SA., entre mayor abundancia más valor.

**Grado de Aislamiento:** Distancias de otras zonas con características similares al proyecto entre mayor sea la distancia mayor es el valor.

**Diversidad:** Posibilidad de encontrar una especie dentro del proyecto distinto al del SA y su abundancia

**Fragilidad:** Ecosistema del proyecto, Endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero, entre más frágil mayor valor.

**Insustituible:** Imposibilidad de ser sustituido en el proyecto

**Interés ecológico:** Por su peculiaridad ecológica en el proyecto con respecto S.A.

En donde (C) representa al clima (G) a la Geología, (S) suelo, (T) topografía, (H) a la Hidrología, (V) Vegetación, (F) fauna, (P) Paisaje, (AS) aspectos socioeconómicos. Este análisis es comparando el solar urbano con SA. El valor menor es 1 y el mayor es 5

Tabla 45 Elementos del paisaje

ELEMENTOS
-----------

Cualidades	C	G	S	T	H	V	F	P	AS
Extensión	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Calidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rareza	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Naturalidad	1	1	1	1	2	2	1	1	1
Abundancia	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Grado de Aislamiento	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Diversidad	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Fragilidad	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Insustituible	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Interés Ecológico	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Total	10	10	10	10	13	13	10	10	10

#### Interpretación de la Tabla 41:

De lo anterior se concluye que los elementos importantes que debe ser tomados en cuenta para considerar un análisis mayor en los impactos ambientales es la hidrología y la vegetación por lo que a pesar de que el proyecto ya se ha establecido, aún existen actividades que podrían tener impactos negativos sobre dichos factores, por ende, será necesario cumplir con las medidas necesarias para evitar cualquier afectación al factor hidrológico y con ello a la vegetación del sitio, se deberán de establecer un plan estratégico para evitar generar afectaciones, así como medidas de mitigación para disminuir los impactos ambientales, de igual modo se deberá de participar en acciones comunitarias y sociales para mejorar las condiciones del SA a manera de compensación.

La hidrología sufrió un impacto, ya que con la construcción de la obra se ha disminuido la infiltración natural del solar urbano, sin embargo dicho impacto no se considera significativo ya que se ha dejado sin construir un total de 3,829.22 m<sup>2</sup> es decir el 86% del Área del Proyecto, así mismo se cuenta con un biodigestor, el cual se encuentra conectado al drenaje de la isla.

Por otra parte, dentro del área de proyecto existen algunos individuos de mangle botoncillo y palma chit, especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, dichas especies, se encuentran integradas a las áreas verdes implementadas en el proyecto, debido a su valor ambiental y paisajístico.

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

Conforme al diagnóstico del sistema ambiental y la descripción de actividades que se llevarán a cabo durante la operación del presente proyecto, descrito en capítulos anteriores, es necesario desarrollar un análisis ambiental en el que se determinen los impactos que generaran las acciones derivadas de la operación del proyecto sobre los indicadores ambientales.

Lo anterior permite evaluar cada actividad e identificar los beneficios y/o desequilibrios que genere cada actividad de acuerdo a su intensidad, magnitud, duración y periodicidad en los diferentes aspectos ambientales.

Cabe señalar que la siguiente identificación y evaluación se realizará únicamente sobre la operación del presente proyecto, según lo establecido por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en el resolutivo **0071/2019** en materia de impacto ambiental, en el que se resuelve en el apartado VIII, como medida correctiva número **TRES**, lo siguiente:

**"En el caso de tener interés. en la continuidad de las obras y actividades; que se desarrollan en el predio ubicado entre las. coordenadas extremas UTM 16 Q X1 =460314. Y1 =2379871; X2= 460350, Y2; 2379918 , con referencia al DATUM WGS. 84. región 16, México, localizadas dentro del área natural protegida con carácter de área de protección de flora y fauna. en la región conocida como Yum Balam en la isla de Holbox, municipio de Lázaro Cárdenas. en el Estado de Quintana Roo, que forma parte de un ecosistema costero conformado por vegetación de matorral costero con presencia de palma chit y manglar, las cuales fueron circunstanciadas, en el acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/O171-18 de fecha siete de noviembre del año dos mil dieciocho, por ende para la permanencia de las mismas, deberá sujetarlas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental para la operación de las mismas, expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. en términos de lo previsto en los artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y 5 del Reglamento de dicha Ley en Materia de evaluación del Impacto Ambiental."**

Tabla 46 Resumen de actividades por etapa del proyecto

Etapas del proyecto	Actividades a realizar
Operación	Limpieza y mantenimiento de las áreas Ajardinar áreas verdes Operación restaurante Mantenimiento y operación de la piscina Habitabilidad

### V.1 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de los impactos ambientales generados por el presente proyecto durante la etapa de operación se realizó mediante la metodología establecida por Leopold *et al.* (1971). El método se basa en una matriz con el propósito de establecer relaciones causa-efecto de las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto. La evaluación de dichos impactos se realiza mediante una matriz cualitativa y cuantitativa con la finalidad de determinar objetivamente la importancia de cada impacto identificado.

La matriz está constituida por filas (donde se enlistan los factores del medio susceptibles a sufrir algún impacto) y columnas (las acciones del proyecto que producen algún impacto), la cual permite identificar de manera sencilla la interacción de las acciones y los efectos permitiendo identificar los impactos directos.

En cuanto a la identificación de impactos, se consideraron los sistemas que podrán verse afectados: abiótico, biótico y socio-económico. La lista de los factores que conforman la matriz en los diferentes sistemas se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 47 elementos considerados en la matriz de impactos

Sistema	Factor	Elemento
<b>Abiótico</b>	Suelo	Topografía Pérdida del suelo fértil Erosión Compactación Generación de residuos Contaminación del suelo
	Atmósfera	Confort sonoro Sensación térmica Emisión de gases Dispersión de polvos
	Agua	Contaminación del agua Pérdida de infiltración Afectación de escorrentías pluviales Afectación al nivel freático Consumo excesivo del recurso
	Paisaje	Aspecto Calidad visual
<b>Biótico</b>	Flora (marina y terrestre)	Diversidad y abundancia
	Fauna (marina y terrestre)	Diversidad y abundancia
<b>Socio-económico</b>	Población	Calidad de vida
	Económica	Generación de empleos Sector privado Plusvalía Servicios turísticos

La magnitud de importancia de los impactos identificados se determina mediante la ponderación y normalización de las interacciones identificadas, lo que permite clasificar los impactos ambientales como acumulativos, sinérgicos, residuales, directos, indirectos, benéficos o adversos. Para esto, a cada impacto identificado se asigna un valor de importancia lo cual permite identificar los factores ambientales más vulnerables y poder generar medidas necesarias para mitigar, prevenir o compensar el efecto de las actividades del proyecto.

En cuanto al sentido del impacto, es decir si se considera adverso, benéfico, positivo o negativo, es importante identificar el sentido temporal, es decir, el tiempo en el que el impacto tendrá influencia sobre el factor receptor.

Una vez identificados y evaluados cuantitativa y cualitativamente los impactos se valoran y jerarquizan para reconocer la viabilidad del proyecto.

### V.1.1 Indicadores de Impacto

Un indicador de impacto se define como un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio, según Ramos (1987). Este es capaz de caracterizar cualitativa o cuantitativamente el estado de un factor a valorar. Estos normalmente están representados en unidades heterogéneas e inconmensurables, por lo que requieren ser transformadas a unidades homogéneas para hacerlas comparables con el objetivo de poder jerarquizar los impactos y totalizar el impacto que generará la ejecución del proyecto.

