

| | | |
|--|---|-----|
| I. | DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO | 3 |
| I.1 | DATOS GENERALES DEL PROYECTO | 3 |
| I.2 | DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE..... | 4 |
| DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO | 5 | |
| I.3 | PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL | 5 |
| II. | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO..... | 6 |
| II.1 | INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO | 6 |
| II.4 | CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO..... | 21 |
| III. | VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO | 31 |
| III.1 | VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS | 31 |
| III.2 | REGIONES MARINAS PRIORITARIAS | 69 |
| III.3 | REGIONES HIDROLÓGICASPRIORITARIAS | 70 |
| III.4 | NORMAS OFICIALES MEXICANAS | 71 |
| III.5 | BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN URBANA..... | 72 |
| IV. | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO | 73 |
| IV.1 | DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO..... | 73 |
| IV.2 | CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL | 74 |
| IV.3 | CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ZONA DE PROYECTO..... | 148 |
| V. | IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES | 197 |
| V.1 | METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES | 197 |
| V.2 | CONCLUSIONES..... | 214 |
| VI. | MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES | 216 |
| VI.1 | DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL | 216 |
| VI.2 | DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS | 222 |
| VI.3 | MEDIDAS PARA LA ETAPA CONSTRUCTIVA..... | 230 |
| VI.4 | MEDIDAS PARA LA ETAPA OPERATIVA..... | 235 |
| VII. | PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS | 238 |
| VII.1 | ESCENARIO DEL ESTADO CERO DEL PROYECTO..... | 238 |
| VII.2 | ESCENARIO AMBIENTAL CON EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN | 239 |



| | | |
|--------|--|-----|
| VII.3 | DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN..... | 240 |
| VII.4 | PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL..... | 241 |
| VII.5 | CONCLUSIONES..... | 245 |
| VIII. | IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO..... | 247 |
| VIII.1 | FORMATOS DE PRESENTACIÓN..... | 247 |
| VIII.2 | BIBLIOGRAFÍA..... | 248 |

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto

"Nombre de MESÓN MELABEILLE"

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El proyecto "Mesón Melabeille" se encuentra ubicado en el predio urbano a nombre de Cloe Spitalier Abeille, quien se identifica con credencial de elector expedida por el Instituto Nacional Electoral (se adjunta más adelante para pronta referencia). La promovente del presente proyecto, mediante Escritura Pública numero 4,036 Volumen Decimo Sexto Letra E, Dos mil veinte, con fecha del 1 de Octubre del 2020, presenta la legal posesión el Solar Urbano Identificado como Fracción 1, del Lote Número 4, de la Manzana 53, de la Zona 1, ubicado en la Avenida Joaquín Codwell, de la Isla de Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, con las siguientes medidas y colindancias: al Noroeste con 22.00+28.15 metros con solar 011; al Sureste, 20.00 metros con predio 003; al Suroeste, con 49.95 metros con solar 009; y al Noroeste, con 10.01 + 10.0 metros con Avenida Joaquín Codwell. Con una superficie total de 779.80 m², Clave Catastral 05040020116010000.

Así mismo este proyecto considerará, la integración de una sección del predio colindante al Oeste del mismo, el cual será materia de un arrendamiento bajo contrato entre el promovente (Cloe Spitalier Abeille) y el propietario del terreno (Gustavo Gasca Cetina), en dicho contrato se establece la renta de una superficie de 499.34 m² durante 20 años, por lo que al unir ambos predios contamos una **superficie de 1,279.148 m² como área de proyecto** (Se Anexa contrato).

Tabla I-1 Coordenadas del levantamiento topográfico de la totalidad de los terrenos donde se pretende realizar el proyecto denominado MESÓN MELABEILLE

| Fracción 1, Lote 4, Manzana 0053, Zona 001, Superficie: 1,279.148 m ² | | |
|---|-------------|-------------|
| ID | X | Y |
| 1 | 459539.7306 | 2378925.047 |
| 2 | 459519.5281 | 2378902.869 |
| 3 | 459484.523 | 2378938.497 |
| 4 | 459497.9235 | 2378953.36 |
| 5 | 459513.3422 | 2378937.667 |
| 6 | 459519.9997 | 2378945.129 |
| 7 | 459539.7306 | 2378925.047 |

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El plazo solicitado para la realización del proyecto es de 18 meses a partir de que surta efectos la autorización para las etapas de preparación del sitio y construcción; en cuanto a la vigencia, el proyecto contempla un tiempo indefinido con un primer horizonte temporal de al menos 20 años..

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social

"Chloe Spitalier Abeille "

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Biol. Alejandro Castro

Biol. Alfredo Frías Castro

Ing. Julio Yañez Meneses

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto se planeará con una volumetría inspirada en la arquitectura moderna y orgánica; busca un equilibrio geométrico y materiales modernos como el concreto pulido lo que le da mayor resistencia y genera un estilo minimalista. Así también con el diseño de las aperturas y la distribución estratégica de los espacios en el predio, se permite el paso de la luz natural y el flujo de aire es constante. El proyecto por lo tanto, contempla conservar amplias áreas verdes con vegetación nativa, con el propósito de envolverse dentro del ecosistema natural, dando una sensación de tranquilidad y relajación, así mismo, las áreas ajardinadas funcionan como elementos de volumetría para el amortiguamiento de la radiación solar, mejorando el microclima por lo que contribuyen a bajar la temperatura de la superficie y refrescan el aire circundante mediante la transpiración del vapor de agua. Además, en el proyecto se planea integrar el uso de tecnologías para el ahorro de energía y el uso sustentable del agua desde la parte de diseño.

Para este proyecto se prevé una construcción de para turismo constituido por una edificaciones de 2 niveles y azotea que albergarán en total 6 habitaciones para turismo, una bodega, un restaurante y una alberca.

El proyecto se ubica sobre un terreno de **1,279.14 m²** de los cuales la construcción creará una **huella por la obra civil de 422.44 m²** (C.O.S. = 0.33) y el **total de construcción proyectada será de 622.44 m²** (CUS = .48); considerando todas las instalaciones construidas con materiales petreos. La altura máxima del proyecto, considerando obra civil y el desplante sobre pilotes proyecta una altura de 8.35 m. Por último, se mantendrá como **área libre de construcción civil** la superficie de **856.62 m²** (CAS = .66).

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Mesón Melabeille, se concebira como un hotel, para con ello ofrecer alojamientos turísticos, para lo cual se establecerán un total de 6 habitaciones, un restaurante y una alberca. Así mismo se contempla una administración, una lavandería, un almacén/área de servicio y área ajardinada.



Figura II-1 Modelo proyectivo del MESÓN MELABELLE

El proyecto tendrá como prioridad un diseño arquitectónico que se adapta a la estructura original y natural del predio, respetando principalmente los árboles que se observan en el predio, ya que sea que no serán tocados o serán reubicados dentro del mismo predio; la selección del sitio fue el punto base del proyecto, ya que el objetivo es establecer un desarrollo habitacional que se integre con la vegetación natural de la Isla de Holbox; de igual manera el diseño arquitectónico estuvo diseñado a partir de la ubicación de la vegetación del predio, lo cual dio la pauta para la distribución de los espacios.

Debido a que el proyecto se ubica en un terreno con 1,279.14 m², se solicita la evaluación del impacto ambiental por encontrarse en proyecto dentro del poígono de un área natural protegida de carácter federal en apego al Artículo 5 inciso S) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, cabe destacar que para la ejecución del proyecto contempla conservar los árboles que se encuentran dentro del predio y que serán mantenidos como parte del diseño paisajístico del proyecto.

Asimismo, para disminuir el impacto ambiental del proyecto se tiene planeado el uso de ecotecnologías así como sistemas de control con el propósito de compensar y reducir el impacto ambiental, como son, la implementación de inodoros ecológicos, trampas de grasas, iluminación led, aires acondicionados con tecnología inverter, integración de su propia planta de tratamiento de aguas residuales, misma que se describe en la sección II.2 y se adjunta su ficha técnica para pronta referencia, así como un manejo integral de residuos mediante la elaboración de un plan de gestión integral de los mismos. No omito referir que se contará también con una supervisión ambiental durante la ejecución de las etapas de preparación del sitio y construcción que garantice el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que se proponen y en su caso establezcan por la autoridad

Las acciones programadas se pretenden realizar sobre un predio clasificado como urbano con base a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI de INEGI está delimitada como: "**zona urbana construida**" (lo cual se acredita con la cedula catastral emitida por el municipio).

Los terrenos donde se pretende llevar a cabo el proyecto son considerados urbanos y están en legítima posesión del promovente, tal y como se acredita en los documentos anexos.

Como parte del diseño del proyecto uno de los objetivos principales es la eficiencia en el consumo energético, por lo que se prestó especial atención a la distribución de la construcción, la elección de los materiales, el diseño de las aberturas, contemplando así también la colocación de luces LED en el interior, entre otros sistemas ahorrativos.

Por otra parte, de acuerdo con la Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018 (SCIAN 2018)¹, el proyecto se ubica dentro de la rama 72 "Servicios de Alojamiento temporal y preparación de alimentos"; y dentro de este sector se ubica en el subsector 721, Servicios de alojamiento temporal; en la rama 7211, Hoteles, moteles y similares y en la actividad 721111, hoteles con otros servicios integrados. Tal como se observa en el siguiente cuadro:

| |
|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas ^T ⓘ |
| <input checked="" type="checkbox"/> 721 Servicios de alojamiento temporal ^T ⓘ |
| <input checked="" type="checkbox"/> 7211 Hoteles, moteles y similares ^T ⓘ |
| <input checked="" type="checkbox"/> 72111 Hoteles y moteles, excepto hoteles con casino ^T ⓘ |
| <input checked="" type="checkbox"/> 721111 Hoteles con otros servicios integrados ⓘ |

¹ <https://www.inegi.org.mx/app/scian/>

Objetivo del Proyecto

Construcción de un proyecto Turístico hotelero para beneficio del turismo en la localidad de Holbox, apegándose en su totalidad a mantener una operación consciente sobre el medio ambiente y el cuidado a los recursos naturales en cada etapa del proyecto, 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 sustentable.

Objetivos particulares

- Promover un desarrollo urbano sustentable para la localidad de Holbox considerando como referencia la Norma Mexicana NMX-AA-157-SCFI-2012, la cual considera las medidas necesarias para establecer proyectos sustentables en la Península de Yucatán.
- Cumplir con las legislaciones ambientales actuales en los 3 órdenes de gobierno.
- Fomentar un diseño arquitectónico en pro de la sustentabilidad de la región.
- Proporcionar vivienda al promovente.
- Servicio de hospedaje al turismo.
- Mejorar la plusvalía de la localidad
- Ofrecer empleo a la población
- Generar un aporte a la economía local de la Isla.

Selección del sitio

El proyecto presente está situado en la Isla de Holbox, una pequeña isla turística ubicada en el extremo norte del estado de Quintana Roo y perteneciente al municipio de Lázaro Cárdenas; la cual 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.² 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).

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 2017³. Cabe destacar que pese a la situación municipal derivada del COVID,

² Isla Holbox, Quintana Roo. Extraído el día 11 de Marzo, 2018 de <https://diqaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioholbox.pdf>

³ Gobierno del Estado de Quintana Roo. Miércoles 29 de Agosto de 2018. *Indicadores turísticos al alza en temporada de verano 2018*. Extraído 7 de Mayo, 2019 de <https://qroo.gob.mx/sedetur/indicadores-turisticos-al-alza-en-temporada-de-verano-2018>

la afluencia turística ha bajado en todo el país; las proyecciones para Holbox son positivas y ha logrado tener ocupaciones de entre el 60⁴ al 90⁵%.

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.
2. Ubicación del sitio en áreas destinadas y adecuadas establecidas por los ordenamientos jurídicos vigentes de los tres órdenes de gobierno para el desarrollo del tipo de proyecto en cuestión.
3. 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.
4. Costo-beneficio económico, ambiental y social del proyecto, mayor beneficio a menos costo.
5. Servicios básicos proporcionados por las autoridades locales: electricidad, recolección de residuos y agua potable.
6. Para el acceso al predio ya se cuenta con caminos hechos.

La selección del sitio se considera como el punto base del proyecto, ya que este busca realizar un desarrollo habitacional que se encuentre inmerso en la vegetación natural de la Isla de Holbox, respetando la normatividad de su programa de manejo en el contexto del área natural protegida, es por ello que para el presente se analizó a detalle la vegetación natural de los predios donde posiblemente se pudiera desarrollar el proyecto, eligiendo aquel con mayor número de árboles para integrarlos al diseño.

II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

El predio se ubica en la Suroeste de la Isla de Holbox, a 1.75 kilómetros del parque central de la isla, en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, México.

Tabla II-1 Coordenadas del levantamiento topográfico del terreno donde se pretende realizar el proyecto denominado MESÓN MELABELLE

| Fracción 1, Lote 4, Manzana 0053, Zona 001, Superficie: 1,279.148 m ² | | |
|---|-------------|-------------|
| ID | X | Y |
| 1 | 459539.7306 | 2378925.047 |
| 2 | 459519.5281 | 2378902.869 |
| 3 | 459484.523 | 2378938.497 |

4 <https://noticariibe.com.mx/2021/04/10/mantiene-holbox-ocupacion-turistica-del-60-este-fin-de-semana/>

5 <https://noticariibe.com.mx/2021/04/02/afluencia-turistica-alcanzo-el-90-por-ciento-en-holbox/>

| | | |
|---|-------------|-------------|
| 4 | 459497.9235 | 2378953.36 |
| 5 | 459513.3422 | 2378937.667 |
| 6 | 459519.9997 | 2378945.129 |
| 7 | 459539.7306 | 2378925.047 |