De acuerdo a los elementos identificados de cada factor por sistema evaluado (Ver Tabla 43). La descripción de cada indicador ambiental se encuentra en la Tabla 44:

### V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Tabla 48 descripción de los indicadores ambientales a evaluar en la matriz

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
<b>Sistema abiótico</b>	
Suelo	<p><b>Pérdida de suelo fértil.</b> Este factor podría verse afectado en caso de no realizar un manejo adecuado de las áreas verdes</p> <p><b>Erosión.</b> El manejo de las áreas podrá tener un impacto en el factor erosión</p> <p><b>Contaminación del suelo.</b> Posible contaminación del suelo por la generación de residuos y derrame de sustancias durante la ejecución del proyecto.</p> <p><b>Uso y modificación del suelo:</b> El mal manejo de las áreas verdes localizadas en el Área del Proyecto, ejercería presión sobre este factor.</p>
Atmósfera	<p><b>Confort sonoro.</b> Sonido inarticulado y confuso no deseado por los receptores, debido a la presencia de inquilinos.</p> <p><b>Sensación térmica.</b> La remoción o afectación a la vegetación, podría generar una mayor radiación del suelo a la atmosfera, modificando la sensación térmica del sitio.</p> <p><b>Dispersión de polvos.</b> Partículas suspendidas en la atmosfera debido al movimiento de tierras o emisiones de vehículos debido a la combustión de gasolina.</p>
Agua	<p><b>Contaminación del agua.</b> Aportes desde la atmosfera, alteraciones del ciclo hidrológico, así como las fuentes de contaminación como residuos sólidos urbanos y aguas residuales.</p> <p><b>Pérdida de la infiltración:</b> con la falta de vegetación y la compactación de la tierra se pudo perder infiltración natural en el sitio.</p> <p><b>Afectación de escorrentías pluviales:</b> Al cimentar la obra se creó una barrera afectando el flujo natural hidrológico de la zona.</p> <p><b>Afectación al manto freático:</b> La excavación y colocación de cimentación pudo contaminar y afectar las condiciones naturales de este, así como el vertimiento de aguas residuales podría contaminar el nivel freático.</p> <p><b>Uso y consumo del recurso:</b> disminución de la disponibilidad del agua por los habitantes, disminución en las reservas de agua potable de la región.</p>
Paisaje	<p><b>Aspecto.</b> Cambio en la composición paisajística natural del sitio donde se ha establecido el proyecto habitacional.</p> <p><b>Calidad visual.</b> Características del sitio y la calidad del fondo en términos de visibilidad, riqueza biológica y seguridad.</p>

FACTOR	INDICADOR AMBIENTAL
<b>Sistema biótico</b>	
Flora	<b>Diversidad y abundancia.</b> Número de organismos y diversidad de especies vegetales terrestres y marinas encontradas en el área del proyecto así como las posibles afectaciones que estas puedan sufrir debido a las actividades del proyecto aquellas especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	<b>Diversidad y abundancia.</b> Número de organismos y diversidad de especies animales terrestres y marinas encontradas en el área del proyecto así como las posibles afectaciones que estas puedan sufrir debido a las actividades del proyecto aquellas especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
<b>Sistema socioeconómico</b>	
Población	<b>Calidad de vida.</b> Mejora en la calidad de vida de la población debido a las actividades del proyecto.
Economía	<p><b>Generación de empleos.</b> Generación de empleos directos temporales y permanentes durante el desarrollo del proyecto, así como la generación de empleos indirectos debido a la compra-venta de insumos para desarrollar el proyecto.</p> <p><b>Sector privado.</b> Impacto en la economía en la etapa de construcción como de operación debido al comercio y turismo.</p> <p><b>Plusvalía:</b> El proyecto aumenta y mejora la precepción social del valor de la zona.</p> <p><b>Servicios Turísticos:</b> El proyecto será capaz de dar asilo a los turistas que lleguen a la isla de Holbox</p>

### V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

#### V.1.3.1 Criterios

Un impacto o alteración ambiental puede ser descrito por una serie de características intrínsecas, propias de la relación entre la acción y el impacto que produce (Canter, 1977). De acuerdo a esto, deben tenerse en cuenta los siguientes conceptos para poder describir los impactos:

- **Naturaleza del impacto.** Este concepto hace referencia al efecto que presenta, positivo o negativo, respecto al estado previo de la acción.
- **Intensidad del impacto.** Representa la cantidad e intensidad del impacto. Es el componente que condiciona la ponderación y la importancia del impacto, determinada por la valoración del elemento en los diferentes niveles de organización y funcionamiento del ambiente.
- **Escala espacial del impacto.** Es la extensión y/o ocurrencia del impacto, el territorio que se verá influenciado por el impacto.
- **Escala temporal o persistencia del impacto.** Hace referencia al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos, si este es puntual a corto, mediano o largo plazo.
- **Reversibilidad del impacto.** Representa la capacidad del factor para tener un efecto de reversibilidad o irreversibilidad ante el impacto.
- **Incidencia del impacto.** Describe el modo en el cual se produce el impacto, ya sea sinérgico (presencia

simultánea de varias acciones), acumulativo (impactos de acciones particulares), residual (persiste después de la aplicación de acciones de respuesta) y directo (impacto aislado que no se suma ni actúa en conjunto con otros impactos).

De acuerdo a lo anterior los impactos pueden clasificarse como adversos o negativos, benéficos o positivos, regionales, locales, zonales, puntuales, permanentes, temporales de largo, mediano y corto plazo, reversibles, irreversibles, acumulativos, sinérgicos, residuales, directos y de muy alto, alto, medio bajo y muy bajo impacto.

#### V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

El principal objetivo de la evaluación de impacto ambiental es determinar el costo ambiental que ha ejercido el proyecto. Esto es determinante y sumamente importante al momento de establecer la factibilidad del desarrollo del proyecto, así como para determinar las medidas de mitigación, compensación o restauración a los impactos ambientales identificados.

La evaluación de impactos cualitativa se desarrolla tomando en cuenta los criterios descritos en el apartado anterior, la manera de evaluar cada impacto de acuerdo a cada característica será la siguiente:

Según la naturaleza del impacto, sea este positivo o negativo, la magnitud de la medida a tomar se encuentra relacionada con la magnitud del impacto causado. En caso de ser un impacto catalogado como negativo o adverso, este se relaciona con cinco jerarquías en las que se colocan las acciones o medidas de acuerdo a la gravedad del impacto ocasionado y la medida que debe tomarse para prevenir o mitigar esta acción (Ver Tabla 45).

Tabla 49 Nivel de importancia asignado a los impactos adversos o negativos de acuerdo con las medidas implementadas

Acción de respuesta	Nivel de importancia
Medida preventiva	1
Medida de mitigación	2
Medida de compensación	3
Medida de restauración	4
No mitigable o restaurable	5

En cuanto a los impactos catalogados como benéficos o positivos derivados de la ejecución del proyecto, deben valorarse a partir de otras acciones que representan un impulso a dicho impacto benéfico. En este sentido se reconocen también cinco categorías (Ver Tabla 46):

Tabla 50 Nivel de importancia asignado a los impactos benéficos o positivos de acuerdo con las medidas implementadas.

Acción de respuesta	Nivel de importancia
Impulso con acciones de respuesta antagónicas importantes	1
Impulso con restricciones importantes	2
Impulso con restricciones moderadas	3
Impulso simple	4
Impulso importante	5

- Acciones de impulso con resultados antagónicos. El impulso resulta antagónico por acciones o actividades que impacten de manera adversa y significativa a otros atributos del ambiente natural y humano.
- Acciones de impulso con restricciones importantes. El beneficio y su fomento se acompaña por un esfuerzo humano, técnico y económico considerable, sin impactos adversos significativos.
- Acciones de impulso con restricciones moderadas. El beneficio y fomento de actividades, obras y/o medidas de inversión y/o mantenimiento pueden resultar limitadas de manera moderada por razones técnicas y/o económicas.
- Acciones de impulso simple. El beneficio se sostiene por obras o acciones de respuesta con inversiones aceptables por actividades de mantenimiento simples, poco impactantes que no representan restricciones técnicas y económicas importantes.
- Acciones de impulso importante. El beneficio se sostiene por obras o acciones de respuesta con inversiones aceptables por actividades de mantenimiento simples, poco impactantes que no representan restricciones técnicas y económicas importantes.

En cuanto a la evaluación de impactos de acuerdo a la escala espacial o extensión, debe considerarse la superficie que se verá afectada, directa o indirectamente, incluyendo el área de influencia (Ver Tabla 47).

Tabla 51 Nivel de importancia asignado a los impactos de acuerdo con el área de influencia.