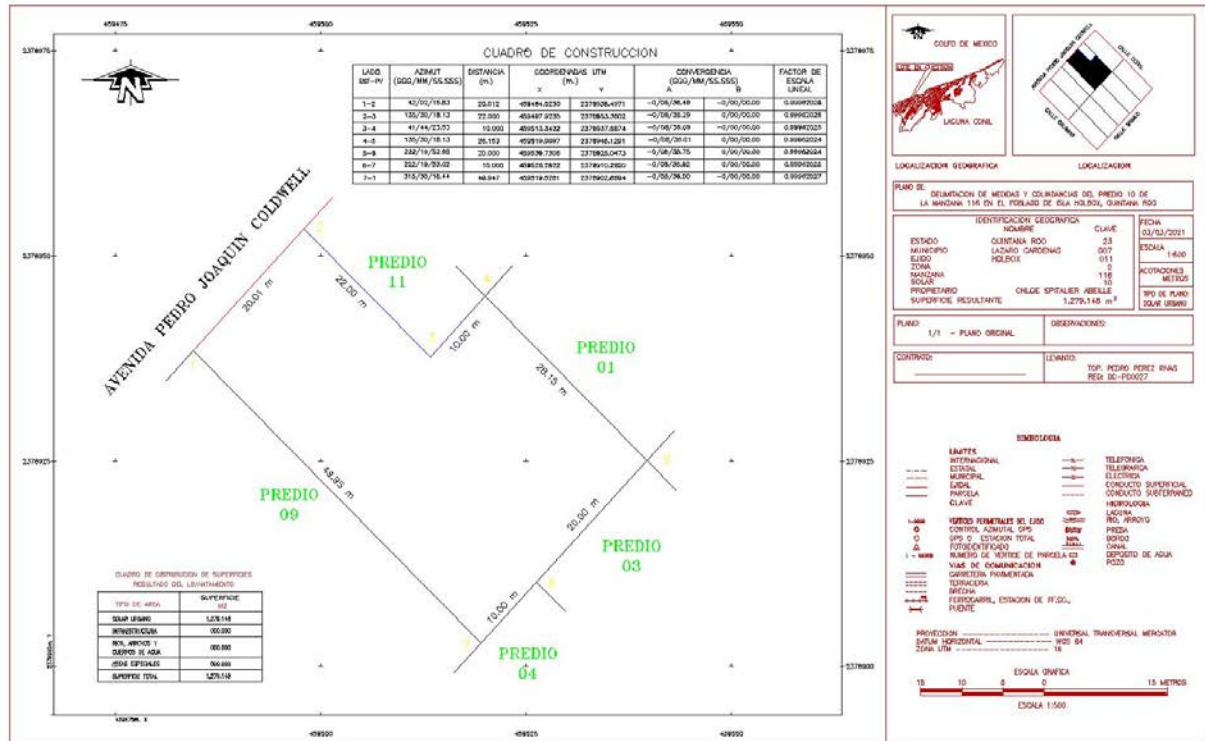


Figura II-2 Levantamiento topográfico Proyecto MESÓN MELABELLE

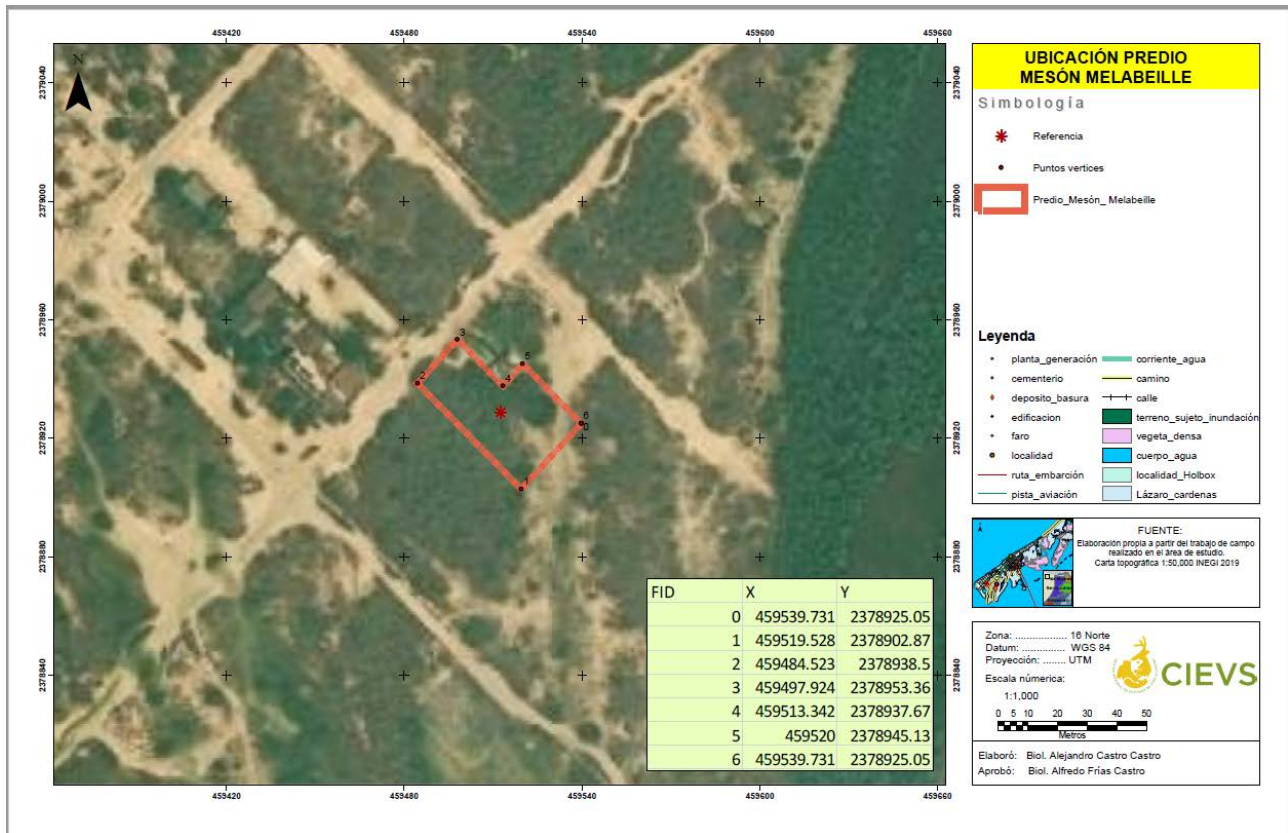


Figura II-3 Ubicación del predio urbano donde se pretende realizar el proyecto denominado MESÓN MELABELLE

II.3 DIMENSIONES DEL PROYECTO

8.1.1. Obras y superficies

Las superficies de obras consideradas en el proyecto Meson Melabeille considera una superficie total de **422.44 m²**.

| Nombre de área | Descripción | Superficie (m ²) | MIA |
|-----------------------|---|------------------------------|-----|
| AREAS TECHADAS | | | |
| Recepción-oficina | Su ingreso se encuentra por medio del acceso principal. Este tiene una forma rectangular y su función es administrar y vigilar el ingreso de habitantes y visitantes, asignación de habitación y brindar información turística sobre la Isla. | 14.44 | |

| Nombre de área | Descripción | Superficie (m ²) | MIA |
|------------------------|---|------------------------------|-----|
| Restaurante-comedor | Esta área se encuentra ubicada en la parte del ingreso principal. Se instalará una cocina con fregador, estufa, parrilla y refrigerador. Así también esta área cuenta con el área de mesas para los comensales para una capacidad de atención a alrededor de 12 personas. El propósito de esta área es brindar servicio de alimentos y bebidas. | 54.19 | |
| Habitaciones | Cada habitación ofrece descanso para un total de 2 personas, consta de una cama tamaño matrimonial, un baño completo y área de cocineta, cada habitación cuenta con un área de terraza. | 175.33 | |
| Pasillos y escaleras | Andadores que conectarán los ingreso a las habitaciones y áreas de estar | 58.94 | |
| Bodega | Espacio dedicado al almacenamiento de materiales para la operación del proyecto, para el lavado de blancos, equipo para la operación de la piscina y almacen de herramientas. | 28.38 | |
| SUBTOTAL | | 331.28 | |
| AREA NO TECHADA | | | |
| Piscina y andadores | Área destinada para uso recreativo de los habitantes. La piscina es de forma rectangular. Alrededor de ésta podemos ver un borde perimetral que delimita el espacio de esta área. | 91.16 | |
| SUBTOTAL | | 91.16 | |
| AREAS LIBRES | | | |
| Áreas ajardinadas | Áreas permeables destinadas a reforestarse con vegetación nativa, permiten la filtración natural del agua de lluvia, regulan la temperatura y reducen la sensación térmica. | 856.62 | |
| SUBTOTAL | | 856.62 | |
| TOTAL | | 1,279.14 | |

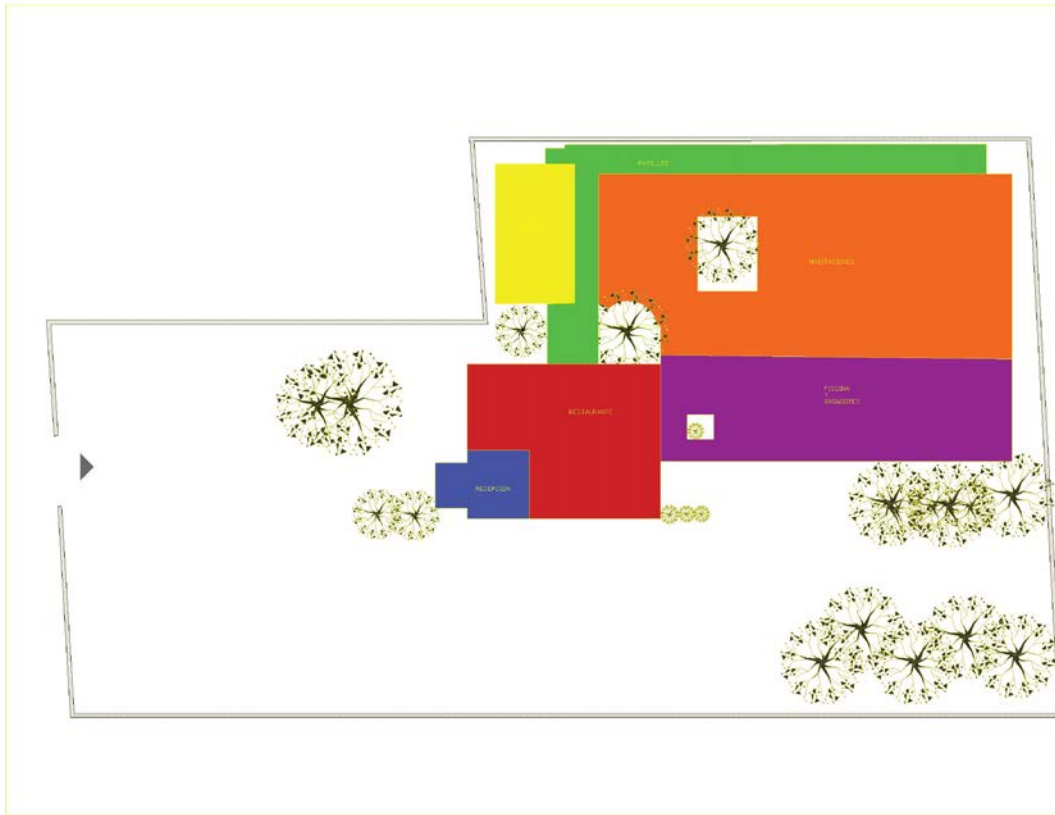


Figura 4 . Huella de desplante del proyecto sobre la superficie del terreno

Es de señalar, que las modificaciones aquí presentadas, no afectarán en ningún momento las especies de vegetación NOM-059 observadas dentro del predio, las especies de Palma chit se mantendrán sin afectación alguna.

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

Actualmente los predios se encuentran dentro de una zona que presenta una gran fragmentación debido a la realización de calles y caminos por parte del municipio, lo cual modificó las condiciones naturales del predio en la zona. La zona donde se ubica el proyecto esta considerada por el Programa de Manejo del Área Natural Protegida Yum Balm como una Subzona aceptada para el desarrollo urbano.

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.

Por otro lado, de acuerdo con la serie VI del INEGI los predios urbanos se ubican en un área descrita como Urbano construido.

El predio se ubica en zona aceptada 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.

Dentro del polígono no existen cuerpos de agua ni en sus colindancias.

II.3.1 INVERSIÓN REQUERIDA

Se prevé invertir un total de **\$8, 406, 913.00** (ocho millones cuatrocientos seis mil novecientos trece pesos pesos 00/100 m.n.) por las actividades de preparación, construcción e incorporación de servicios para el proyecto MESÓN MELABELLE. El desglose por concepto se encuentra en la Tabla II-2:

Tabla II-2 Delglose de la inversión del proyecto

| CONCEPTO | IMPORTE TOTAL (Pesos Mexicanos) |
|--|---------------------------------|
| REQUISITOS GENERALES <ul style="list-style-type: none"> • Proyectista • Diseño • Permisos • Costos administrativos • Costos legales • Costos ingeniería | \$350,000.00 |
| PREPARACIÓN DEL TERRENO <ul style="list-style-type: none"> • Supervisión ambiental • Control de polvos • Acondicionamiento • Desmote y deshierbe <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza • Contenedores de residuos • Colocación de obras temporales <ul style="list-style-type: none"> • Baños portátiles • Alquiler de equipo | \$500,000.00 |
| SERVICIOS PÚBLICOS <ul style="list-style-type: none"> • Costos de conexión agua potable • Costos de conexión energía eléctrica • Costos de conexión telefonía <ul style="list-style-type: none"> • Gestión | \$75,000.00 |
| CIMENTACION <ul style="list-style-type: none"> • Excavación • Cimbrado • Muros de cimentación <ul style="list-style-type: none"> • Contratabas • Pilares • Vigas | \$800,000.00 |
| ALBAÑILERIA PRIMER NIVEL <ul style="list-style-type: none"> • Dalas de cimentación • Firmes de concreto • Muros de Block • Aplanados de mezcla | \$2'100,000.00 |

| CONCEPTO | IMPORTE TOTAL (Pesos Mexicanos) |
|---|---------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Aplanados de yeso • Escaleras de concreto • Marcos estructurales • Revestimiento de exteriores | |
| ALBAÑILERÍA SEGUNDO NIVEL <ul style="list-style-type: none"> • Dalas de cimentación • Firmes de concreto • Muros de Block • Aplanados de mezcla • Aplanados de yeso • Escaleras de concreto • Marcos estructurales • Revestimiento de exteriores | \$1'282,000.00 |
| INSTALACIÓN HIDRÁULICA <ul style="list-style-type: none"> • Tubería para suministro de agua • Contenedores de agua • Calentadores solares • Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) | \$600,997.00 |
| INSTALACIÓN DE ACCESORIOS Y MUEBLES DE BAÑO <ul style="list-style-type: none"> • Grifos ahorradores • Sanitarios ahorradores | \$85,000.00 |
| INSTALACIÓN ELÉCTRICA <ul style="list-style-type: none"> • Cableado • Conexión de teléfono, cable e internet <ul style="list-style-type: none"> • Accesorios de iluminación • Accesorios de voltaje • Iluminación exterior • Dispositivos: tomacorrientes, interruptores, reguladores <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control de iluminación • Detectores de humo y alarmas • Sistema de comunicaciones • Sistema de seguridad • Sistema de entretenimiento | \$646,189.00 |
| CARPINTERÍA <ul style="list-style-type: none"> • Puertas • Revestimientos • Vestidores • Armarios • Pisos de madera • Escaleras de madera <ul style="list-style-type: none"> • Gabinetes • Terraza • Palapas • Ventanas | \$1'000,775.00 |
| HERRERÍA <ul style="list-style-type: none"> • Cancelería • Aluminio | \$166,952.00 |
| EQUIPO Y MUEBLES <ul style="list-style-type: none"> • Camas | \$600,000.00 |

| CONCEPTO | IMPORTE TOTAL (Pesos Mexicanos) |
|--|---------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sillones • Mesas de centro • Escritorios • Televisiones • Minisplits invert • Espejos • Lámparas | |
| PROGRAMAS DE RESTAURACIÓN DE MANGLAR | \$100,000.00 |
| PROGRAMA DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL | \$100,000.00 |
| INVERSIÓN TOTAL: | \$8, 406, 913.00 |

II.3.2 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

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 II-4, Figura II-5 y Figura II-6). 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 por lo que **el proyecto es viable por la vocación de uso de suelo y respetando íntegramente dicho ordenamiento así como toda la normatividad ambiental aplicable en materia de impacto ambiental, gestión de residuos, emisiones, ruido, eficiencia energética e hídrica.**

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.

Por otro lado, de acuerdo con la serie VI del INEGI el predio urbano se ubica en un área descrita como zona urbana construida. Dentro del polígono no existen cuerpos de agua ni en sus colindancias.



Figura II-4 Infraestructura y equipamiento urbano en la Isla de Holbox



Figura II-5 Infraestructura y equipamiento urbano en la Isla de Holbox



Figura II-6 Infraestructura y equipamiento urbano en la Isla de Holbox

El predio urbano se ubica en una zona con desarrollo urbano, donde se observan ya servicios públicos tales como de agua potable y luz con líneas de transmisión de la CFE (Ver Figura II-5), por lo que el promovente solo deberá de realizar sus instalaciones necesarias para que las dependencias presten el servicio; 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.

Por otro lado, el predio se ubica en una zona sin servicio de drenaje, por lo que el proyecto pretende operar una planta de tratamiento para las aguas residuales (**La PTAR propuesta así como sus características se describe más adelante**). Las aguas tratadas serán utilizadas para el riego de las áreas verdes y para la limpieza de habitaciones. Dicho tratamiento se apegará estrictamente a lo establecido por la NOM-001-SEMARNAT-1996. que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Asimismo se tendrá una laguna de oxidación facultativa con las siguientes características:

Las lagunas facultativas son las más utilizadas en el tratamiento de aguas residuales domésticas. También se les denomina lagunas de oxidación de agua residual doméstica o laguna fotosintéticas. El tiempo de retención hidráulica (t) varía de 5 a 30 días y la profundidad de 0.8 a 1.5 m, geográfica, clima y del volumen requerido para almacenar el lodo sedimentado. Se mantendrá un bordo libre de 0.5 para minimizar los efectos del viento y el oleaje así como absorber temporalmente sobrecargas hidráulicas (Figura II-7)

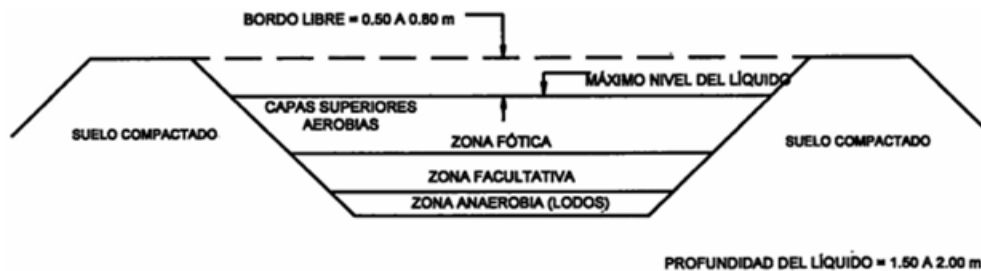


Figura II-7 modelo de laguna de oxidación

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, sin embargo, se hace necesaria la conexión del servicio para el área del proyecto, cuya ejecución correrá por cuenta del promovente. Se contempla además ecotecnia para el manejo pluvial del agua y poder reutilizar en el proyecto en sanitarios, áreas verdes, etc.

Energía eléctrica: La CFE cuenta con un tendido eléctrico en las cercanías del área del proyecto, de allí se incorporará para el suministro de energía eléctrica en las instalaciones. Los gastos de esta actividad serán absorbidos por el promovente bajo contrato con la CFE.

Drenaje: Actualmente la zona donde se encuentra el predio urbano en cuestión no cuenta con sistema de drenaje, por lo que el promovente integrará un sistema de tratamiento de aguas residuales, con la finalidad de presentar a la autoridad competente un proyecto sustentable, haciéndose responsable de sus desechos cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas que corresponden.

Recolección de residuos sólidos urbanos: El proyecto contempla el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos con la debida clasificación en términos de la ley (orgánicos, inorgánicos y sanitarios) que se generen dentro de las instalaciones del proyecto y serán 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 y gestión integral de residuos sólidos urbanos ante la Secretaría de Medio Ambiente de Quintana Roo (SEMA), con la finalidad de dar un correcto y 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.4 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.4.1 PROGRAMA DE TRABAJO

A continuación se presenta la calendarización de los trabajos

| Etapas del proyecto | Bimestre/años | AÑO 1 | | | | | | AÑO 2 | | | | | | AÑOS | | | | |
|-----------------------|--|-------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|------|---|---|------|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 3 | 4 | 5 | a 20 | |
| Preparación del sitio | Ejecución de programa de ahuyentamiento y rescate de fauna y rescate de flora y vegetación susceptible | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Relocalización de fauna y flora | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Deshierbe | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Movimiento de tierras y excavación | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción | Instalación de bodegas provisionales | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cimentación | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Operación de maquinaria | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| | Trabajos de albañilería | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| | Acabados | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| | Pintura | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| | Instalaciones eléctricas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Acometidas y medidores | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Instalación de planta de tratamiento | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| | Limpieza del sitio | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Programa de vigilancia ambiental | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| | Limpieza y mantenimiento de las áreas | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

manera de preparar el terreno se tiene contemplado la limpieza del área solo donde se construirá el proyecto con el desmonte y movimiento de tierras, cabe resaltar que **no se removerá ninguna especie de manglar** ya que estas permanecerán íntegras para ser integradas con el diseño paisajístico del proyecto y de esta forma dar cumplimiento a lo establecido por la Ley General de Vida Silvestre.

Para la delimitación física perimetral y traza de área de afectación se hará necesario el uso de equipos topográficos de alta precisión como lo son la estación total y GPS.

Las actividades a realizar durante la preparación del terreno serán esporádicas, por lo que no será necesario instalar algún refugio para los trabajadores, estas actividades consistirán en realizar la delimitación del predio urbano y la ubicación física de las obras en éste, además de llevar acabo los ahuyentamientos y rescates de fauna que pudieran observarse en el sitio. Los individuos rescatados serán ubicados en áreas de conservación del sistema ambiental y lejos del desarrollo urbano.

Se realizará del mismo modo el rescate de todas las palmas y cactáceas para reubicarlas en ese mismo instante en las áreas ajardinadas a **excepción de la palma chit (*Thrynax radiata*)** esta será mantenida en el mismo sitio, así mismo se aplicarán todas las medidas de mitigación consideradas y se llevará acabo el desmonte en las áreas donde se ubicarán las construcciones.

Además, se llevará a cabo la supervisión ambiental, donde será necesario cuidar que las actividades antes mencionadas no permitan alguna afectación ambiental.

Etapa de Construcción :

Durante los trabajos constructivos, será necesario establecer un área de bodega provisional, un área de descanso para los trabajadores, dos sanitarios portátiles con sus debidos mantenimientos acentados en bitácora por empresa autorizada, así como un área para el almacenamiento clasificado temporal de los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores. Del mismo modo, se presenta la delimitación del área donde serán colocados temporalmente los residuos de manejo especial resultantes de la obra, como: escombros, madera y/o residuos metálicos (Ver Tabla II-3). Estos residuos serán mantenidos temporalmente en un almacén con los requisitos de ley, para después ser llevados y entregados en un sitio de disposición final autorizado por la autoridad local. En todo caso se contará con los manifiestos correspondientes en términos de la ley y su reglamento en la materia.

Tabla II-3 Elementos temporales de la construcción

| Elementos temporales | Descripción | Superficie (m ²) |
|--------------------------------------|---|------------------------------|
| Almacén de herramienta y materiales. | Bodega prefabricada de plástico rígido, de 205 cm de altura, 320 cm de frente y 300 cm de profundidad. | 9.6 |
| Área de descanso y alimentación | Carpa con estructura de tubulares y toldo de lona, paredes laterales de lona, de 250 cm de alto, 200 cm de frente y 200 cm de profundidad. Dentro de la carpa se colocará un compostero prefabricado de 450 lt y un tambo para los residuos inorgánicos. | 4 |
| Sanitarios portátiles | 2 sanitarios portátiles de 80 cm de frente 220 cm de alto y 80 cm de profundidad, este será arrendados a una empresa autorizada para la prestación de estos servicios, para dar abasto hasta a 30 trabajadores, la empresa contratada será encargada del mantenimiento de éstos, debidamente acentado en las bitácoras respectivas. | 2.8 |
| Almacenamiento | Área dentro del predio urbano donde se colocarán contenedores de 200 litros | 2 |

| Elementos temporales | Descripción | Superficie (m ²) |
|--|--|------------------------------|
| temporal de escombros y residuos sólidos urbanos | lámina para la separación de los diferentes residuos domésticos y para el almacenamiento temporal de los residuos de manejo especial derivados de la construcción de la obra, todos serán recubiertos con lonas para evitar la dispersión de polvos. | |

Cabe recalcar que las instalaciones antes mencionadas serán colocadas de manera temporal, además de utilizar materiales 100% reutilizables para la colocación de éstas, evitando con ello la generación de más residuos. (Ver Figura II-9).

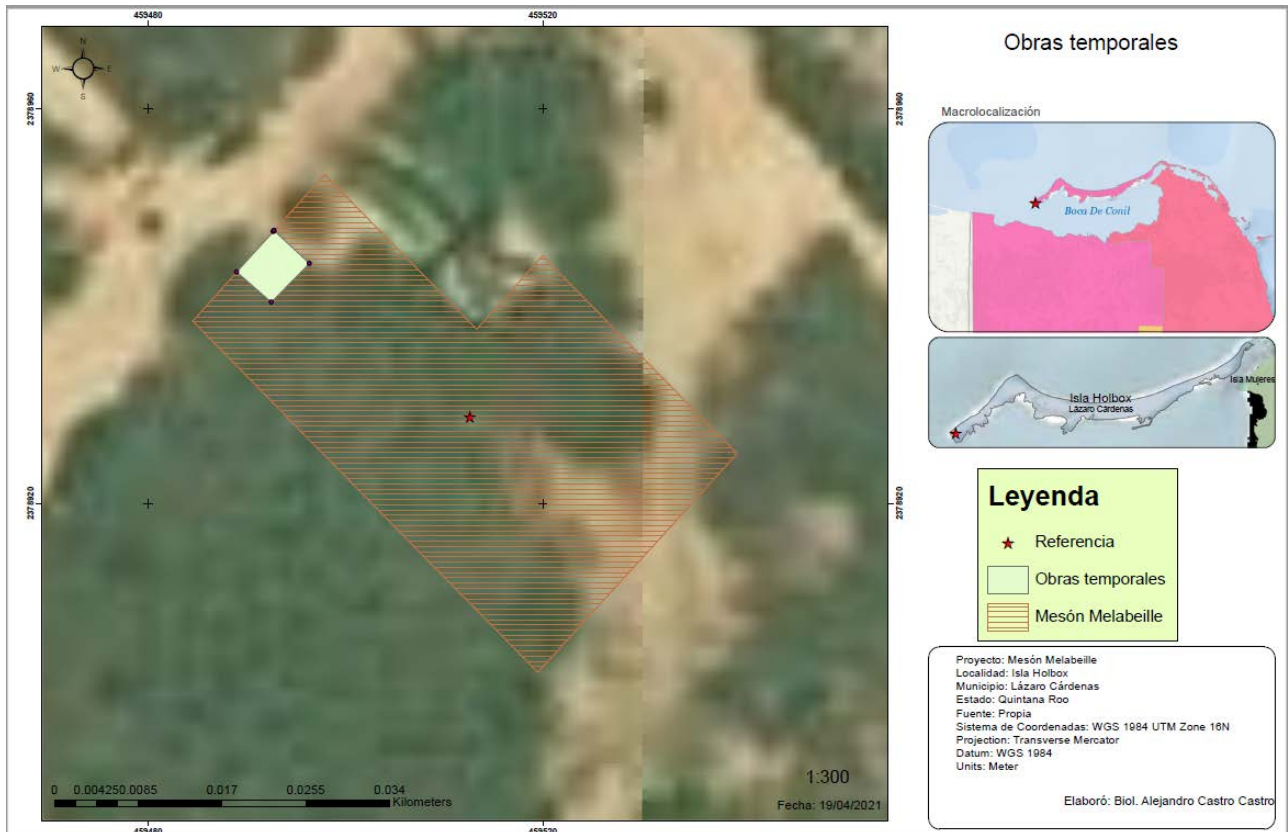


Figura II-9 Ubicación de las obras temporales en el área del proyecto

La construcción creará una huella por la obra civil de 422.44 m² (C.O.S. = 0.33) y el total de construcción proyectada será de 622.44 m² (CUS = .48); considerando todas las instalaciones construidas con materiales petreos. La altura máxima del proyecto, considerando obra civil y el desplante sobrel pilotes proyecta una altura de 8.35 m. Por último, se mantendrá como área libre de construcción civil la superficie de 856.62 m² (CAS = .66).

TIPO DE CIMENTACION:

De acuerdo a lo planteado en el estudio de la mecánica de suelos, derivado del tipo de suelo detectado y a las características del proyecto, el tipo de cimentación será por zapata aislada, la cual tendrá una altura máxima de 1.65m a partir del nivel de suelo de la calle.

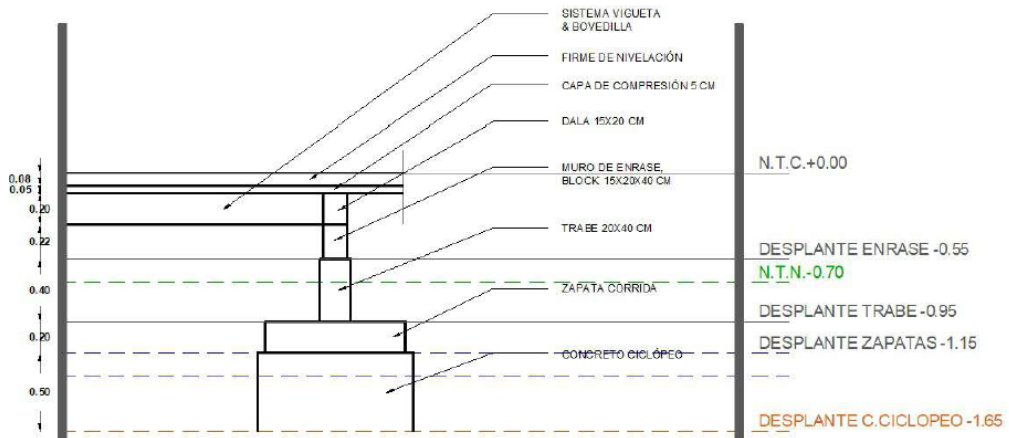


Figura II-10 . Sistema de cimentación del proyecto

PLANTA BAJA

La planta baja contendrá las siguientes secciones:

Figura II-11 ,

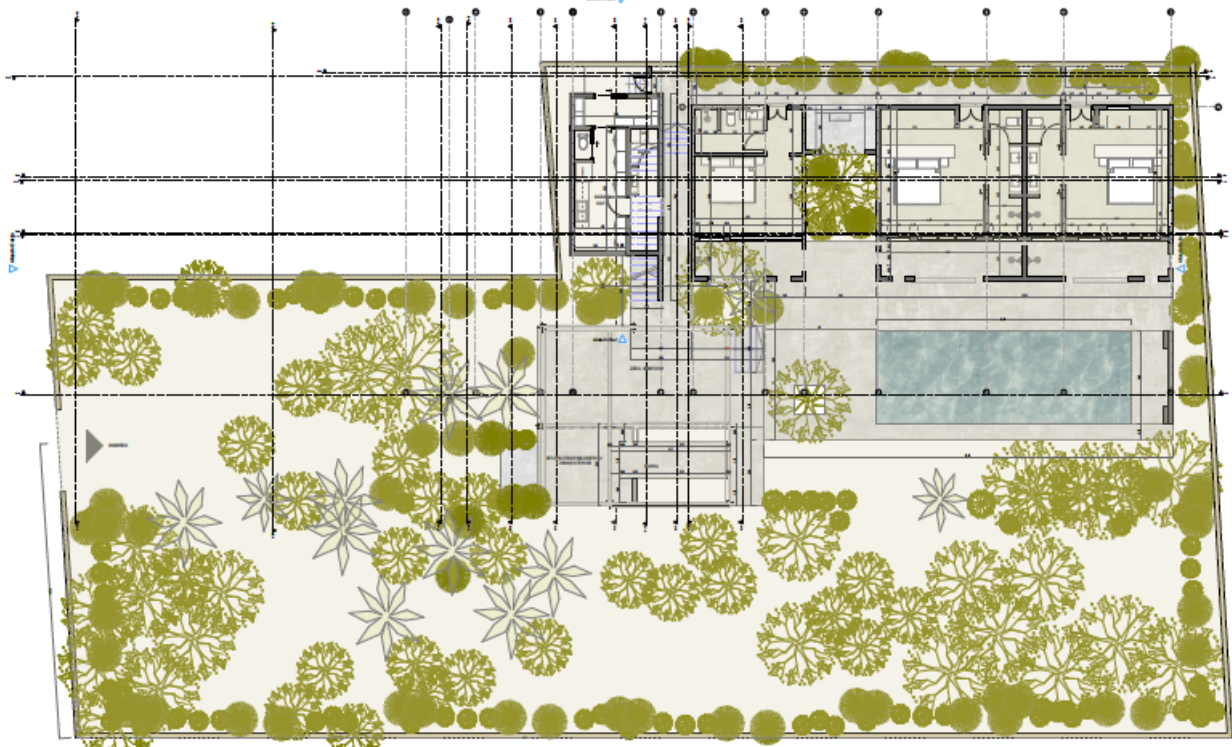


Figura II-12 . Distribución de la Planta Baja completa

Como ya se menciona el proyecto pretende incorporar ecotecnologías para disminuir el impacto ambiental del proyecto como lo son:

- Luminarias leed y de bajo consumo.
- Impermeabilizante con índice de refracción establecido por la norma para eficiencia energética.
- PTAR
- Instalación y operación de trampa de grasas
- Instalación de equipos como refrigeradores de bajo consumo.
- Contenedores de residuos para clasificación de residuos en por lo menos 4 fracciones: orgánicos, inorgánicos valorizables, inorgánicos no valorizables y sanitarios.
- Infraestructura para el manejo de aguas pluviales y ser reutilizadas en el proyecto.

Para la etapa de mantenimiento se considera:

- Reparación y/o rehabilitación de los elementos que así lo requieran (cambio tuercas y tornillos, pintura, lozas, instalaciones hidrosanitarias, etc.). Estas actividades serán realizadas por personal contratado de manera eventual para tal fin y solo con ayuda de herramienta de mano convencional.
- Mantenimiento general. Limpieza periódica del interior de la infraestructura. Actividades de mantenimiento de tipo preventivo o correctivo, tales como pintura de muros exteriores e interiores, reparación de instalaciones en general.
- Mantenimiento de piscina. Limpieza periódica, revisión y/o sustitución de los componentes del sistema de bombeo y recirculación de agua (bombas, filtros, etc.).

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Para la operación del proyecto, se contará con una PTAR no solo porque no cuenta ahora con drenaje, sino porque es una responsabilidad empezar a hacernos responsables de las descargas.

Para el proyecto proponemos una planta de tratamiento de agua residual (PTAR) STROM MODELO s-1060-FL.