Escala espacial	Área de influencia	Superficie	Nivel de importancia
Puntual	Sitio de trabajo o zonas de lotificación, solar urbano a desmontar, etc.	1 m <sup>2</sup> - 1,500 m <sup>2</sup>	1
Zonal	Superficies de tipo de vegetación y áreas de distribución del proyecto	1,500 m <sup>2</sup> - 10 ha	2
Zonal/Local	Área del proyecto, unidad de gestión o equivalente	10.1 ha – 30 ha	3
Local	Sistema Ambiental, poblaciones o equivalente	30.1 ha - 132,800 ha	4
Regional	Estado o equivalente	132,800 ha- Península Yucatán	5

La evaluación a escala temporal o la persistencia de un impacto puede ser comparada con el cronograma de actividades, el tiempo de ejecución del proyecto o vida del proyecto entre otras. La forma de evaluar este criterio es la siguiente (Ver

Tabla 48).

Tabla 52 Nivel de importancia asignado a los impactos de acuerdo con su permanencia en el tiempo.

Escala espacial	Permanencia	Nivel de importancia
Inmediato	1 a 15 días	1
Corto plazo	0.5 a 6 meses	2
Mediano plazo	6 a 12 meses	3
Largo plazo	1 a 10 años	4
Permanente	> 10 años	5

La reversibilidad es la capacidad o incapacidad del factor ambiental receptor de retornar de manera natural a su estado original. Los cambios irreversibles son aquellos en los que el sistema no puede regresar a las condiciones originales antes de realizarse las actividades.

Por otra parte, también existe el concepto de reversibilidad condicionada el cual considera las siguientes condiciones:

- Para que el factor ambiental regrese a su estado original se deben presentar ciertas condiciones.
- El factor debe tener la capacidad de retornar a su condición original en términos cuantitativos, pudiendo prevalecer cambios importantes cualitativos.
- La reversibilidad debe ser inducida o favorecida con intervención humana.

Tabla 53 Nivel de importancia asignado a los impactos de acuerdo con su reversibilidad.

Dinámica del impacto	Nivel de importancia
Reversible	1
Reversible condicionado	2
Irreversible	3

La ruta de incidencia de un impacto implica el modo en el que el impacto incide en el factor ambiental, pudiendo ser de cuatro tipos:

- **Directos o simples.** Impacto primario sobre el sistema del ambiente receptor de impacto, sin consecuente efecto sobre otros elementos o conjunto de elementos.
- **Residuales.** Impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación, compensación y/o restauración.
- **Sinérgicos.** Impacto que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **Acumulativos.** Impacto sobre el elemento que resulta cuando a los efectos de la actuación se añaden los de otras actuaciones pasadas, presentes o futuras razonadamente previsibles, sin que importe cual sea la actividad o emisor del impacto, inherente a las actividades del proyecto o ajenas al mismo.

De acuerdo a lo anterior, la manera de evaluar esta característica se presenta en la Tabla 50.

Tabla 54 Nivel de importancia asignado a los impactos de acuerdo con su reversibilidad.

Ruta de incidencia	Nivel de importancia
Directo	1
Residual	2
Sinérgicos	3
Acumulativo	4

#### V.1.4 Identificación de impactos

Es importante señalar, que tal y como se ha mencionado con anterioridad, el presente estudio tiene la finalidad de realizar la regularización en materia de impacto ambiental por las obras y actividades para realizar la operación del hotel puerto Holbox, mismo que ya ha sido construido, por ende la identificación de los siguientes impactos, se realizará únicamente para la etapa de operación.

### OPERACIÓN

Para la etapa de operación y mantenimiento se identificaron 40 interacciones, de las cuales 13 son negativas y 27 positivas, de estas se observan **7 interacciones importantes 1 positiva y 6 negativas**, la habitabilidad y limpieza de habitaciones fueron las actividades que más generan impactos negativos de importancia, así mismo el factor contaminación del agua mantiene interacciones con todas las actividades del proyecto, por lo que es vital la aplicación de medidas de mitigación y compensación (Ver Tabla 51).

Tabla 55 Matriz de Impactos para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto

MATRIZ CAUSA EFECTO			Acciones a realizar				
<p>En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en la realización del proyecto y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades. La celda que indicaba una interacción importante entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con una “+”.</p>			Ajardinar áreas verdes y riego con aguas				
			Mantenimiento y operación de la piscina				
			Habitabilidad				
			Operación de restaurante				
			Limpieza y mantenimiento				
FASE DE OPERACIÓN							
Abiótico	Suelo	Modificación de la topografía					
		Pérdida de suelo fértil					

MATRIZ CAUSA EFECTO			Acciones a realizar				
<p>En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en la realización del proyecto y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades. La celda que indicaba una interacción importante entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con una "+".</p>			Ajardinar áreas verdes y riego con aguas	Mantenimiento y operación de la piscina	Habitabilidad	Operación de restaurante	Limpieza y mantenimiento
			FASE DE OPERACIÓN				
			Erosión				
			Contaminación del suelo		+		
			Uso y modificación del suelo				
	Atmosfera	Confort sonoro					
		Sensación térmica					
		Emisión de GEI					
		Dispersión de polvos					
	Agua	Contaminación del agua	+		+		
		Pérdida de infiltración	+				
		Desvío de escorrentías					
		Afectación manto freático	+				
		Uso y Consumo del recurso		+	+		
	Paisaje	Aspecto					
		Calidad visual					
Biótico	Flora	Diversidad y abundancia					

MATRIZ CAUSA EFECTO			Acciones a realizar				
<p>En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en la realización del proyecto y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades. La celda que indicaba una interacción importante entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con una “+”.</p>			Ajardinar áreas verdes y riego con aguas				
			Mantenimiento y operación de la piscina				
			Habitabilidad				
			Operación de restaurante				
			Limpieza y mantenimiento				
FASE DE OPERACIÓN							
	Fauna	Diversidad y abundancia					
Socio-económico	Pobl.	Calidad de vida					
	Economía	Generación de empleos					
		Plusvalía					

### Valoración de los impactos

Una vez identificados los impactos relevantes en el proyecto se procedió a jerarquizarlo cuantitativamente para tener una idea clara del nivel de afectación que tendrá cada impacto.

Para lo que fue posible identificar como el impacto más significativo durante la etapa de operación la utilización del recurso agua, para las necesidades básicas de los inquilinos, como para el funcionamiento de la piscina (Tabla 52).

Tabla 56 Valoración cuantitativa de los principales impactos identificados con la realización del proyecto "Puerto Holbox"

Etapas	Factores	Impactos negativos relevantes del proyecto	Actividad detonadora	Medida de mitigación	Escala espacio	Escala Tiempo	Reversible	Tipo de impacto	Promedio
Operación	Suelo	Contaminación del suelo	Habitabilidad	1	1	1	1	1	1
Operación	Agua	Contaminación del agua	Ajardinar áreas verdes y riego	1	3	1	1	1	1
Operación	Agua	Contaminación del agua	Habitabilidad	1	2	1	1	1	1
Operación	Agua	Afectación al manto freático	Ajardinar áreas verdes y riego	1	3	1	1	1	1
Operación	Agua	Uso y consumo del recurso	Mantenimiento y operación de la piscina	1	4	1	1	1	2
Operación	Agua	Uso y consumo del recurso	Habitabilidad	2	3	5	1	1	2

Así mismo, se identificó un impacto positivo con la realización del proyecto, el cual también fue valorado cuantitativamente.

La generación de empleos tanto indirectos como indirectos, temporales y permanentes, que generará el proyecto durante sus diferentes etapas, es el principal impacto positivo generado por el proyecto. (Ver Tabla 53).

Tabla 57 Valoración del impacto positivo importante identificado con la realización del proyecto

Etapas	Factores	Impactos positivos relevantes del proyecto	Actividad detonadora	Tipo de impulso
Operación	Empleo	Generación de empleo	Durante la operación se requiere la presencia de personal, permanente y temporal.	Impulso antagónico importante (1)

Tabla 58 Descripción de los impactos ambientales negativos significativos identificados en la matriz cualitativa de impacto ambiental para la etapa

operativa del proyecto.

Impacto ambiental	Actividades impactantes	Descripción
Generación de residuos	Habitabilidad	Con la operación y mantenimiento del proyecto, se generarán constantemente residuos sólidos, los cuales con un mal manejo podrían contaminar el suelo del área del proyecto, así como del sistema ambiental. Este impacto es puntual y mitigable,
Contaminación del agua y afectación al manto freático	Riego de áreas verdes con aguas tratadas, Habitabilidad, Limpieza	Debido a que la principal actividad del proyecto es dar alojamiento a personas, derivado de ello se generaran constantemente residuos tanto líquidos como sólidos, así como la generación de grasas por la preparación de alimentos, lo cual con un mal manejo podrían repercutir en la contaminación de las aguas pluviales y el manto freático. No obstante lo anterior, con la operación del biodigestor instalado en el proyecto, mismo que se encuentra conectado al sistema del drenaje de la isla, se reduce considerablemente el riesgo de contaminación. Este impacto podría afectar el área del proyecto, pero es un impacto evitable y mitigable bajo el contexto antes descrito.
Uso y consumo del recurso	Habitabilidad y mantenimiento y operación de piscina	Derivado de los servicios ofrecidos por proyecto, es necesario una constante aportación de recurso agua para el servicio de los habitantes y para el llenado de la piscina, un manejo inadecuado podría repercutir en la afectación de los pozos de agua, afectando la disponibilidad del recurso para la población en general. Este impacto es regional, ya que podría afectar la disponibilidad de agua de la cuenca hidrológica, es mitigable y compensable.

## V.2 CONCLUSIONES

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio que integran el sistema ambiental, se concluye que en total se generaron 7 impactos ambientales de importancia, de los cuales 6 serán negativos y 1 impacto positivo alto.

Dentro de impactos observados con la realización del proyecto, resaltan los impactos relacionados con la afectación al manto freático y a la generación de residuos sólidos y líquidos, ya que debido a la ubicación del predio en un ecosistema costero, la hidrología de la zona se vuelve sensible a cualquier modificación o contaminación, lo que podría repercutir en daño severo a los cuerpos de agua cercanos y la vegetación de la zona.

El cambio en la composición hidrológica de la región se podría producir por la desviación de escorrentías, la falta de áreas de infiltración, el consumo excesivo del recurso, la modificación en la composición del agua subterránea y la contaminación del suelo o directamente del agua, por lo que resulta sumamente importante implementar estrategias necesarias y eficaces para evitar, mitigar y compensar los impactos. Sin embargo, con la finalidad de evitar una afectación significativa a este factor ambiental, se ha dejado sin construcción, la mayor parte del Área del Proyecto, es decir el 86%, equivalente a 3,829.22 M<sup>2</sup> libres.

Si bien es cierto que la zona donde se ubica el área del proyecto, se encuentra en un estado secundario debido a la urbanización de la zona, donde actualmente se observa una fragmentación de los ecosistemas debido a la apertura de caminos y la instalación de infraestructura, como es el caso del sistema de agua potable y de las líneas aéreas eléctricas, sin embargo, el proyecto se ha diseñado de tal manera que no ejerza mayor presión sobre los factores ambientales, pudiendo evitar el aumento de los impactos ya generados en el área por las actividades circundantes.

Por ello será de vital importancia fortalecer las actividades enfocadas en pro del medio ambiente durante la operación del proyecto que nos compete.

De este modo, y en términos ambientales, la operación del proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por la operación del proyecto, se puede concluir que el proyecto con las acciones ambientales que se han establecido y las que se tienen consideradas establecer, se han producido impactos ambientales significativos o relevantes, sin embargo no se prevén impactos irreversibles o irremediables, todos los impactos observados son impactos prevenibles, mitigables y/o compensables.

No representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, puesto que el proyecto consideró en su diseño constructivo la permanencia en el sitio de todos los individuos de especies protegidas, del mismo modo se considera la aplicación de medidas preventivas para asegurar su sobrevivencia.

No implica aislar un ecosistema, puesto que el proyecto se ha desarrollado en la zona urbana de la isla de Holbox, actualmente no se identifica algún ecosistema natural en la zona.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, que en su caso ocasionen la destrucción o aislamiento de los ecosistemas.

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

En este capítulo se desarrollarán de manera explícita las medidas de prevención y mitigación a los impactos ambientales identificados, descritos y evaluados en el capítulo anterior por la realización del presente proyecto denominado "Puerto Holbox".

### VI.1 MEDIDAS PARA LA ETAPA OPERATIVA

Es importante señalar que debido a la situación del proyecto, el cual ya se encuentra en ejecución, algunas de las siguientes medidas ya se han llevado a cabo, sin embargo también se considerarán nuevas medidas a implementar, para así garantizar la prevención y mitigación de los posibles impactos a presentarse.

#### VI.1.1 *Medida propuesta: MATERIAL DE DIFUSIÓN*

**Naturaleza de la medida:** De carácter preventivo, se diseñará material de difusión, para los habitantes con la finalidad de crear una conciencia sustentable, donde se manifiesten las problemáticas ambientales actuales de la Isla de Holbox y las soluciones prácticas.

**Momento de aplicación de la medida:** Durante la operación del proyecto.

**Descripción de la medida:** Consiste en colocar material de difusión (trípticos, posters, flayers, etc) en las áreas de recreación o descanso.

**Acción de la medida:** la difusión de las problemáticas ambientales existentes en la zona y las soluciones particulares serán acciones que influirán directamente en los habitantes, con lo que será posible impulsar una consciencia sustentable.

**Eficacia de la medida:** La generación de medios de comunicación prácticos y modernos de difusión causan grandes impactos en las poblaciones, la creación de materiales adecuados impactará positivamente en los huéspedes.

#### VI.1.2 *Medida propuesta: INSTALACIÓN DE CONTENEDORES PARA RESIDUOS*

**Descripción de la medida:** Consiste en la instalación de contenedores para basura, a fin de que funcionen como reservorios temporales, para los usuarios del complejo, promoviendo así la separación de la basura para un posible reciclaje de la misma. Medida preventiva, enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio, particularmente por la generación de residuos sólidos, se manifiesten.

#### VI.1.3 *Medida propuesta: PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS*

**Descripción de la medida:** Durante toda la vida útil del proyecto, se ejecutará el plan de manejo de residuos, el cual contempla el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos que pudieran llegar a generarse durante la ejecución de esta etapa del proyecto. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste, particularmente por la generación de residuos sólidos y residuos peligrosos, se manifieste.

#### VI.1.4 **Medida propuesta: RECOLECCIÓN DE AGUA DE LLUVIA**

**Naturaleza de la medida:** de carácter mitigante, estará enfocada en reducir el uso de agua potable en las labores de limpieza y en el riego de áreas verdes; así como un aprovechamiento y uso eficiente de dicho recurso.

**Momento de aplicación de la medida:** durante toda la vida útil del proyecto.

**Descripción de la medida:** Se deberán instalar canaletas para la captación pluvial en el área de las azoteas libres de construcción con lo cual, según la superficie utilizada, se captarán Litros de agua y se almacenarán, con el fin de utilizarla para el mantenimiento de áreas verdes y la limpieza de las habitaciones, con lo cual será posible disminuir el consumo del agua proporcionada por CAPA y por ende por los pozos de agua de la región.

**Acción de la medida:** Las canaletas estarán diseñadas para recolectar agua de lluvia, y contarán con decantadores para la separación de sólidos no disueltos. Finalmente, este sistema recolector conducirá el agua hacia un almacén.

**Eficacia de la medida:** Se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de la medida, considerando que las canaletas son eficientes y eficaces para recolectar agua de lluvia.

#### VI.1.5 **Medida propuesta: ÁREAS VERDES AJARDINADAS**

**Naturaleza de la medida:** de carácter mitigante, estará enfocada en reducir el efecto de los impactos ambientales identificados como reducción de la calidad visual del paisaje, reducción de la cobertura vegetal, reducción y pérdida del hábitat, reducción de la superficie permeable, y sellado del suelo.

**Momento de aplicación de la medida:** durante toda la vida útil del proyecto.

**Descripción de la medida:** Consiste en la conservación y creación de los espacios ajardinados 3,829.22 m<sup>2</sup> que corresponden al 86% de la superficie del sitio del proyecto.