Se trata de una unidad compacta con tratamientos biológicos que incorporan 7 etapas de procesos anaerobios, anóxicos y aerobios. Esta composición aprovecha los beneficios de cada fase y compensa sus fallas para tratar cualquier influente con una huella física y de carbono mínimas. Enseguida se explican a detalle los componentes de la PTAR en la Figura II-13 :

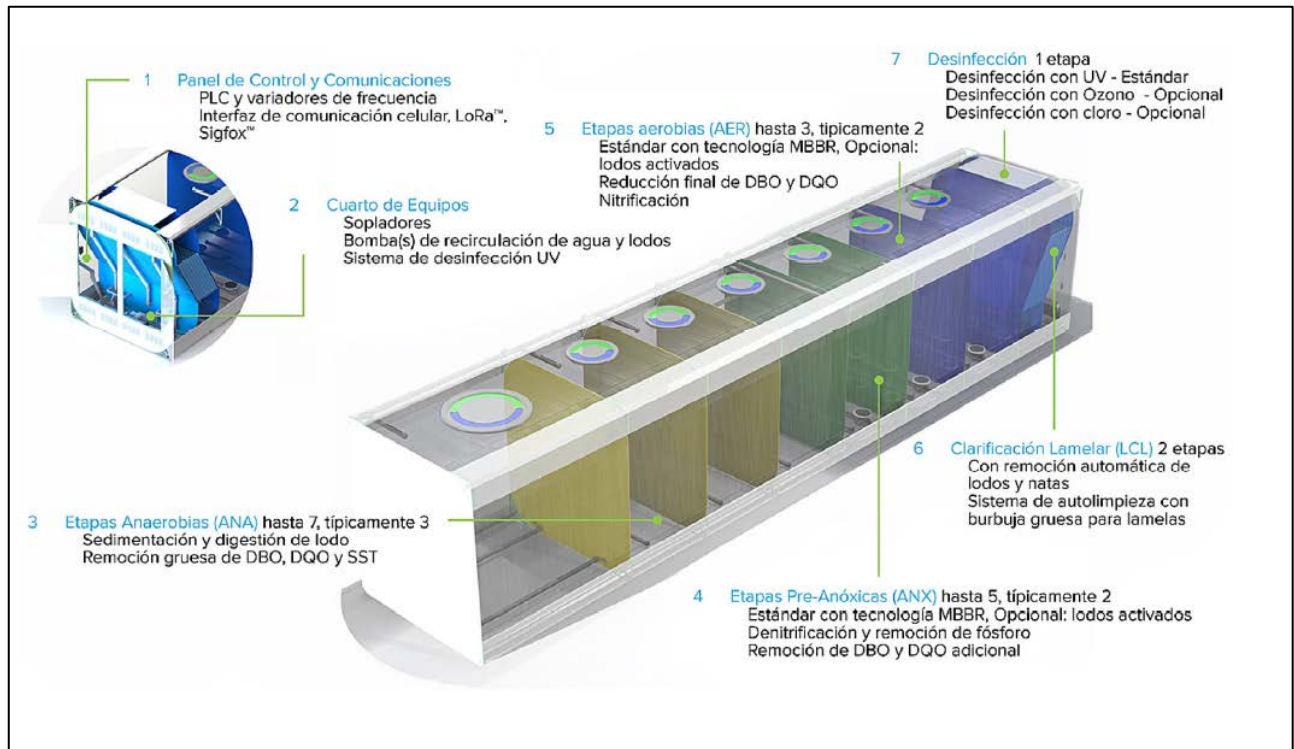


Figura II-13 . Partes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

La planta no genera ruido ni olor ya que el contenedor está completamente cerrado, todas las tuberías, paneles y equipos se encuentran por dentro. El sistema ofrece una tasa de eliminación de SST (Sólidos Suspendidos Totales) y DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) superiores al 95% con efluentes inferiores a 20mg/l y a menudo inferiores a 10 mg/l. Ya que es modular, utiliza menos de un tercio de área de un proceso convencional y puede irse adaptando al consumo del proyecto, esto quiere decir que el tamaño de cada etapa de tratamiento de agua se puede configurar para la necesidad específica de cada influente/efluente y así ser más eficiente. Además, se pueden agregar trenes de procesos anaerobios, anóxicos y aerobios previos, posteriores o paralelos y ajustarlos de manera sencilla.

El proceso de tratamiento de agua es confiable ya que combina tres procesos de tratamiento: Anaerobio (elimina la carga orgánica, nutrientes del agua y digiere los lodos para influentes con carga media o alta; aporta resistencia a sobrecargas sin requerir energía suplementaria y ofrece la posibilidad de producir biogás CO₂ y metano para generar su propia electricidad), anóxico (permite eliminar nutrientes para cumplir con los requisitos de nitrógeno y fósforo consumiendo DBO soluble) y aerobio (oxigena las bacterias para pulir el agua y eliminar cualquier excedente de DBO e inducir la nitrificación).

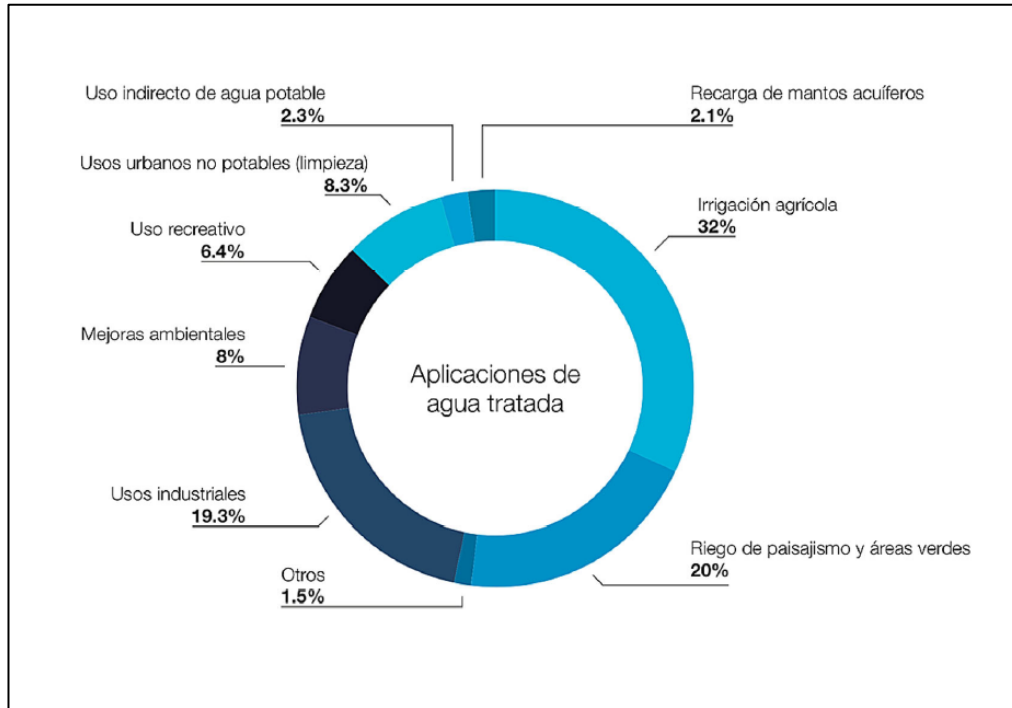


Figura II-14 . Porcentaje de las diferentes aplicaciones de agua tratada

Para el Proyecto se desea tratar el agua residual de escusados y tarjas, por lo que la siguiente planta de tratamiento sería la recomendada:

| MODELO | DESCRIPCIÓN | FLUJO NOMINAL | ÁREA (m2) |
|-----------|--|----------------------|-----------|
| S-1060-FL | 9 Etapas de tratamiento 6.0 m X 0.75 m X 1.25 m | 8.3 m3/d 0.03 lps | 4.5 |

La aplicación de la planta es para tratamiento de aguas residuales, con una capacidad de 8.3 m3/d, lo que significa 8,300 litros por día.

Como vemos en la pequeña tabla de la derecha, con esta PTAR la **calidad del efluente** en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es de 10mg/L, de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) la calidad es de 9, el pH de 6-9 y grasas y aceites 9.7mg/L

| Calidad del efluente | |
|-------------------------|-------|
| DBO (mg/L) | 10 |
| SST (mg/L) | 9 |
| pH | 6 - 9 |
| Grasas y aceites (mg/L) | 9.7 |

II.4.4 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

Se prevee que la operación del proyecto sea indefinido con un primer horizonte temporal de por lo menos 20 años, que es lo que dura por el momento el convenio de renta del predio.

En caso contrario que el proyecto tenga que terminar a los 20 años, la construcción cambiará su uso a residencial, previa implementación de un programa de abandono productivo.

Finalmente en caso de que se requiera derribar estructuras, esto se llevará en apego a la normatividad ambiental y de construcción vigente, solicitando y dando aviso a las autoridades competentes.

II.4.5 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

En ningún momento del proyecto se emplearán explosivos.

II.4.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

Se describen a continuación el tipo de residuos que se prevé se generen durante las distintas etapas del proyecto, así como el manejo que se dará a cada uno de ellos.

Preparación y construcción del sitio:

Residuos Sólidos Urbanos: Éstos serán los generados por los trabajadores derivados de los residuos de alimentos así como sanitarios. Estos residuos estarán compuestos principalmente de restos de comida, envases de bebidas, ya sea latas de aluminio o botellas de PET, serán almacenados temporalmente en contenedores diferenciados. Finalmente será contratado un servicio de recolección autorizado

Los residuos de construcción serán separados para su posible aprovechamiento en la misma obra (material de excavación), los que no puedan ser reutilizados serán recolectados y dispuestos por una empresa autorizada. Los residuos que se pudieran generar son: metales, madera, concreto, material de excavación, material forestal.

Los residuos peligrosos que se generen serán recolectados y dispuestos por una empresa autorizada. Los residuos que se pudieran generar son: envases de solventes y aceites principalmente.

En todos los tipos de residuos se contará con los manifiestos correspondientes.

Con la realización del proyecto se generarán emisiones a la atmósfera de manera directa, con la utilización de las revolvedoras de mezcla, sin embargo, estas estarán revisadas previamente para constatar su correcto funcionamiento y afinación, para con ello evitar emitir emisiones que se encuentren fuera de las Normas vigentes. Asimismo durante el proceso de excavación se regará agua preferentemente tratada para reducir la emisión de partículas a la atmósfera

Indirectamente se generarán emisiones por el traslado de materiales, traslado de residuos y tránsito de los vehículos de los trabajadores. Por este motivo se requerirá que todos los vehículos cuenten con sus bitácoras de mantenimiento y promover las verificaciones vehiculares de conformidad a lo establecido en las normas en la materia tales como la NOM 045 SEMARNAT 2017.

Operación y mantenimiento

Residuos Sólidos Urbanos: Se implementará un programa de gestión integral de residuos que incluya un esquema de economía circular, que propicie la minimización de los residuos, con su debida separación, almacenamiento temporal, valorización, transporte y en su caso como última opción disposición final en un sitio autorizado. Estos serán los generados por los huéspedes/usuarios. Se instalarán contenedores diferenciados para su correcta recolección y disposición por un servicio autorizado. Estos residuos estarán compuestos principalmente de restos de comida, envases de bebidas, ya sea latas de aluminio o botellas de PET, así como residuos sanitarios.



Las emisiones que se generen durante esta etapa vendrán principalmente de la cocción de alimentos.

Etapa de abandono del sitio

En caso de que se requiera la demolición de alguna de las estructuras, ésta actividad se notificará a la autoridad competente y se seguirá la normatividad ambiental y de construcción vigente.

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 (LGEPA)

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.

LEGISLACIÓN AMBIENTAL ESTATAL.

-LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El proyecto cumple y se vincula con los siguientes artículos de la ley en cita:

Artículo 1º.-La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, y regular las acciones tendentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente del Estado de Quintana Roo

Vinculación:

Mediante la presentación de la MIA federal se propicia un desarrollo sustentable y la protección del ecosistema de a isla de Holbox.

Artículo 5º.-Corresponden al Estado, como orden de gobierno, por conducto de la Secretaría, del Instituto o de la Procuraduría, según sea el caso, las siguientes atribuciones:

...

XVI.-La evaluación de la manifestación de impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la federación y en su caso, expedir las autorizaciones correspondientes y turnar a la autoridad federalla información que con motivo de la evaluación del estudio de impacto ambiental le compete a esta última;

Vinculación:

Se somete la MIA a consideración de la autoridad federal por ser una obra o actividad reservada a la federación, es decir, aquellas que se realizan en un área natural protegida federal.

LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El proyecto cumple con la misma y en particular en los siguientes términos:

"Artículo 10.-Corresponde al Ejecutivo del Estado, por conducto de laSecretaría el ejercicio de las siguientes atribuciones:

...

VII. Revisar y aprobar los Planes de Manejo de los Residuos de CompetenciaEstatal, así como otorgar los permisos, licencias y/o autorizaciones de su competencia y en los términos que establezca la presente Ley"

Vinculación: Se elaborará el plan de manejo de residuos para el proyecto que se someterá a consideración de la autoridad local.

"Artículo 36.- Los Planes de Manejo son un instrumento de la Gestión Integral de Residuos que permite la aplicación de la responsabilidad compartida, pero diferenciada, de los involucrados en su generación y manejo, que tienen por objeto:

I.-Fomentar la prevención y reducción de la generación de los Residuos, a través de prácticas de consumo y producción sustentables;

II.-Fomentar la separación, reutilización, reciclaje y co-procesamiento de materiales contenidos en los Residuos con la finalidad de valorizarlos e incorporarlos al ciclo productivo como subproductos"

Vinculación: El proyecto cumplirá con esta previsión legal a través de la aplicación de un plan de manejo de gestión integral de residuos aprobado por la autoridad competente.

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 III-1).

| Tipo de UGA | Marina (ANP – Federal) | Mapa |
|------------------|---|------|
| Nombre: | Area de Protección de Flora y Fauna Yum Balam | |
| Municipio: | Lázaro Cárdenas | |
| Estado: | Quintana Roo | |
| Población: | 2,483 Habitantes | |
| Superficie: | 152,583.258 Ha. | |
| Subregión: | | |
| Islas: | Presentes: Aplicar criterios para Islas | |
| Puerto Turístico | Presente | |
| Puerto Comercial | | |
| Puerto Pesquero | Presente | |
| Nota: | 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 III-1 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 proyecto contará diversas tecnologías anticontaminantes que hacen un uso eficiente del agua, las cuales se describen a continuación:

Inodoros ecológicos que ahorran agua por medio de un sistema que usa agua a presión para el desalojo de aguas sanitarias. No tiene corrosión ni fugas y ahorra un porcentaje de agua al mes en comparación con inodoros convencionales.

Los grifos y regaderas a utilizar, llevarán un filtro para evitar las salpicaduras, (rompeaguas o aireadores), disponiendo de tecnologías punteras como los perlizadores y eyectores, que reducen el consumo de agua un mínimo del 50 % en comparación con los equipos tradicionales y aportan ventajas, como una mayor eficacia con los jabones, por su chorro burbujeante y vigoroso, a la vez que son antical y anti-bloqueo.

Sistema de captación de agua de lluvia, permite que se retenga, almacene y reúse el agua de lluvia, con el objetivo de disminuir la demanda de litros de agua así mismo integrando esta tecnología, se pretende ir concientizando sobre el valor del vital recurso.

G002

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

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.

Las autoridades son las responsables del cumplimiento de esta política. El proyecto sólo contempla realizar actividades propias de un desarrollo turístico hotelero, 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, es importante señalar que la construcción del proyecto, utilizará en su mayoría herramientas manuales, y la maquinaria utilizada contará con los mantenimientos y verificaciones respectivas para minimizar las emisiones a la atmósfera, por lo que la generación de gases de efecto invernadero será mínima.

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.