**Acción de la medida:** Los espacios ajardinados servirán como zona de conservación y protección de los suelos, toda vez que la cobertura vegetal es el principal elemento que impide que la acción del viento y de la lluvia, actúen como factores erosivos; así mismo, actuará como una zona de descanso, refugio, alimentación e incluso de reproducción de fauna silvestre, pues conservará elementos propios del ecosistema.

**Eficacia de la medida:** La creación de espacios verdes ajardinados, son importantes como parte integral de cualquier proyecto, pues además que realza el paisaje, provee de espacios adecuados para la protección y conservación del suelo y de la fauna silvestre, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la medida propuesta.

#### VI.1.6 **Medida propuesta: CURSO DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL**

**Naturaleza de la medida:** de carácter preventivo, estará enfocada a concientizar a trabajadores y habitantes sobre las prácticas cotidianas adecuadas, será posible reducir la generación de residuos sólidos, el ahorro de agua y energía, mantener el orden y limpieza del sitio, así como el respeto al medio ambiente.

**Momento de aplicación de la medida:** durante toda la vida útil del proyecto.

**Descripción de la medida:** Consiste en establecer un orden a la hora de realizar las acciones de operación del proyecto, para lo cual se considera establecer las áreas de trabajo, áreas de almacenamiento de materiales y residuos, cuidado en la manipulación de sustancias peligrosas, manipulación de pinturas, herramientas, equipo, uso racional del agua y de la energía, así como el cuidado general del medio ambiente.

**Acción de la medida:** la concientización a los trabajadores y habitantes ayudará en gran medida a mantener el área del proyecto en orden y con limpieza, lo que repercutirá en la disminución de accidentes y con ello evitar afectaciones a los recursos naturales del área de proyecto.

**Eficacia de la medida:** La aplicación de una prueba sobre el entendimiento de la capacitación a los trabajadores así como los comentarios realizados por los habitantes, podrán ser muestra de la eficiencia.

#### VI.1.7 **Medida propuesta: PANELES SOLARES**

**Naturaleza de la medida:** de carácter mitigante, en disminuir el consumo de energía que ofrece la CFE en la Isla, quienes actualmente cuentan con una central de generación de combustión interna a base de Diésel en la isla, la medida ayudará a disminuir la cantidad de energía requerida para la operación del proyecto.

**Momento de aplicación de la medida:** Durante la etapa de operación del proyecto

**Descripción de la medida:** En este caso abordamos el suministro de la electricidad y queremos recurrir a un recurso como lo es la luz solar. En el proyecto se contempla la colocación de un sistema de paneles solares para la alimentación de los sistemas de aire acondicionado con tecnología inverter, con lo cual se disminuiría el consumo de energía en el proyecto. La razón de abastecer solamente los aires acondicionados, es porque en comparación con los demás electrodomésticos, suelen ser, en la zona, los más utilizados.

**Acción de la medida:** disminuir el consumo de energía eléctrica para el proyecto y con ello disminuir la emisión de gases producidos por central de generación de combustión, así mismo se plantea realizar un proyecto más sustentable y autosuficiente.

**Eficacia de la medida:** disminución de consumo de Kilovatios por hora en comparación con un consumo común en la zona.

Finalmente, para las etapas de preparación del sitio y construcción, se propone contar con una garantía de responsabilidad ambiental, que cubra la reparación o compensación ambiental de los posibles daños al medio ambiente, en términos de lo previsto por la LGEEPA y la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

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

Con base a la construcción de Índices de Calidad Ambiental (ICA) propuestos por Conesa (2000) una vez analizados los capítulos III, IV, V y VI, se obtienen los parámetros de análisis, para después transformarlos a valores numéricos y comparables, mediante técnicas de transformación a escalas de puntuación de 0 a 1, lo cual representa un índice.

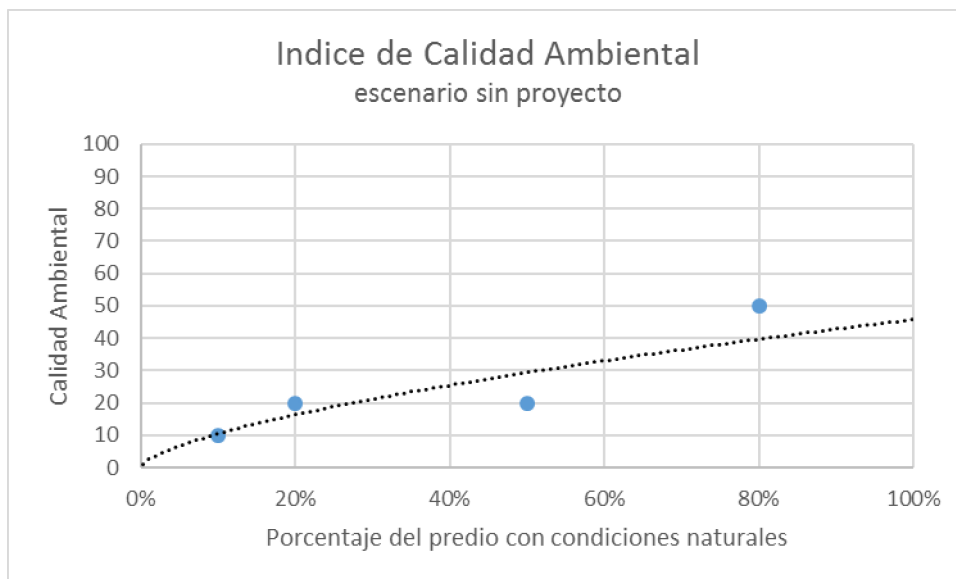
Se realizó un índice de calidad ambiental (ICA) general para clarificar los escenarios, en estado cero, con proyecto y con medidas, se realizó una sumatoria ponderada de la conservación natural del sitio considerando, un estado óptimo o prístino con valor 1, un estado con poca perturbación 0.75, con perturbación media 0.50, con una alta perturbación 0.25 y un estado con severa contaminación ambiental con valor de 0, expresada en el 100% de las dimensiones del terreno.

Con lo anterior es posible mostrar una proyección cuantitativa en diferentes escenarios ambientales, en donde se ilustra el resultado de la acción de las medidas de mitigación, sobre los impactos ambientales perceptibles y significativos. Este escenario considera la dinámica ambiental resultante de los impactos ambientales, incluyendo los no mitigables, los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas.

### **VII.1 ESCENARIO DEL ESTADO CERO DEL PROYECTO.**

El solar urbano donde se ha realizado el proyecto, se localiza en la zona ya modificada por el desarrollo urbano, no obstante, a pesar de ello, mantiene algunos individuos arbóreos propios del ecosistema de la isla, sin embargo, derivado del constante desarrollo urbano que existe en la zona, este solar urbano se ha visto afectado, por lo que a pesar de regresar en el solar urbano a su estado previo al proyecto, este se vería afectado por las distintas obras y desarrollo urbano de la zona circundantes.

Según el índice de calidad ambiental realizado, considerando la conservación natural de solar urbano y la calidad ambiental de la zona, es posible observar que solo el 10% del terreno cuenta con una conservación en nivel .80 según el índice, según la tendencia potencial de la curva presentada por el índice se establece en un 47% de calidad ambiental si el solar urbano se mantuviera sin realizar el proyecto.

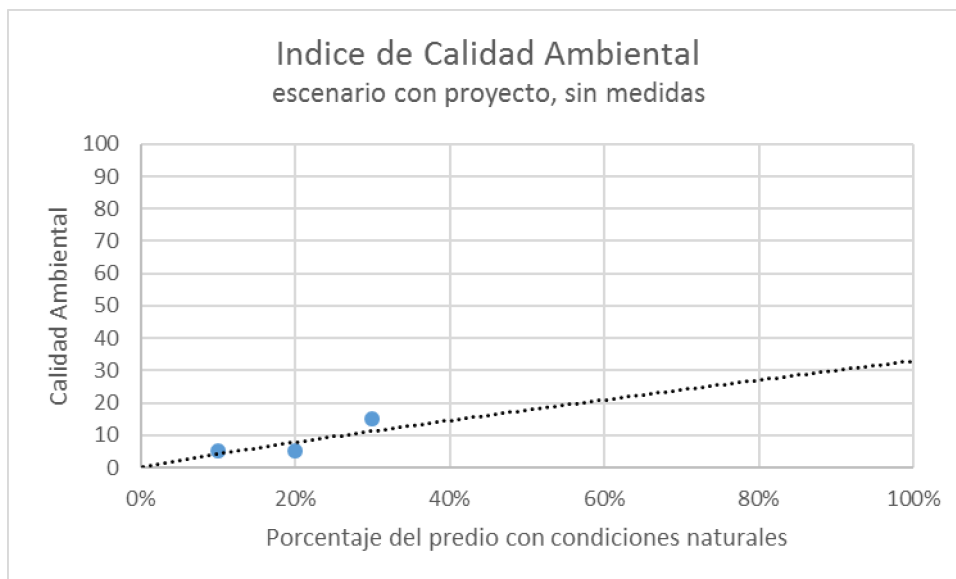


Debido a que la alteración el terreno no ofrece los servicios ambientales que podría ofrecer una zona en conservación, en los solares urbanos aledaños a estos existe actualmente la misma condición de impacto, rompiendo totalmente con la conectividad del ecosistema natural de la zona. Por lo que en caso de restaurar el sitio a su estado original antes de la realización del proyecto, dicho terreno, se vería severamente afectado debido a su localización, es decir, en zonas altamente fragmentadas por el desarrollo urbano, por ello realizar la mencionada restauración, además de ser altamente impactante en sí misma, por las construcciones actuales, se vería severamente comprometida por su entorno.

## VII.2 ESCENARIO AMBIENTAL CON EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

La zona circundante a donde se ha desarrollado el proyecto, presenta una perturbación alta, derivado el desarrollo urbano que existe en la zona, al operar el proyecto sin ninguna medida de mitigación, evidentemente podrían generarse severos impactos ambientales, entre los cuales se podría considerar la contaminación de los suelos y con ello la afectación de calidad del agua y su infiltración, la calidad natural del solar urbano se vería sumamente afectado.

Según el ICA sobre la conservación natural del solar urbano, la calidad ambiental se vería disminuida, considerando que solo el 10% del terreno podría tener una conservación del .15 según el índice, con la curva potencial es posible pronosticar que la calidad ambiental del solar urbano se encontraría en un 31%.



Al no contar con un manejo adecuado, los residuos sólidos no tendrían separación y terminarían afectando la situación actual de la basura en la isla, por otro lado, se generarían constantemente aguas negras las cuales podrían afectar el ecosistema sin un manejo adecuado, todo esto afectaría directamente al equilibrio natural de la isla de Holbox.

Se podrían ver afectadas algunas especies de flora y fauna y con ello la diversidad natural de la isla y el paisaje.

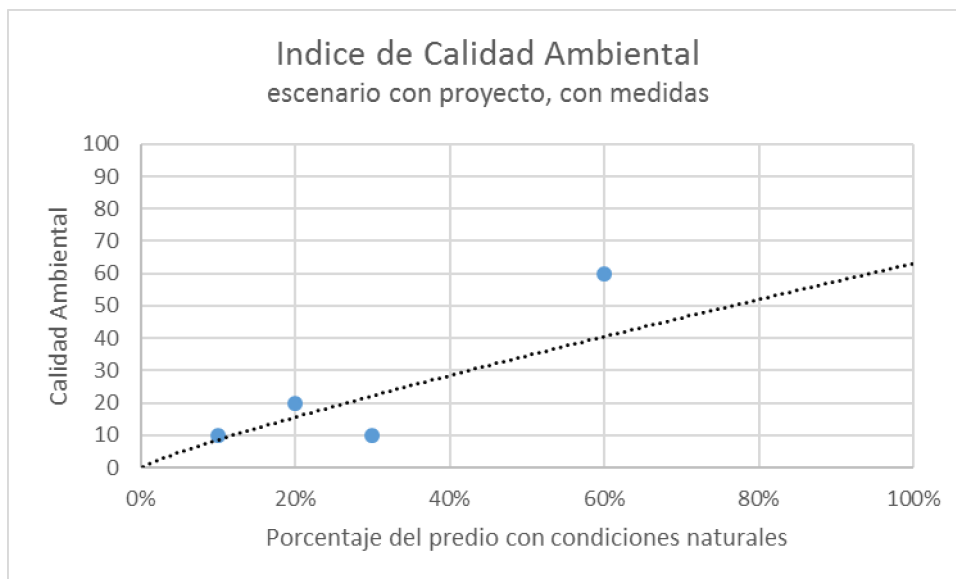
Las personas que ocupen las habitaciones del proyecto generarán principalmente residuos sólidos y aguas residuales.

Es importante señalar que las condiciones originales del sitio del proyecto no contienen elementos ambientales importantes al encontrarse dentro de una zona turística altamente modificada.

### VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Una vez analizado el escenario del proyecto aplicando las medidas de mitigación y revisando lo expuesto en el ICA es posible observar que con la operación del proyecto el solar urbano aumentaría la calidad ambiental, ya que existen medidas que mejoraran las condiciones naturales del solar urbano, evitando del mismo modo afectaciones que podría tener el sitio por el constante desarrollo urbano de los alrededores, así mismo debido a la naturaleza del proyecto, de promover la protección y resguardo de los factores bióticos presentes en el Área del Proyecto, serán sumamente beneficiosas para el solar.

Según el índice, es posible observar que derivado de la aplicación de las medidas de mitigación donde se considera mantener más del 50% de áreas ajardinadas, esto mantendrá, según el índice un valor de .60, derivado de esto la curva potencia, pronostica un 63% de calidad ambiental, con la operación del proyecto y con sus respectivas medidas.



De acuerdo a que en el área del proyecto, se pretende realizar un proyecto mixto de casa habitación y de cuartos para renta a turistas, respetando las condiciones de construcción de acuerdo a las indicaciones del Municipio, se mantendrán áreas ajardinadas alrededor del proyecto para evitar la erosión del suelo por el efecto hídrico, así mismo estas áreas ajardinadas establecerán especies nativas de la zona, lo que ayudará a mitigar la erosión del suelo, la infiltración hídrica y mejorará la diversidad de la zona, gracias a las especies utilizadas.

La maquinaria y el equipo a utilizar deberá de cumplir con las normas oficiales mexicanas para su funcionamiento, el mantenimiento deberá realizarse fuera de las instalaciones, en cada acción de trabajo que se emprenda deberá de humedecerse el suelo para evitar o mitigar las emisiones de partículas suspendidas al ambiente, la fauna aunque es escasa en el solar urbano por las actividades antropogénicas, no será afectada ya que se tiene contemplado un plan de rescate de especies las cuales se trasladarán a sitios conservados cercanos de acuerdo a su distribución. Las medidas de compensación y la conciencia en pro del medio ambiente por parte del Promoviente serán factores que determinarán enormemente mantener el equilibrio ecológico del sistema ambiental.

La instalación y funcionamiento de la planta de tratamiento ayudará de forma sustentable para el manejo de aguas negras y grises, de la misma manera la contratación de los sanitarios móviles durante la construcción del proyecto, evitará la contaminación a los suelos y a la calidad del agua de manera puntual en el proyecto

La aplicación del plan de rescate de flora y fauna, asegurará la supervivencia de las especies lo que mantendrá la biodiversidad del Sistema Ambiental.

Por otra parte, es importante señalar que actualmente la Isla de Holbox, tiene un gran problema con el manejo de los residuos sólidos, pues lo que fue en algún momento un sitio de transferencia de residuos, se convirtió en un tiradero a cielo abierto.

La separación de los residuos por parte de los habitantes y trabajadores se vuelve fundamental para hacer el reciclaje

de estos y evitar mayor acumulación de residuos sólidos en la isla, el programa de manejo de residuos está enfocado a dar una solución puntual para el proyecto y con ello evitar la afectación ambiental de la isla.

El proyecto contempla realizar la difusión por medios impresos en las habitaciones, de la importancia que toma llevar a cabo una habitabilidad sustentable y responsable, advirtiendo de las problemáticas que existen en la localidad y de la responsabilidad social que se deberá tomar para evitar más daños al ambiente, lo que aporta en la cultura ambiental de los habitantes y los trabajadores.