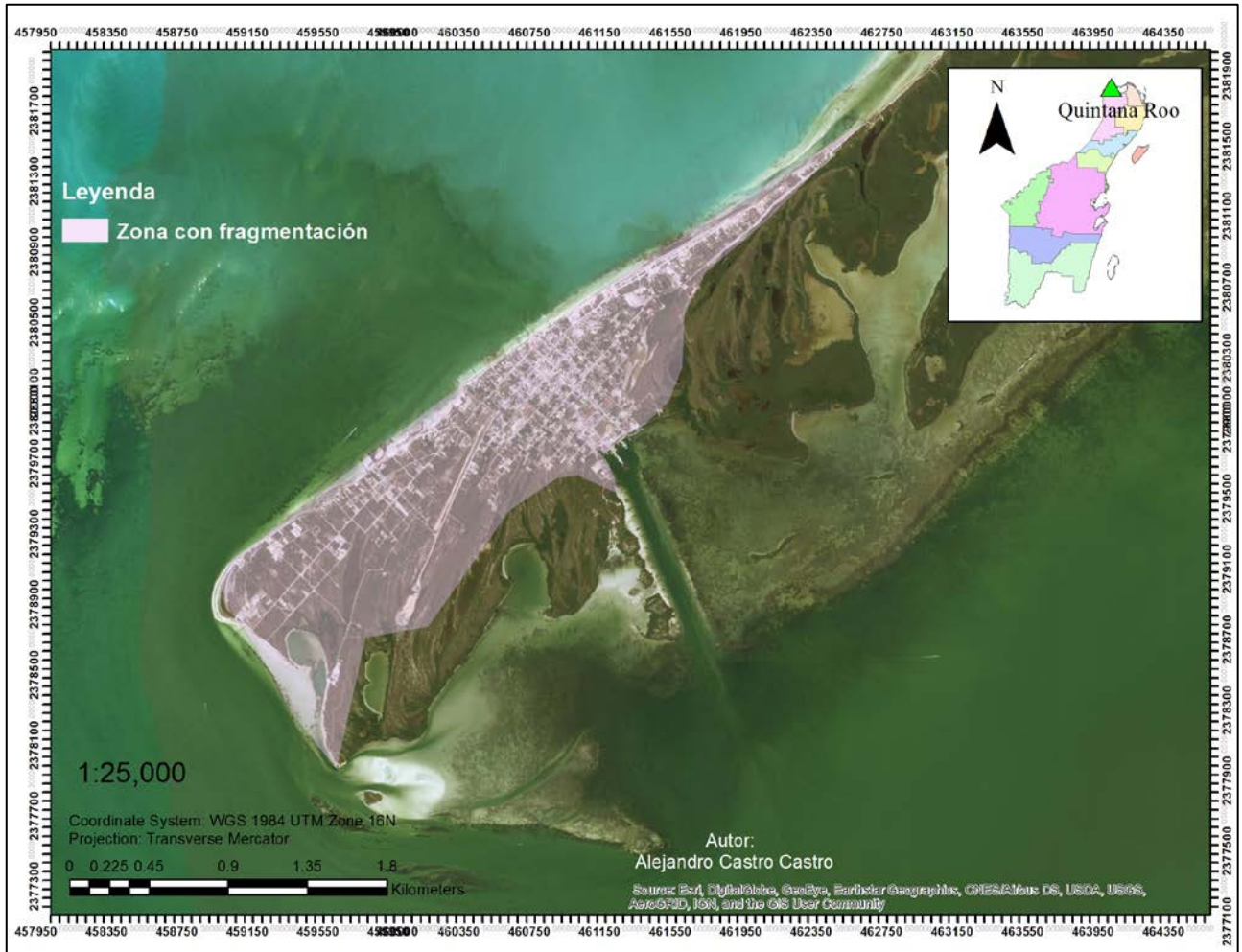


Figura III-2. Zonas afectadas por el desarrollo urbano

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 del proyecto propuesto, 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, locales y nativas del sitio.

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 con 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 forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.

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 del predio y además contempla el uso de especies nativas en las áreas verdes del mismo.

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. El proyecto contempla una orientación adecuada y la utilización de paneles solares para el funcionamiento de los equipos energéticos, así como la ventilación e iluminación natural a las habitaciones para reducir el consumo de energía.

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.- Envolverte de edificios para uso habitacional.

Entre las medidas destacan:

Instalación de 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*)
- Instalación de equipos tipo minispilt inverter (Funcionamiento a base de paneles solares)

De igual modo, el proyecto contempla un diseño especializado para mantener las habitaciones iluminadas con luz natural y una ventilación natural, con la finalidad de minimizar el consumo de energía eléctrica.

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 y equipos más eficientes, 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, sin embargo, para la etapa de construcción existirá un bajo consumo de combustible, ya que la mayoría de las actividades se realizarán con herramientas manuales.

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, así mismo, se ha optado por proponer un diseño arquitectónico que se basa en la consideración de la orientación, el uso eficiente de la luz, el viento, la vegetación y la lluvia de la zona.

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. Esta 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. Asimismo, se contempla en la presente MIA, la aplicación de un programa de educación y capacitación ambiental en que incluye el rubro de manejo integral de residuos durante las etapas de preparación, construcción y operación.

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. En las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales que se generen serán sanitarias, las cuales quedarán almacenadas temporalmente en los sanitarios móviles que se instalarán al servicio de los trabajadores, su retiro y disposición final correrá a cargo y cuenta de la empresa autorizada que se contrate para prestar dicho servicio. Asimismo, durante la etapa de operación, habrá una planta de tratamiento que cumplirá con los estándares técnicos específicos y se realizarán monitoreos periódicos por laboratorio acreditado por la EMA, de calidad del agua en términos de lo previsto por la norma en la materia.

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 el predio es urbano y la vegetación presente en el predio se integrará al proyecto. Asimismo, una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, el proyecto cumplirá en todos sus términos con los lineamientos y condicionantes que en la misma se contemplen.

Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos

G056 *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.

| | |
|-------------|---|
| G064 | <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.

| | |
|-------------|---|
| G065 | <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, culaquier 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, con todo gusto esta disponible.

ACCIONES ESPECÍFICAS

| | |
|-------------|---|
| A001 | <i>Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.</i> |
| A002 | <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.

| | |
|-------------|---|
| A003 | <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

| | |
|-------------|---|
| A005 | <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.

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

ANÁLISIS. Durantes las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán aguas sanitarias que quedarán contenidas dentro del sanitario móvil que se instalará al servicio de los trabajadores, su retiro y disposición final correrá a cargo de la empresa autorizada para dicho fin. Se reitera además la instalación de una Planta de tratamiento con los requerimientos técnicos correspondientes con los monitoreos periódicos de calidad del agua, realizados por laboratorio acreditado por la EMA.

Así mismo el proyecto contempla la creación de un sistema de captación de agua de lluvia, agua que podrá ser utilizada para limpieza general, uso sanitario y riego de áreas verdes

A007

Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.

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. El predio urbano donde se pretende realizar el proyecto no contiene características de dunas costeras.

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. El predio en el que se pretende realizar el proyecto, no tiene presencia de dunas arenosas.

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.

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.

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.

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

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

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

ANÁLISIS. El proyecto no es industrial.

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

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

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

ANÁLISIS. El proyecto no es de industria, sin embargo, se implementarán tecnologías limpias, como la captación de agua de lluvia, paneles solares, trampas de grasas e inodoros ecológicos.

A027 *Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.*

ANÁLISIS. El área donde se pretende realizar el proyecto no colinda con zona federal, ni zonas de playa.

A028 *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.*

ANÁLISIS. El predio urbano no cuenta con dunas costeras, ni dentro ni en sus colindancias

A029 *Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.*

ANÁLISIS. El proyecto no pretende o tiene el objeto señalado en este numeral.

A030 *Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.*

ANÁLISIS. El proyecto no tendrá influencia sobre el perfil costero ni afecta el patrón de circulación de aguas costeras.

A031 *Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas*

lagunares costeros.

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

A032 *Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.*

ANÁLISIS. El proyecto no afectará las características naturales de las playas y en cuanto a dunas costeras, no se registran en la zona como se menciona anteriormente en el análisis del **A012**.

A033 *Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.*

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

A034 *Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.*

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).

A037 *Promover la generación energética por medio de energía solar.*

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). Sin embargo, el proyecto contempla la instalación de un sistema de paneles solares que se alimentarán de la luz solar para así abastecer de energía al proyecto.

A038 *Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.*

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

A039 *Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.*

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

A040 *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.*

A041 *Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.*

| | |
|-------------|---|
| A042 | <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> |
| A043 | <i>Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.</i> |
| A044 | <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.

| | |
|-------------|--|
| A045 | <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.

| | |
|-------------|--|
| A046 | <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.

| | |
|-------------|---|
| A047 | <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.

| | |
|------------|---|
| 048 | <i>Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.</i> |
|------------|---|

ANÁLISIS. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras.

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

ANÁLISIS. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras.

| | |
|-------------|---|
| A050 | <i>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.</i> |
|-------------|---|

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

A051 *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.

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

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.

A053 *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.

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

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

A055 *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.

A056 *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 conforme a cedula catastral expedida por el municipio de Lázaro Cárdenas, 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.

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 | <i>Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.</i> |
|-------------|--|

ANÁLISIS. El proyecto contempla la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia.

| | |
|-------------|--|
| A068 | <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> |
|-------------|--|

| | |
|-------------|---|
| A069 | <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 no será construido dentro de la zona costera, sin embargo, se contempla el cumplimiento de la normatividad en la materia, acreditando los criterios respectivos, programas de manejo y registros que en su caso apliquen.

| | |
|-------------|---|
| A070 | <i>Realizar campañas de recolecta 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.

| | |
|-------------|---|
| A071 | <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.

| | |
|-------------|---|
| A072 | <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.

| | |
|-------------|---|
| A074 | <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 Acuacultura, 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 si bien es una obra de construcción, 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. | Las áreas verdes del proyecto, respetarán y utilizarán las especies nativas y propias de la isla de Holbox. |
| 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. |
| 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 federal competente. Además cumplirá con lo establecido en el programa de manejo del área natural y con todas las |

| Clave | Criterios de Regulación Ecológica | Vinculación |
|-------|---|--|
| | | condicionantes que en su caso establezca la Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. |
| 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*

El proyecto se ubica dentro del polígono del Área Natural Protegida Yum Balam, por lo que a continuación se presenta la vinculación del proyecto con el decreto y programa de manejo de dicha área. Al tratarse de la categoría área de protección de flora y fauna, se destaca que el proyecto no realizará el aprovechamiento de flora y fauna silvestre, por lo que **no se contraviene con ninguno de los artículos generales establecidos en este decreto**. Ahora bien, por lo que ve a su programa de manejo, a continuación se describen las subzonas y políticas de manejo que se ajustan a los objetivos del área natural protegida, los cuales incluyen asegurar la protección de los ecosistemas de la región, propiciar el desarrollo sustentable de la comunidad y brindar asesoría a sus habitantes para el aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales. El programa de manejo del ANP establece las siguientes subzonas:

1. Subzona de Preservación Playas y Dunas Costeras de Isla Grande
2. Subzona de Preservación Playas de Punta Mosquito
3. Subzona de Preservación Humedales Isla Chica e Isla Grande
4. Subzona de Preservación Laguna Conil
5. Subzona de Preservación Humedales Costeros
6. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Porción Marina
7. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Arrecife Los Cuevones
8. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande
9. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande
10. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Laguna Conil
11. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Chiquilá Oeste
12. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Fracturas de Holbox

13. Subzona de Asentamientos Humanos Holbox
14. Subzona de Asentamientos Humanos Chiquilá
15. Subzona de Recuperación La Ensenada

VINCULACIÓN: De acuerdo al cuadro de coordenadas establecido en el Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, el predio urbano en el que se ubica el proyecto se encuentra dentro de la subzona establecida para asentamiento humano en la Isla de Holbox por lo que el proyecto es viable.

Las principales actividades en dicha subzona que concentra en la zona urbana de la isla son los servicios de hospedaje y servicios de apoyo para la comunidad de Holbox, estacionamiento y transporte de víveres, y sus pobladores se dedican además a prestar servicios turísticos y de transporte acuático.

Ahora bien, a fin de preservar los ecosistemas contenidos en esta subzona, así como en los que la rodean, y evitar su degradación por acumulación de residuos sólidos, incluyendo la formación de islas de basura en los cuerpos de agua, es necesario restringir el desecho de residuos sólidos, incluyendo popotes, bolsas de plástico, envases o recipientes elaborados de unicel, PET o plástico, debido a que los anteriores representan la mayor cantidad de residuos abandonados por visitantes y usuarios, los cuales al ser no biodegradables, se acumulan en los humedales y playas del Área de Protección de Flora y Fauna, y son arrastrados por las corrientes marinas, lo cual provoca impactos a la fauna silvestre, incluyendo a las tortugas marinas.

Así mismo, tomando en consideración la riqueza biológica del área natural protegida, es necesario restringir la introducción de especies exóticas, incluyendo las invasoras, así como las que se tornen ferales, dado que tales especies generan desequilibrios en el ecosistema y posibles pérdidas de especies, incluyendo aquellas consideradas en riesgo, por efecto de competencia de las especies introducidas, sustitución de nichos ecológicos y en ausencia de depredadores naturales, crecimiento de poblaciones exóticas, con la consecuente pérdida de especies nativas.

Por las características anteriormente descritas, las razones mencionadas en los párrafos que anteceden y de conformidad con lo establecido por el artículo 47 BIS, fracción II, inciso g), de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que dispone que las subzonas de asentamientos humanos son aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida, y en correlación con lo previsto por los artículos Primero, Quinto, Sexto, Décimo Tercero y Décimo Sexto del 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, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 1994, es que se determinan las actividades permitidas y no permitidas en esta Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, las cuales se indican en el siguiente cuadro:

| SUBZONA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS | | |
|---|---|--|
| Actividades permitidas | Actividades no permitidas | Vinculación con Actividades no permitidas |
| 1. Campismo 2. Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre | 1. Destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies de vida silvestre. | 1. Dentro del área considerada para realizar la construcción del proyecto, no existen zonas de alimentación, |

| SUBZONA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS | | |
|--|--|---|
| Actividades permitidas | Actividades no permitidas | Vinculación con Actividades no permitidas |
| 3. Colecta científica de recursos biológicos forestales 4. Construcción de obra pública y privada⁶ 5. Educación ambiental 6. Establecimiento de UMA 7. Investigación científica 8. Mantenimiento de infraestructura 9. Senderos interpretativos 10. Turismo de bajo impacto ambiental 11. Uso de vehículos terrestres | | anidación, refugio y/o reproducción de especies de vida silvestre. |
| | 2. Alterar vestigios fósiles, arqueológicos o culturales. | 2. Dentro del área del proyecto no se encontraron vestigios fósiles, arqueológicos o culturales. |
| | 3. Apertura de bancos de material. | 3. El proyecto no corresponde a un banco de material. |
| | 4. Establecer sitios de disposición final de residuos sólidos. | 4. En el predio no se considera establecer sitios de disposición final de residuos. |
| | 5. Establecimiento de campos de golf. | 5. No se considera establecer campos de golf en el predio. |
| | 6. Fragmentar el hábitat de anidación de tortugas o donde existan ecosistemas de manglares. | 6. En el área del proyecto no se registró sitio de anidación de tortugas. |
| | 7. Dañar o apropiarse de cualquier sistema de boyeo, balizamiento o señalamiento. | 7. Dentro del área de proyecto no se observan sistemas de boyeo, balizamiento o señalamiento. |
| | 8. Desechar, abandonar, arrojar, descargar, disponer finalmente, enterrar o verter residuos de cualquier tipo de material, incluyendo contenedores, recipientes, envases, bolsas, utensilios o cualquier otro elemento contaminante. | 8. El proyecto cumplirá con la ley en la materia para el manejo integral de los residuos que se generen. |
| | 9. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos o cuerpos de agua | 9 El proyecto respetará en todo momento esta previsión. |
| | 10. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas incluyendo las invasoras, así como las especies que se tornen ferales tales como perros y gatos | 10. El proyecto no contempla el ingreso de ejemplares exóticos ni invasores, para las áreas verdes se utilizarán especies nativas y locales de la isla. |
| | 11. Introducir organismos genéticamente modificados | 11. El proyecto no pretende introducir organismos genéticamente modificados. |
| | 12. Introducir recipientes o envases desechables o no biodegradables, incluyendo PET y bolsas de plástico | 12. El proyecto gestionará todos sus residuos en términos de lo previsto por el plan me manejo y gestión integral de residuos. |
| | 13. Modificar la línea de costa, la remoción o movimiento de dunas, así como rellenar, verter aguas residuales o talar zonas de manglares o humedales | 13. El proyecto no se establece en la costa por lo que no habrá modificación alguna, así mismo en el predio no se encuentran dunas, por lo que no habrá remoción, ni se hará relleno, además, tampoco se verterán aguas residuales. |
| | 14. Remover, rellenar, trasplantar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema, de su | 14. Se tomarán las medidas y previsiones técnicas necesarias para respetar el criterio establecido. |

⁶ El texto subrayado y resaltado en negritas es propio que acredita la viabilidad del proyecto con dichas actividades permitidas, al ser un proyecto de turismo de bajo impacto ambiental que no rebasa los límites establecidos por los ordenamientos urbanos.

| SUBZONA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS | | |
|----------------------------------|--|--|
| Actividades permitidas | Actividades no permitidas | Vinculación con Actividades no permitidas |
| | productividad natural; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación; o bien de las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. | |
| | 15. Tránsito de mascotas y animales domésticos, sobre la zona federal marítimo terrestre y la zona intermareal | 15. El tránsito de mascotas y animales domésticos en zona federal no se vincula con el proyecto, sin embargo, el promovente está dispuesto a informar a huéspedes para dar cumplimiento al criterio. |
| | 16. Tránsito de vehículos en las playas, salvo los necesarios para la administración, operación y vigilancia del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam | 16. No se vincula con el proyecto. En el proceso de recepción de los huéspedes, el promovente implementará información general de bienvenida, en el que se les informará la necesidad del cumplimiento sobre este criterio. |
| | 17. Usar explosivos | 17. El proyecto no hará uso de explosivos en ninguna etapa. |
| | 18. Utilizar reflectores y lámparas dirigidos hacia la zona federal marítimo terrestre, salvo para actividades de inspección y vigilancia | 18. El proyecto está a una distancia aproximada de 500 m de la zona federal marítimo terrestre y en ningún caso requiere la proyección de reflectores hacia la zona federal. |
| | 19. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de corriente o depósito de agua | 19. Las aguas residuales del proyecto se manejarán adecuadamente a través de sanitario portátil en la etapa de preparación y en el de la construcción mientras que con una PTAR durante la etapa de operación del mismo, de lo cual se realizarán monitoreos periódicos de calidad del agua por laboratorio acreditado por la EMA. |

Además de que al proyecto acredita cumplir y ajustarse a las disposiciones antes señaladas y las actividades permitidas, es decir, una obra privada para generar actividades turísticas de bajo impacto ambiental. Asimismo, el programa de manejo del ANP contempla las siguientes disposiciones generales, a las cuales el proyecto se ajusta en todos sus términos a las que le pueden resultar aplicables de acuerdo a las características del mismo, tal y como se establece a continuación:

REGLA 1. Las presentes reglas administrativas son de observancia general, y obligatorias para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, con una superficie de 154,052-25-00 hectáreas.