#### **VII.4 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.**

En este apartado se presenta la propuesta de un programa de manejo ambiental, este documento servirá para darle seguimiento de una forma sistemática a cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el capítulo anterior y las que en un momento dado establezca la Secretaría de Medio Ambiente; o a la instancia que así lo solicite, así como garantizar que dichas medidas se cumplan en tiempo y forma.

Este documento permitirá que el promovente a través de su Supervisor Ambiental pueda elaborar con datos confiables los informes sobre los avances que el proyecto vaya teniendo en materia ambiental, y estos informes a su vez sean entregados a la autoridad competente cuando dicha autoridad los solicite.

Mediante la implementación de este programa se pretende comprobar la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, y en caso de detectar que existe una falla en la medida, determinar las causas y establecer los ajustes necesarios para que la medida se lleve con éxito.

La persona encargada de aplicar el Programa de Manejo Ambiental será un técnico especialista contratado por el promovente. Esta persona deberá contar con amplios conocimientos en biología, ecología, manejo de recursos naturales y gestión ambiental.

##### **Entre las funciones que tendrá el Técnico o Gerente ambiental están:**

- Coordinar y supervisar que cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación se lleven a cabo en los tiempos estipulados y de la manera correcta.
- Tomar decisiones para aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación que no estaban previstas o modificarlas por considerarse necesario.
- Llevar el control de las bitácoras utilizadas para el seguimiento de las medidas
- Atender al personal de gobierno que realice vivistas de inspección en materia ambiental.
- Elaborar los informes que sean requeridos por el promovente o por la autoridad en materia ambiental.

Dichas acciones se describen a detalle en el programa de vigilancia ambiental que se presenta de manera anexa al documento.

##### **VII.4.1 Programa para el manejo integral de residuos**

### **Objetivo general:**

Cumplir con lo dictado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, llevando a cabo el diseño y aplicación de un Plan de Manejo Integral de Residuos para la elaboración y operación del proyecto.

### **Residuos sólidos urbanos**

En el proyecto estarán habitando alrededor de 28 personas en su capacidad total. Se estima que una persona genera 0.905 kg de basura al día.

De acuerdo a lo anterior, se calcula que diariamente se generarán 25.34 kg de residuos.

Manejo: la separación primaria de los residuos será de carácter obligatorio; y el seguimiento para la ejecución de la separación secundaria será de manera gradual o secuencial, siendo responsabilidad de las Autoridades Municipales, de acuerdo a las características de cada municipio. Durante la Operación del Proyecto se llevará a cabo la separación primaria.

Para el correcto manejo de estos residuos, en lugares estratégicos se colocarán 2 tambos de 200 litros, uno estará identificado de color azul y debidamente rotulados con la palabra "inorgánicos" y el otro estará pintados de color verde y con la leyenda "orgánico". Para la disposición de residuos sanitarios se colocarán botes de basura en los baños portátiles, Orgánicos (contenedor verde), inorgánicos (contenedores azules), residuos sanitarios (color naranja)

Para algunos residuos inorgánicos se realizará la separación secundaria, esta separación consiste en que desde la fuente generadora, los residuos inorgánicos sean nuevamente clasificados en diversas categorías. Esta separación tiene la finalidad de clasificar los residuos inorgánicos para ser llevados a algún centro de acopio o planta de reciclaje autorizada por la autoridad correspondiente. Los residuos inorgánicos se clasifican en Residuos con potencial de reciclaje y Residuos de difícil reciclaje.

### **Disposición:**

Como máximo una vez por semana estos residuos serán entregados al servicio de recolección. Se recomienda que los residuos orgánicos se utilicen para elaboración de composta dentro del sitio del proyecto.

### **Residuos peligrosos**

De acuerdo con la LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS en su Artículo 43, las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales.

### **Generación:**

No se contempla la generación sin embargo se requiere de un contenedor extra si estos llegarán a existir, donde se deberán de colocar momentáneamente gasolina, diésel y aceite que requiera de maquinaria, pero nunca se realizará el mantenimiento de maquinaria ni de equipo en sitio del proyecto,

Así mismo se contará con una bitácora en la que se llevará el registro del volumen anual de residuos peligrosos que se

generarán y las modalidades de manejo.

- a) Nombre del residuo y cantidad generada;
- b) Características de peligrosidad;
- c) Área o proceso donde se generó;
- d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos,
- e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;

Es importante hacer hincapié que el taller donde se realice el mantenimiento de las unidades deberá estar registrado para la recolección de residuos.

## **VII.5 CONCLUSIONES**

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto durante su operación, sobre los componentes del medio que integran el sistema ambiental, se concluye que en total se generarán 7 impactos ambientales de importancia, de los cuales 6 serán negativo; así mismo, se prevé la generación de 1 impacto positivo.

Si bien se registran impactos ambientales, estos en su totalidad son prevenibles, mitigables y compensables, por lo que la operación del proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

A pesar que se identifican 6 impactos negativos, estos impactos son en su totalidad impactos prevenibles mitigables y compensables, no se identifican impactos residuales o impactos sinérgicos, ya que el proyecto en relación con el sistema ambiental, es mínimo en cuestiones de sus dimensiones, además de que el proyecto respeta enormemente las condiciones naturales de la zona.

A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por la operación del proyecto, se puede concluir que el proyecto turístico hotelero no producirá impactos ambientales significativos o relevantes, es decir, no provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

No representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, puesto que la diversidad que existe es mínima, la cual será mantenida en su totalidad en el sitio del proyecto, además se promoverá en todo momento la protección y prevalencia de dichas especies.

No implica aislar un ecosistema, puesto que el proyecto se encuentra en un sitio aislado en la actualidad, por el desarrollo urbano que impera en la zona.

Asimismo, se advierte que no se afectarán los procesos biológicos de especies que son vulnerables a la extinción biológica, ya que las especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, tendrán atención especial con la finalidad de no afectar su desarrollo y al contrario de esto ayudar que estos tengan un desarrollo vigoroso con la utilización de humus y compostas orgánicas.

Es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, que en su caso ocasionen la destrucción o aislamiento de los ecosistemas.

Del mismo modo, si bien es cierto que existen la NOM-022-SEMARNAT-2003 y el artículo 60 ter en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, donde queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en la características y servicios ecológicos.

Por lo anterior, es de señalar que por una parte el área donde se ha realizado el proyecto, como bien se señala en la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI, el área del proyecto se encuentra en zona de construcción urbana, así mismo se demuestra con base a lo presentado por el monitoreo de manglares en la Península de Yucatán realizado por la CONABIO que el predio se ubica en una zona fuera del ecosistema del manglar, por lo que se puede concluir que la operación del presente proyecto no pondrá en riesgo la integralidad del ecosistema de manglar que se encuentra en la zona.

Toda vez, que llevando a cabo las medidas de mitigación descritas con anterioridad, se logrará reducir los impactos negativos generados por la operación del proyecto, por ello es importante prestar especial atención en los impactos más significativos, tales como la generación de residuos. Incluso ejecutando adecuadamente dichas medidas, se podrá mejorar la calidad ambiental del sitio, a través del mantenimiento de las áreas ajardinadas, siendo uno de los principales objetivos del proyecto el suscitar la sustentabilidad y preservar la calidad ambiental del sitio.

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en la Manifestación de Impacto Ambiental, se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, la cual se describe en los siguientes apartados:

### VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

Para la elaboración del presente estudio se utilizaron diversos equipos y materiales de última generación, para obtener resultados confiables y fidedignos, los cuales se enuncian a continuación:

#### *8.1.1. Planos georreferenciados*

Para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran este estudio, se utilizaron los programas ARCGIS 10.5 y AutoCAD 2015; cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, de la República Mexicana. De igual manera se utilizaron los datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a escalas 1:1000000 y 1:250000.

#### *VIII.1.1 Planos arquitectónicos*

Los planos arquitectónicos que ilustran las áreas de aprovechamiento del proyecto, así como el desplante de las obras, fueron realizados con base en el programa AutoCAD 2015.

#### *VIII.1.2 Imágenes satelitales*

Las imágenes presentadas en los diversos capítulos que integran éste estudio, particularmente las satelitales, fueron obtenidas de imágenes proporcionadas por la base de datos del Programa ArcMap 10.2.1 con licencia de tipo avanzada, con la fuente directa de Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, con coordenadas proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana.

#### *VIII.1.3 Imágenes gráficas*

Las imágenes que se presentan en los capítulos de este estudio (no imágenes satelitales, ni fotografías), fueron tomadas directamente de la red de internet.

#### *VIII.1.4 Coordenadas*

Todas las coordenadas presentadas en los diversos capítulos que integran el presente documento, fueron recabadas a través de un geoposicionador satelital (GPS) de la marca Garmin, modelo 64s map. Las coordenadas se presentan con proyección en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde México.

## VIII.2 BIBLIOGRAFÍA

- American Ornithologists' Union (AOU). 1998. Check-list of North American birds. 7th edition. <http://www.aou.org>.
- Aranda, M., & Aranda, M. (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México (No. C/599 A7).
- Arellano Rodríguez, J. Alberto, J. Salvador Flores Guido, J. Tun Garrido y Ma. Mercedes Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz 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.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Ávila-Barrientos, L., Hacia una regionalización del peligro sísmico ocasionado por réplicas, para sismos del Pacífico Mexicano, Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM, 2007.
- Canter, LW 1977. Environmental Impact Assessment. New York,: McGraw-Hill
- Casas Andreu, G., McCoy, C. J., & Clarence, J. M. (1979). Anfibios y reptiles de México (No. F/598.10972 C3).
- Chesser, R. T., Banks, R. C., Barker, F. K., Cicero, C., Dunn, J. L., Kratter, A. W., ... & Stotz, D. F. (2011). Fifty-second supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 128(3), 600-613.
- Conant, R., & Collins, J. T. (1998). A field guide to reptiles & amphibians: eastern and central North America (Vol. 12). Houghton Mifflin Harcourt.
- Conesa, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental Salvador: Mundi.
- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 1994. Decreto por el que se declara como Área Natural Protegida con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al

Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Diario Oficial de la Federación. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT- 2003.

Diario Oficial de la Federación. 2007. DECRETO por el que se adiciona un artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre.

Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT- 2010.

Diario Oficial de la Federación. 2012. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.

Escalante P, P., A.M. Sada & J. Robles G. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. CONABIO-Sierra Madre, México, D. F.

García, A. (2015, 22 de Agosto). El 65% de usuarios de la CFE tienen aire acondicionado. Novedades Quintana Roo. Recuperado de <https://sipse.com/novedades/el-65-de-usuarios-de-la-cfe-tienen-aire-acondicionado-cancun-166666.html>

García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. Miércoles 29 de agosto de 2018. Indicadores turísticos al alza en temporada de verano 2018. Extraído 7 de Marzo, 2019 de <https://qroo.gob.mx/sedetur/indicadores-turisticos-al-alza-en-temporada-de-verano-2018>

Gómez Orea, D. (2002). Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Edición. Editorial Mundi- Prensa libros, S.A. 750 pp.

González-García, F. y H. Gómez-de Silva. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. In Conservación de aves. Experiencias en México, H. Gómez-de Silva y A. Oliveras-de Ita (eds.). CIPAMEX, Conabio, NFWF, México, D. F. p. 150-194.

Halffter, G. (1998). A strategy for measuring landscape biodiversity. Biology International (France).

Halffter, G., Pineda, C. E., & Eduardo, O. (2001). Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera (No. 333.95 H169m). Zaragoza, ES: Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Hall, E. R. 1981. The mammals of North America, vols. I y II, John Wiley, New York. 1181 p.

Howell, S. N., & Webb, S. (1995). A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press.

Isla Holbox, Quintana Roo. Extraído el día 11 de Marzo, 2018 de <https://digahm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioholbox.pdf>

Juan M. Torres, R. y Alejandro Guevara, S. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-

Instituto Nacional de Ecología.

Kniffen, B., Clayton, B., Kingman, D. & Jaber, F. (2012). Captación de agua de lluvia: Planeamiento de sistemas. Texas A&M AgriLife Extension Service.

Magurran, A. E. (1988). Why diversity?. In Ecological diversity and its measurement (pp. 1-5). Springer Netherlands.

McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

Miranda, F. D. P. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación (No. 581.972 M57).

Moreno, C. E. (2001). ORCYT-UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA).

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx> .México).

Ojeda, J. F. (2005). Percepciones identitarias y creativas de los paisajes mariánicos. Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, 187, 30.

Organización Mundial de la Salud. (2004). *Guía de diseño para captación del agua de lluvia*. Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima, Perú.

Ortega-Álvarez, R., Sánchez-González, L. A., Rodríguez-Contreras, V., Vargas-Canales, V. M., Puebla-Olivares, F., & Berlanga, H. (2012). Birding for and with people: Integrating local participation in avian monitoring programs within high biodiversity areas in southern Mexico. Sustainability, 4(9), 1984-1998.

Patiño, R. (2018, 22 de Noviembre) Consumo eléctrico versus producción. La Jornada Maya. Recuperado de <https://www.lajornadamaya.mx/2018-11-22/Consumo-electrico-versus-produccion>

Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2007. Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmochuch, en el Municipio de Isla Mujeres.

Pielou, E. C. E. C. (1975). Ecological diversity (No. 574.524018 P5).

Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-011-CNA-2000. "Conservación del Recurso Agua – Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales".

Rodríguez, P. y E. Vázquez-Domínguez. (2003). Escala y diversidad de especies. In: Monroe, J.J. y J. Llorente B. (eds.). Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 109-114 pp.

Rzedowski, J. (1981). The vegetation of Mexico. Editorial Limusa.

Servicio Meteorológico Nacional. Estación Solferino.  
<https://smn.cna.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL23011.TXT>

Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of information.

Sibley, D. A. (2000). The Sibley guide to birds. Alfred A.

Villa, R. B., & Cervantes, F. (2002). Los Mamíferos de México 1.0. Grupo Editorial Iberoamericana SA de CV México DF [In Spanish].

W. Köppen. 1936. Das geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie. Band I, Teil C, 46 p.

WEIDIE, A. E. (1985). Geology of the Yucatan Plataform, Part 1. Pages 1-19 in Ward, W. C., A.E. Weidie, and W. Back, eds. Geology and hydrogeology of the Yucatán and Quaternary Geology of northeastern Yucatan Peninsula. New Orleans Geological Society. New Orleans, LA.

Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 213-251.

Zárate, D., Galavíz, J. R., & Yáñez-Aran-cibia, A. (1996). El estado actual de la evaluación del impacto ambiental en México. Memorias del Taller de Evaluación de Impacto Ambiental. Unión Mundial para la Naturaleza-Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, 50-54.

#### **PÁGINAS OFICIALES CONSULTADAS**

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conanp.gob.mx>

Comisión Nacional Forestal. <http://www.conafor.gob.mx>

Instituto Nacional Electoral. <http://www.ine.gob.mx>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www.inegi.gob.mx>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.semarnat.gob.mx>

<http://www.cronchoil.com>

### **Literatura adicional citada**

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).1998. Manglares de México. México D.F.

Gutiérrez Martínez, Carlos., R. Quaas Weppen, M. Ordaz Schroeder, E. Guevara Ortiz, D. Muriá Vilá, S. Krishna Singh. 2005. Sismos. CENAPRED-Secretaria de Gobernación.

INEGI. (2005). Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. 1ª Edición. México.

Manrow-Villalobos, M., y B., Vilchez-Alvarado. 2012. Estructura, composición florística, biomasa y carbono arriba del suelo en los manglares Laguna de Gandoca y estero Moín, Limón, Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú 9:1-18.

Miranda F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28:29-179.

Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.

Rosenblueth, E. 1985. Sismos y sismicidad en México en Macrosismos. Aspectos físicos, sociales, económicos y políticos. Rosenblueth, E., V. García Acosta, T. Rojas Ribiel, F.J. Nuñez de la Peña, J. Orozco Castellanos. Ciudad de México.

Weidie, A.E. (1985). Geology of Yucatan Platform. In: Ward, W.C., Weidie, A.E., Back, W. (Eds.). Geology and Hydrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan Peninsula. New Orleans Geol. Soc. Public, New Orleans, LA, USA, pp. 1-12.