VINCULACIÓN: El promovente y su proyecto se apegan a todas las reglas contenidas en el Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

REGLA 2. La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.

VINCULACIÓN: Corresponde a la autoridad la aplicación de las reglas dentro del Área Natural Protegida y se cumple pues se sujeta de manera previa al desarrollo del proyecto, a la evaluación de impacto ambiental del mismo, a través de la presentación de esta manifestación de impacto ambiental.

REGLA 6. Las personas que ingresen al APFF Yum Balam deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarlos en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades municipales.

VINCULACIÓN: El promovente informará mediante medios impresos de difusión tanto a trabajadores como a visitantes y huéspedes la regla antes señalada, con la finalidad de participar en la conservación de la Isla de Holbox.

REGLA 7. Cualquier persona que realice actividades que requieran autorización dentro del APFF Yum Balam, está obligada a presentarla, cuantas veces le sea requerida, por la Dirección del Área Natural Protegida y la PROFEPA.

VINCULACIÓN: El promovente está dispuesto a presentar toda la información necesaria cuantas veces sea necesario, según las actividades que en su caso requirieran autorización.

REGLA 8. El uso, explotación y aprovechamiento de los recursos naturales que se pretenda realizar dentro del APFF Yum Balam, se sujetarán a su Decreto de creación, al presente instrumento y demás disposiciones jurídicas aplicables. Por lo que quienes pretendan realizar obras o actividades dentro de la misma, deberán contar, en su caso y previamente a su ejecución con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente.

VINCULACIÓN: El promovente pretende realizar la construcción de un proyecto dentro de la zona urbana de la Isla, por lo que el presente estudio hace referencia a la solicitud para la autorización en materia de impacto ambiental, en cumplimiento con el Decreto de creación, el presente resumen del programa de manejo y las disposiciones jurídicas ambientales que le aplican.

REGLA 9. Cada hotel es responsable de hacer la separación correcta de sus residuos, debiendo almacenarlos en su predio por no más de una semana. Posteriormente deberán ser retirados del APFF Yum Balam a sitios de transferencia destinados por la autoridad competente

VINCULACIÓN: El proyecto contempla un Programa de Manejo y gestión integral de Residuos para asegurar que los residuos generados se manejen en términos de la normatividad aplicable., Dicho programa será presentado ante la SEMA del Estado de Quintana Roo para su evaluación y autorización.

REGLA 15. Se requerirá la autorización emitida por SEMARNAT, a través de sus distintas Unidades Administrativas, para la realización de diversas actividades, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

VINCULACIÓN: El proyecto se apega al cumplimiento de la LGEEPA y sus reglamentos en materia de impacto ambiental y áreas naturales protegidas, por lo que de manera previa a su ejecución se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental y las medidas de mitigación propuestas para la evaluación por parte de la SEMARNAT y en su caso obtener la autorización. Asimismo se estará atento a cualquier disposición que establezca la CONANP.

REGLA 19. En caso de vertimientos en el mar, se deberá contar con la autorización de la SEMAR y para construir y usar muelles, embarcaderos y atracaderos, se requiere obtener permiso de la SCT.

VINCULACIÓN: El proyecto no contempla la construcción de ninguna infraestructura de la antes descrita.

REGLA 20. Para la obtención de las autorizaciones y prórrogas a que se refiere el presente capítulo, el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y podrá consultar el Catálogo Nacional de Regulaciones, Trámites y Servicios a cargo de la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria.

VINCULACIÓN: La presentación de la presente MIA cumple con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales, el cual es un proceso reconocido por el Catálogo Nacional de Regulaciones, Trámites y Servicios a cargo de la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria.

REGLA 61. Cualquier obra o actividad que pretenda realizarse dentro de las áreas de manglar estará sujeto a lo previsto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

VINCULACIÓN: El proyecto respetará íntegramente los individuos de mangle presentes en el predio. Asimismo prevé respetar los criterios y lineamientos de la NOM-022-SEMARNAT-2003, garantizando la integralidad del mismo, para que continúe prestando los servicios ecológicos respectivos; se evitará en todo momento contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles que los pongan en riesgo. Como ya se mencionó las descargas generadas serán tratadas y cumplirán cabalmente con las normas establecidas para evitar cualquier afectación a los individuos de mangle presentes. Asimismo, la infraestructura que se instalará será de bajo impacto, con materiales locales y se protegerán debidamente los individuos de mangle presentes evitando en todo momento depósito de residuos, maltrato físico, etc. Cabe mencionar que el flujo hidrológico será respetado, no se afectará el manto freático ni se verterán y menos infiltrarán aguas residuales que pudieran poner en riesgo a los individuos referidos.

REGLA 62. La emisión de aguas residuales y sistema de alcantarillado deberá cumplir con los lineamientos previstos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, y demás disposiciones legales aplicables.

VINCULACIÓN: El proyecto cumplirá con lo establecido en dicha norma.

REGLA 63. Cualquier reforestación o repoblación de fauna se realizará exclusivamente con especies nativas de la región.

VINCULACIÓN: Las áreas verdes del proyecto se realizarán con especies nativas de la región.

REGLA 64. Durante la época de arribo, desove y eclosión de tortugas marinas, se deberá:

1. Evitar la iluminación directa hacia la playa;
2. Prohibir el acceso de fauna doméstica en el área de desove;
3. Restringir el tránsito, durante la noche, de vehículos y lanchas, y
4. Utilizar preferentemente alumbrado de longitud de onda corta (luz ámbar).

VINCULACIÓN: El proyecto no se sitúa cerca de zonas de arribo, desove y eclosión de tortuga marina, sin embargo, se proporcionará la información a los huéspedes sobre este tema y sus consideraciones a tomar al estar de visitantes en la Isla. Además se contempla la colocación de señalética en los términos que la CONANP apruebe para difundir la cultura de cuidado y protección a la flora y fauna de la zona.

REGLA 65. La construcción de infraestructura, así como la ejecución de cualquier obra pública o privada solo podrá realizarse en las subzonas permitidas para tales efectos, previa autorización en materia de impacto ambiental. Dichas obras o infraestructura deberán ser acordes con el entorno natural del APFF Yum Balam, empleando preferentemente

enotecnias y materiales tradicionales de construcción propios de la región que respeten la fragilidad de los ecosistemas de que se trate, así como diseños que no destruyan ni modifiquen sustancialmente el paisaje ni la vegetación.

VINCULACIÓN: El proyecto se sitúa dentro de la Subzona de Asentamientos Humanos, donde es permitida la construcción de obra privada y dicha obra no se realizará sino hasta contar con la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT y las disposiciones que en su caso dicte la CONANP.

REGLA 87. Dentro de las Subzonas de Asentamientos Humanos podrá llevarse a cabo la construcción, instalación o mantenimiento de infraestructura turística, habitacional, comercial, mixta (de comercio y vivienda), de servicios, de equipamiento, de conservación ecológica y de áreas verdes.

VINCULACIÓN: El presente proyecto pretende realizar la construcción de un proyecto turístico hotelero, por lo que se encuentra dentro de las actividades permitidas.

REGLA 88 El tipo de arquitectura deberá estar en armonía con la naturaleza, mediante elementos unificadores arquitectónicos urbanos considerando el entorno natural y debiendo conservar las características físico-ambientales existentes. En aquellas subzonas de Asentamientos Humanos donde existan ecosistemas de duna, manglar o playas, cualquier tipo de obra o actividad permitida se realizará sin remover, alterar o fragmentar la dinámica estructural de playas, dunas o manglares.

VINCULACIÓN: El presente proyecto mantendrá una armonía arquitectónica con el medio y con los usos y costumbres de los pobladores como se menciona en el capítulo II del presente documento, así mismo, con la finalidad de ofrecer un desarrollo ecológico y ambientalmente sustentable, se conservarán las especies vegetales en las áreas verdes.

REGLA 89. Toda construcción o desarrollo con fines turísticos que pretenda realizarse en las Subzonas de Asentamientos Humanos deberá contar con un plan de contingencias para atender fenómenos hidrometeorológicos, considerando la categoría de muy alto grado de peligro por ciclones tropicales indicado en el Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres para esta área, así como los demás instrumentos aplicables, a fin de prevenir el daño a los ecosistemas y otorgar seguridad de los usuarios.

VINCULACIÓN: El proyecto contará con el "Plan de Contingencias" respectivo.

REGLA 91. Los materiales a utilizar deberán ser de propiedades térmicas, evitando el uso de materiales peligrosos, contaminantes y/o de manejo especial; con aberturas superiores que permitan la salida de aire caliente.

VINCULACIÓN: El proyecto se construirá con materiales térmicos, los cuales están constituidos con espacios internos para aislar la temperatura.

REGLA 92. El color del exterior de las construcciones será definido por el impacto visual y por su capacidad de reflejar calor por lo que podrán utilizarse colores como el blanco y diferentes tonos de arena.

VINCULACIÓN: El proyecto cumplirá con lo establecido en esta regla.

REGLA 93. Los espacios libres de cada solar urbano deberán arbolarse en por lo menos **20%** de su superficie con especies nativas, y mantener los individuos cuyo tronco tenga mínimo 10 cm de diámetro a la altura del pecho. Asimismo, por lo menos el **50%** de la superficie pavimentada debe cubrirse con pavimentos que permitan la infiltración del agua al subsuelo.

VINCULACIÓN: El proyecto cumplirá con los criterios aquí establecidos.

REGLA 94. En las áreas bajas con riesgo de inundación por marea de tormenta dentro de las Subzonas de Asentamientos Humanos, la elevación de las construcciones o de la infraestructura se establecerá a 1.5 metros como mínimo con respecto al nivel del terreno natural. Dicha infraestructura deberá ser de bajo impacto, sin que altere el flujo superficial del agua, sobre palafitos, con materiales locales, y con senderos a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato.

VINCULACIÓN: El área donde se pretende desarrollar el proyecto, se encuentra dentro de una zona con medianas posibilidades de inundación según el Atlas de Peligros y/o Riesgos elaborados en el marco del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos. Por lo que el proyecto considera una establecerse en su totalidad a una altura de 1.62 metros a partir del nivel del suelo de la calle.



REGLA 95. En el desarrollo de infraestructura deberán respetarse y dejarse libres de construcciones las riberas o zonas federales en los términos previstos por la Ley de Aguas Nacionales.

VINCULACIÓN: El proyecto se construirá en la zona urbana de la isla, no colinda con zonas federales o riberas.

REGLA 96. En la Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, sólo se permitirá el arranque de muelles para uso de atracadero, así como la instalación de infraestructura temporal para el apoyo a las actividades turístico recreativo. Los muelles deberán construirse con madera de la región o ser de tipo flotante. En ningún caso se autorizarán espigones o piedraplenes.

En el caso de Isla Chica de Holbox, no se permitirá la construcción de muelles particulares.

VINCULACIÓN: El proyecto se construirá en la zona urbana de la isla, no colinda con zonas federales o riberas.

REGLA 97. Los andadores de acceso a la playa deberán realizarse con un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal, con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa, respetando el relieve natural del sitio y se establecerán sin rellenos, ni pavimentos. Sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes.

VINCULACIÓN: El proyecto no pretende realizar andadores de acceso a la playa.

REGLA 99. Se deben realizar acciones de mitigación para evitar que la iluminación externa cause alteraciones en el medio natural o en el comportamiento de la fauna silvestre, las luces deberán ser provenientes de fuentes que emitan pequeñas cantidades de luz de longitud de onda corta (luz ámbar), así como pantallas opacas para ocultar las fuentes luminosas, deberán ser dirigidas al piso.

VINCULACIÓN: El proyecto en apego a la presente regla, instalará luces exteriores de ondas cortas y dirigidas al piso.

REGLA 100. En las construcciones colindantes a la Zona Federal Marítimo Terrestre las luminarias que se encuentren al exterior deberán ser dirigidas al piso.

VINCULACIÓN: El proyecto se construirá en la zona urbana de la isla, no colinda con zonas federales o riberas.

REGLA 101. Los productos y recursos forestales que se utilicen en la construcción o instalación de infraestructura con fines turísticos deben acreditar su legal procedencia y cumplir con las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, así como la Ley General de Vida Silvestre.

VINCULACIÓN: El proyecto considerará la aplicación de esta previsión en la construcción del mismo.

REGLA 102. Con objeto de reducir el riesgo de propagación de incendios, las construcciones quedarán separadas del límite de propiedad.

VINCULACIÓN: El proyecto cumplirá con lo aquí establecido.

REGLA 104. En la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, todo desarrollo debe diseñarse tomando en cuenta las características de tamaño mínimo de lote y los índices de ocupación y utilización del suelo siguiente:

| | Superficie mínima de lote para desarrolla (m ²) * | Frente de lote mínimo (m) | Índice máximo de ocupación del suelo | Índice de utilización del suelo |
|--|---|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Turístico hotelero | 800 | 20 | 0.60 | 1.80 |
| Turístico residencial | 1000 | 19 | 0.50 | 1.20 |
| Habitacional unifamiliar | 150 | 10 | 0.60 | 1.30 |
| Mixto (comercio y vivienda) | 250 | 10 | 0.60 | 1.80 |
| Comercial y de servicios | 250 | 10 | 0.60 | 1.20 |
| Equipamiento | | - | 0.60 | 1.20 |
| Áreas verdes o de conservación ecológica | | - | 0.20 | 0.20 |

VINCULACIÓN: El predio del proyecto se trata de un proyecto turístico hotelero el cual cumple con lo estipulado en la anterior tabla.

REGLA 105. No se permitirá el establecimiento de sitios para la disposición final de residuos sólidos. Los residuos deberán ser separados y recolectados para ser trasladados al sitio de transferencia y evacuados posteriormente de la isla.

VINCULACIÓN: El proyecto contará con un programa de gestión integral de residuos que contempla entre otros, la separación de residuos que incluye Residuos sólidos urbanos (RSU), Residuos Especiales (RE) y en su caso de Residuos Peligrosos (RP).

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 turístico hotelero, 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 (Ver Figura III-3).

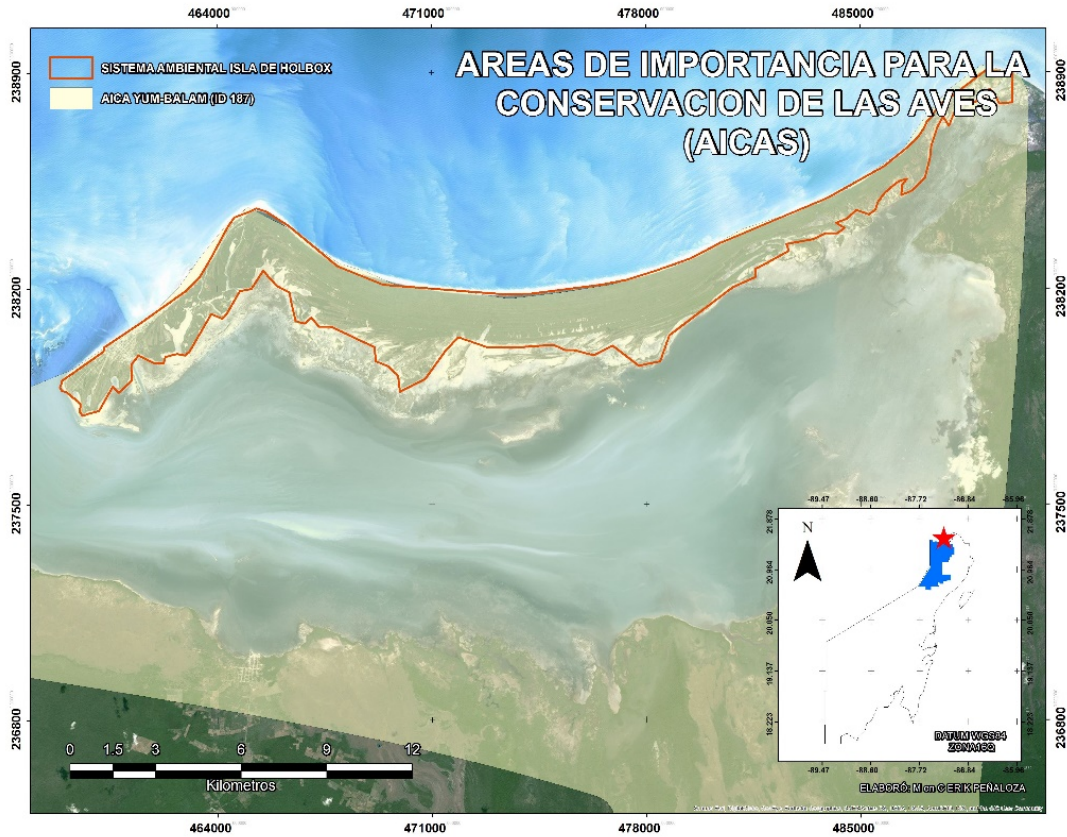


Figura III-3 Areas de Importancia para las Conservación de las Aves (AICAS) con relación al proyecto.

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 (Ver Figura III-4).

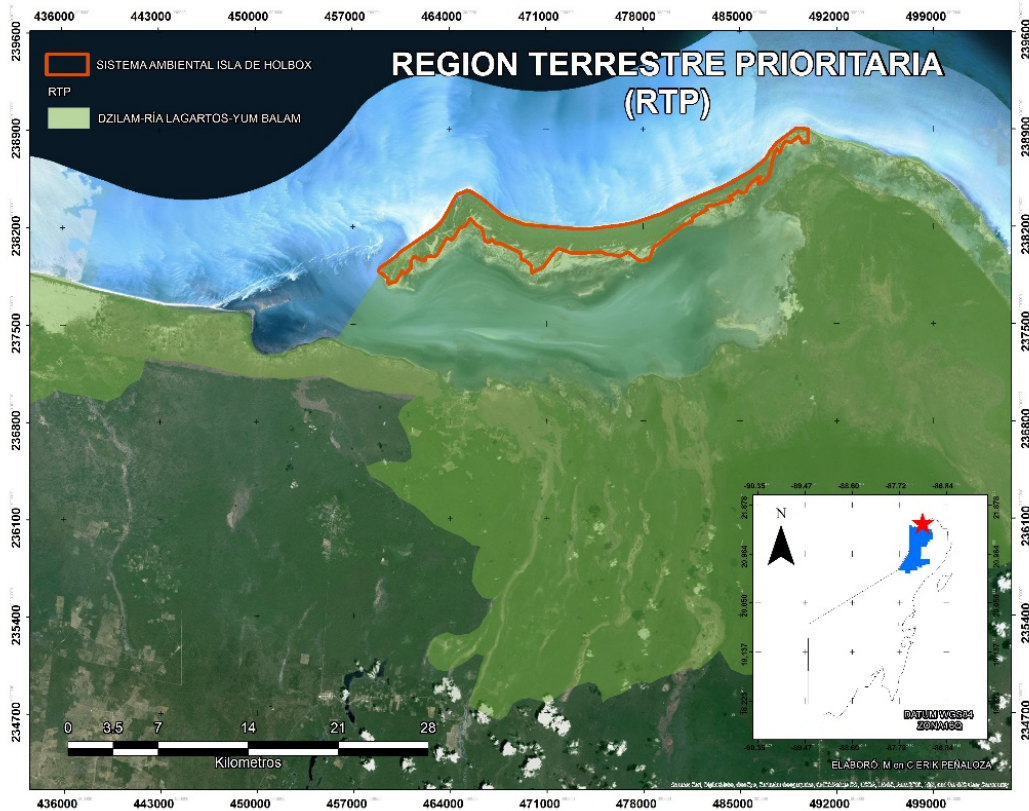


Figura III-4 Regiones terrestres prioritarias con relación al proyecto.

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 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 (Ver Figura III-5).



Figura III-5 Regiones Marinas Prioritarias con relación al proyecto

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 (ver Figura III-6).

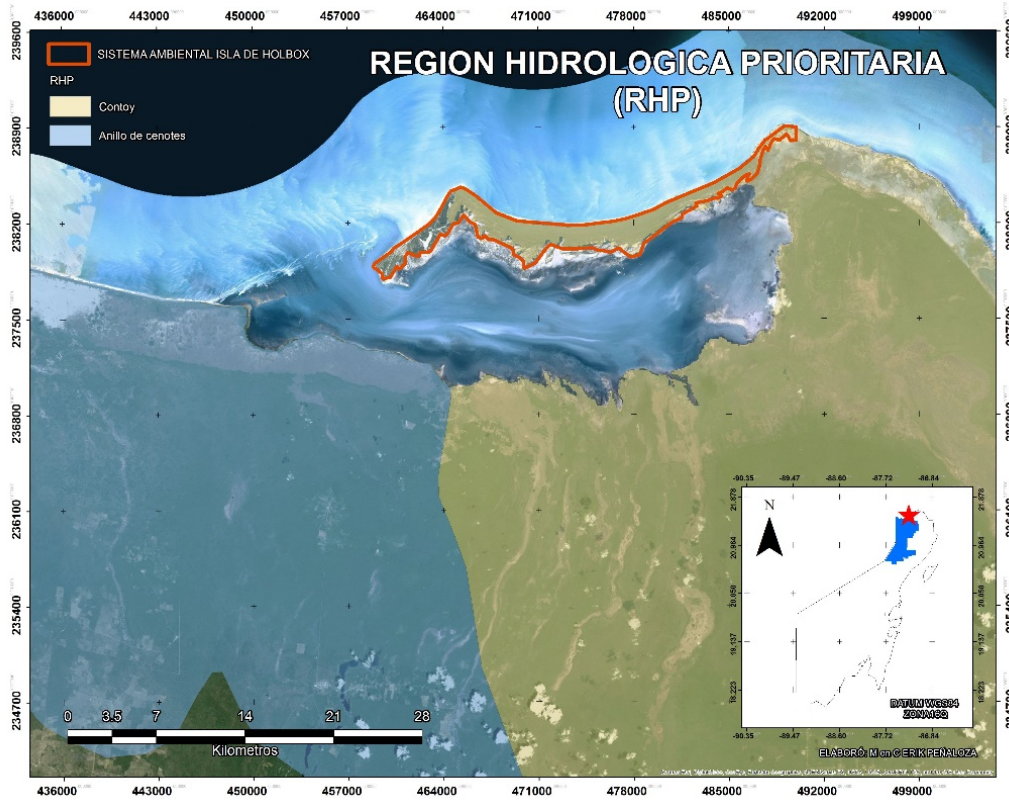


Figura III-6 Regiones Hidrológicas Prioritarias con relación al proyecto

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 o ausencia de especies incluidas en ella. |
| 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 de manejo especial | NOM-161-SEMARNAT-2011 | Que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuales están sujetos a planes de manejo, el listado de los mismos. | Se realizará un plan de manejo de estos residuos para aprobación y registro de la autoridad ambiental estatal. Con este instrumento se |

| Área de aplicación | Código | Descripción | Vinculación |
|-------------------------|-----------------------|--|--|
| | | | manejarán de forma correcta los residuos de la construcción. |
| Residuos Peligrosos | NOM-052-SEMARNAT-2005 | Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos. | Se aplicará para la identificación de los residuos peligrosos que pudieran ser generados en las diferentes etapas del proyecto. |
| 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 las etapas de preparación, remodelación, ampliación y operación del proyecto. |
| Ruido | NOM-081-ECOL-1994 | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de emisión | 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 |
| 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. |
| | NMX-AA-164-SCFI-2013 | Edificación sustentable | Aplicación preferente de los criterios establecidos en la misma. |

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

El proyecto cumple con las disposiciones municipales que le son aplicables pues contará con las licencias, permisos y autorizaciones que le resultan aplicables, tales como licencia de construcción, alineamiento y número oficial. Asimismo, se respetará los ordenamientos de carácter ambiental del municipio en materia de gestión de residuos sólidos urbanos.

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 relacionando al proyecto y las obras a desarrollar.

La delimitación del Sistema Ambiental se realizó con base en los siguientes aspectos:

a) Dimensiones del proyecto: Se llevará a cabo el proyecto sobre un terreno de 1,279.14 m², donde la huella por la obra civil de 422.44 m² (COS = 0.33) y el total de construcción proyectada será de 622.44 m² (CUS = 0.48) y se establecerá un área libre de construcción de 856.62 m² (CAS = 0.66).

b) Conjunto y tipo de obras a desarrollar: El proyecto corresponde a la realización de un desarrollo hotelero ecológico para la renta de habitaciones a turistas con amplia conciencia de protección al medio ambiente

c) Ubicación y características de las obras: El sitio del proyecto con base en la carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (Serie VI) se presenta en una zona de desarrollo urbano construido, además estar dentro de una zona aceptada para asentamientos humanos, 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 generará el proyecto 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 solar urbano 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 y el predio del proyecto se encuentran ya impactados 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 pretende realizar 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.

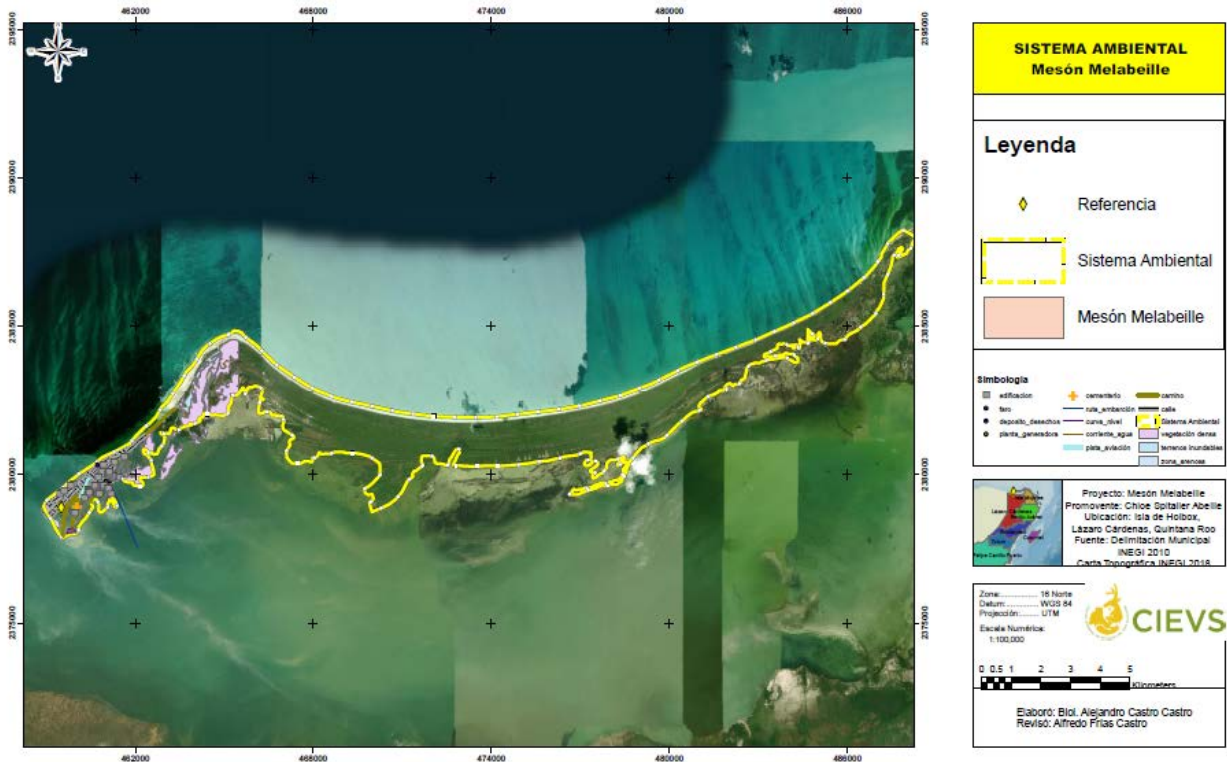


Figura IV-1 Ubicación del proyecto en el Sistema Ambiental

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 E. 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 IV-2 .

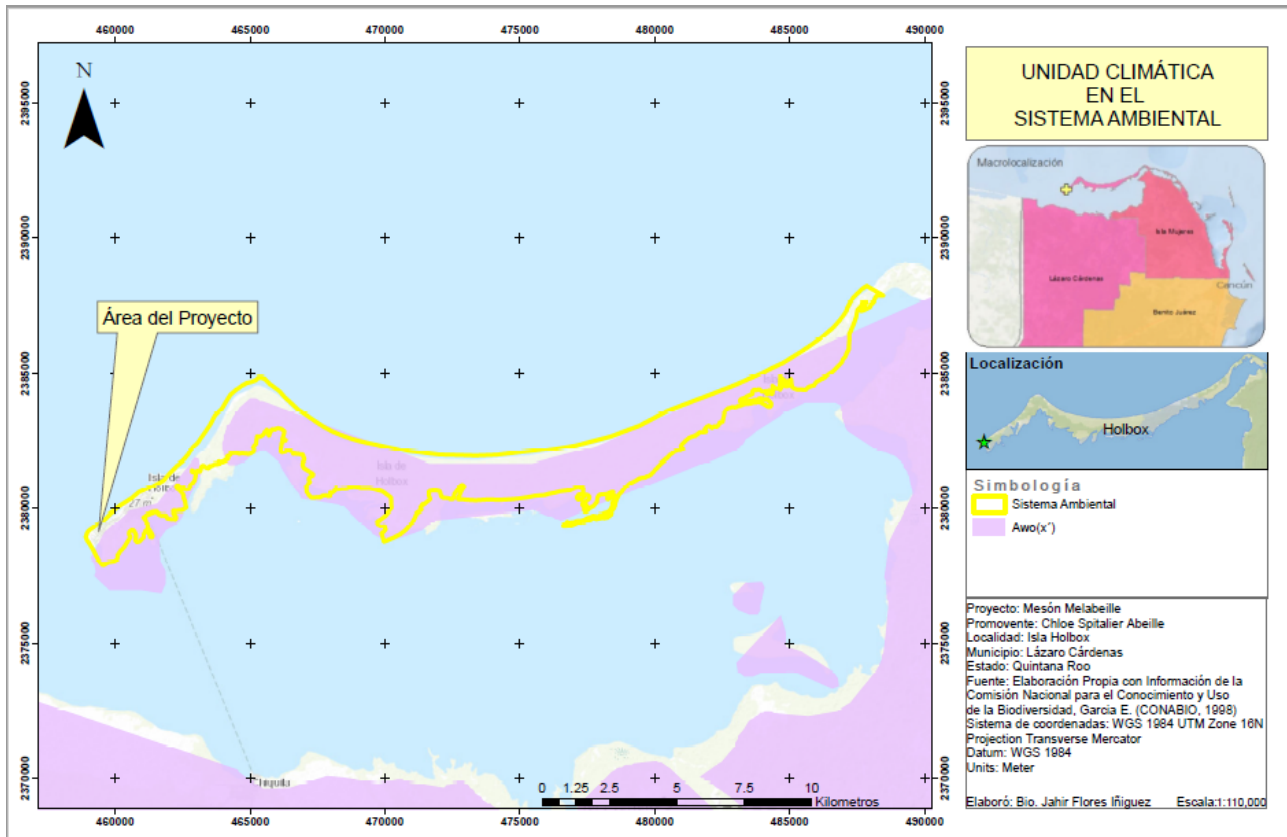


Figura IV-2 Clima del Sistema Ambiental

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 (1973).

Con la finalidad de contar con una representación cuantitativa de la información climática, se seleccionó una estación climatológica "Isla Holbox", con la clave: 00023009, la cual en la zona resultó ser la más cercana al área de estudio (1 km de distancia), misma que sirvió para el manejo de información. (Ver Tabla IV-1).

Tabla IV-1 Estación meteorológica Solferino, 00023023

| SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|----------|
| NORMALES CLIMATOLÓGICAS | | | | | | | | | | | | | |
| ESTADO DE: QUINTANA ROO | | | | | | | Periodo: 1951-2010 | | | | | | |
| Estacion: 00023009 | ISLA HOLBOX | | | latitud: 21 31'17" n. | | | | longitud: 087 22'22" w. | | | | altura: 3.0 msnm. | |
| Elementos | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Temperatura Maxima | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 29.4 | 29.5 | 30.8 | 31.6 | 32.0 | 32.0 | 32.1 | 31.9 | 31.9 | 31.2 | 30.5 | 29.7 | 31.1 |
| Maxima Mensual | 32.0 | 32.0 | 33.7 | 35.0 | 36.8 | 35.7 | 35.3 | 35.4 | 33.2 | 36.5 | 33.5 | 32.8 | |
| Año De Maxima | 1989 | 1978 | 1980 | 1981 | 1964 | 1975 | 1975 | 1975 | 1979 | 1982 | 1978 | 1978 | |
| Maxima Diaria | 36.5 | 36.5 | 38.5 | 39.5 | 39.5 | 39.7 | 39.5 | 38.0 | 39.5 | 40.0 | 36.5 | 38.0 | |
| Fecha Maxima Diaria | 04/19 69 | 01/19 69 | 26/19 69 | 02/19 63 | 12/19 64 | 06/19 81 | 09/19 61 | 05/19 75 | 10/19 68 | 27/19 82 | 21/19 67 | 24/19 70 | |
| Años Con Datos | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 28 | 28 | 29 | 27 | 28 | 28 | 28 | |
| Temperatura Media | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 24.8 | 24.8 | 25.8 | 26.4 | 27 | 27.1 | 27.3 | 27.4 | 27.4 | 26.8 | 26.2 | 25.3 | 26.4 |
| Años Con Datos | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 28 | 28 | 27 | 25 | 26 | 27 | 27 | |
| Temperatura Minima | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 20.2 | 20.1 | 20.7 | 21.2 | 22 | 22.2 | 22.5 | 22.9 | 23 | 22.3 | 21.9 | 21 | 21.7 |
| Minima Mensual | 16.8 | 16.6 | 17.7 | 18.6 | 18.5 | 16.7 | 17 | 17.9 | 20.5 | 20 | 16.8 | 17.4 | |
| Año De Minima | 1971 | 1981 | 1974 | 1971 | 1974 | 1974 | 1974 | 1974 | 1976 | 1971 | 1970 | 1973 | |
| Minima Diaria | 11 | 10.5 | 11 | 12 | 15 | 10 | 10 | 14 | 15.2 | 14 | 11 | 12 | |
| Fecha Minima Diaria | 23/19 71 | 15/19 71 | dic- 72 | sep- 71 | 29/19 74 | 27/19 76 | abr- 74 | abr- 74 | 15/19 88 | 28/19 68 | 18/19 70 | 18/19 73 | |
| Años Con Datos | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 28 | 28 | 27 | 25 | 26 | 27 | 27 | |
| Precipitacion | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 46.5 | 49.9 | 28 | 32.3 | 58.6 | 108.1 | 97.6 | 85.7 | 119.1 | 103.6 | 76.1 | 69.2 | 874.7 |
| Maxima Mensual | 144 | 179.5 | 171.5 | 131 | 225 | 412 | 392.5 | 301 | 414.5 | 352.5 | 254.8 | 220 | |
| Año De Maxima | 1983 | 1984 | 1977 | 1962 | 1976 | 1983 | 1984 | 1973 | 1967 | 1978 | 1980 | 1989 | |
| Maxima Diaria | 96.3 | 167.5 | 147.5 | 130 | 90.5 | 158 | 93.5 | 87 | 306 | 250 | 180.2 | 180 | |
| Fecha Maxima Diaria | sep- 81 | 23/19 84 | jul-77 | 16/19 62 | 20/19 76 | 16/19 82 | 25/19 85 | 14/19 73 | 16/19 67 | 16/19 78 | 26/19 80 | 16/19 63 | |
| Años Con Datos | 27 | 27 | 27 | 26 | 27 | 28 | 28 | 27 | 27 | 29 | 29 | 28 | |
| Evaporacion Total | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 108.9 | 105.1 | 123 | 130.6 | 137.8 | 131.3 | 134.4 | 136.4 | 127.1 | 123.6 | 122 | 117.5 | 1,497.70 |

| SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-----|-----|-----------------------|-----|-----|--------------------|-------------------------|-----|-----|-----|----------------------|-------|
| NORMALES CLIMATOLÓGICAS | | | | | | | | | | | | | |
| ESTADO DE: QUINTANA ROO | | | | | | | Periodo: 1951-2010 | | | | | | |
| Estacion: 00023009 | ISLA HOLBOX | | | latitud: 21 31'17" n. | | | | longitud: 087 22'22" w. | | | | altura: 3.0 msnm. | |
| Elementos | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Años Con Datos | 15 | 14 | 15 | 14 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 15 | 17 | 16 | |
| Numero De Dias Con | | | | | | | | | | | | | |
| Lluvia | 3.9 | 3.2 | 1.6 | 1.5 | 3.7 | 6.8 | 5.6 | 6.1 | 7.3 | 6.7 | 4.3 | 4.1 | 54.8 |
| Años Con Datos | 27 | 27 | 27 | 26 | 27 | 28 | 28 | 27 | 27 | 29 | 29 | 28 | |
| Niebla | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| Años Con Datos | 27 | 27 | 27 | 26 | 27 | 28 | 27 | 27 | 27 | 28 | 29 | 28 | |
| Granizo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Años Con Datos | 27 | 27 | 27 | 26 | 27 | 28 | 27 | 27 | 27 | 28 | 29 | 28 | |
| Tormenta E. | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| Años Con Datos | 27 | 27 | 27 | 26 | 27 | 28 | 27 | 27 | 27 | 28 | 29 | 28 | |

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 24.7°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 27.2 °C los más fríos van de diciembre a febrero fluctuando entre los 21 y 21.9°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 menos de 1300 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 1,346.7 mm, con una variación mensual entre 72.7 mm en diciembre a 164.3 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 general en el estado se presenta un clima uniformemente cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 31.1 °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 31.9°C a 32.1 °C los más fríos van de diciembre a febrero fluctuando entre los 29.4 a 29.7°C. La época de lluvias comprende los meses de mayo a octubre, aunque a veces se prolonga hasta noviembre. La precipitación anual es de 874.7 mm.

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 1,497.7 mm, con una variación mensual entre 117.5 mm en diciembre a 137.8 mm en el de mayo.

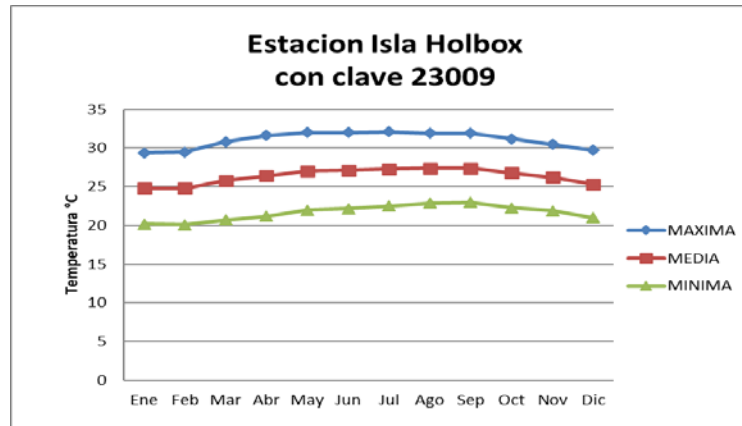


Figura IV-3 Distribución mensual de temperatura y precipitación en la estación de estación de Isla Holbox (1951-2010)

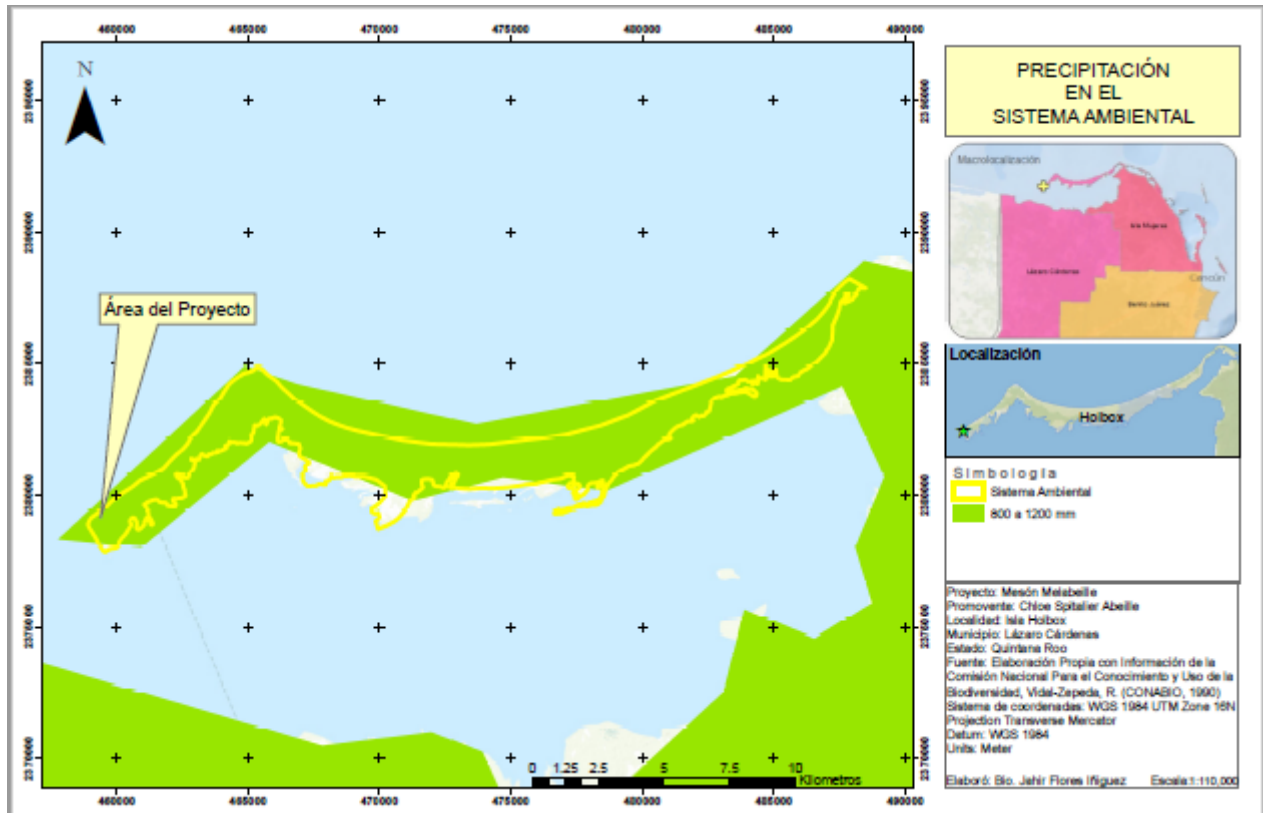


Figura IV-4 Descripción de las características del tipo de precipitación encontrado en el Sistema Ambiental (García E. 1998)

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 IV-5)

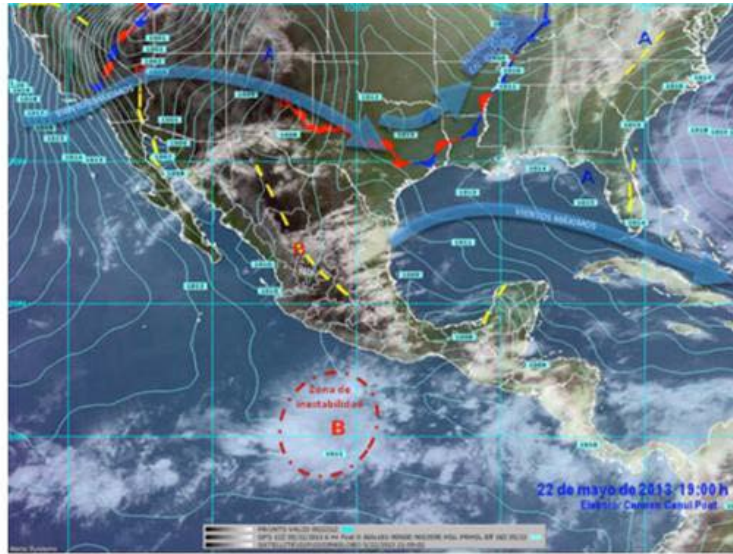


Figura IV-5 Dirección de los vientos en México.

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 IV-6).

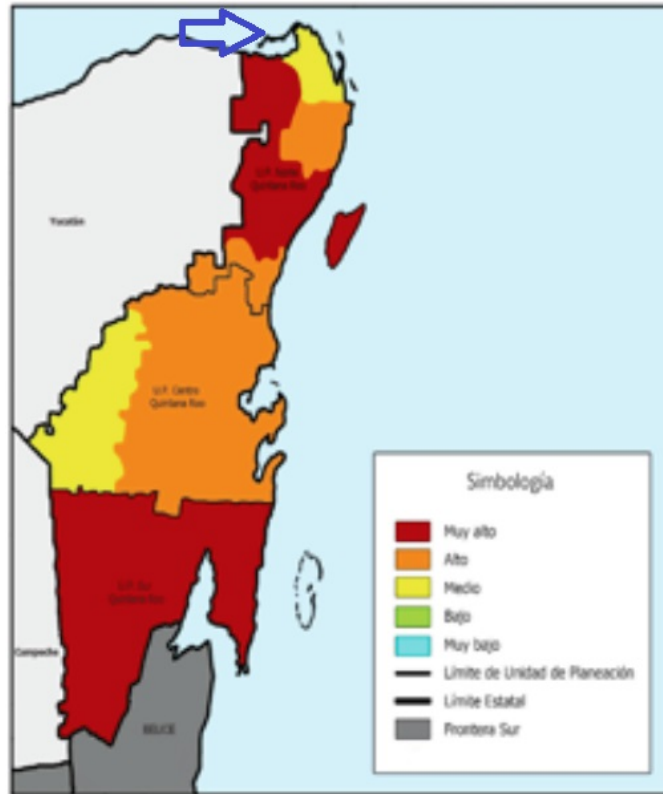


Figura IV-6 Zonas de riesgo de acuerdo a fenómenos naturales (en azul se aprecia la zona donde se localiza el proyecto)

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 (CONAGUA, 2012).

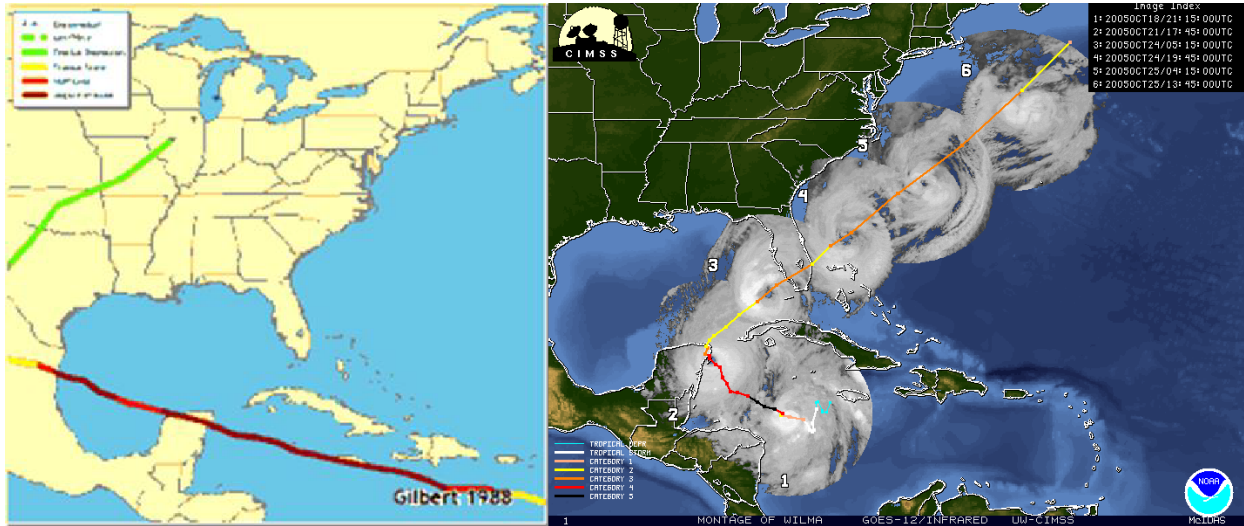


Figura IV-7 A la izquierda se muestra la imagen de la trayectoria del huracán Gilberto en Septiembre-1988 (www.nhc.noaa.gov). Derecha Imagen de la trayectoria del huracán Wilma en Octubre-2005 (www.nhc.noaa.gov).

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.

B. Hidrografía

En el Estado de Quintana Roo se encuentran dos regiones hidrológicas (RH): la RH32 Yucatán Norte (Yucatán) y la RH33 Yucatán Este (Quintana Roo), esta última es de carácter internacional, ya que se prolonga hasta la república de Guatemala y Belice (Ver Figura IV-8).

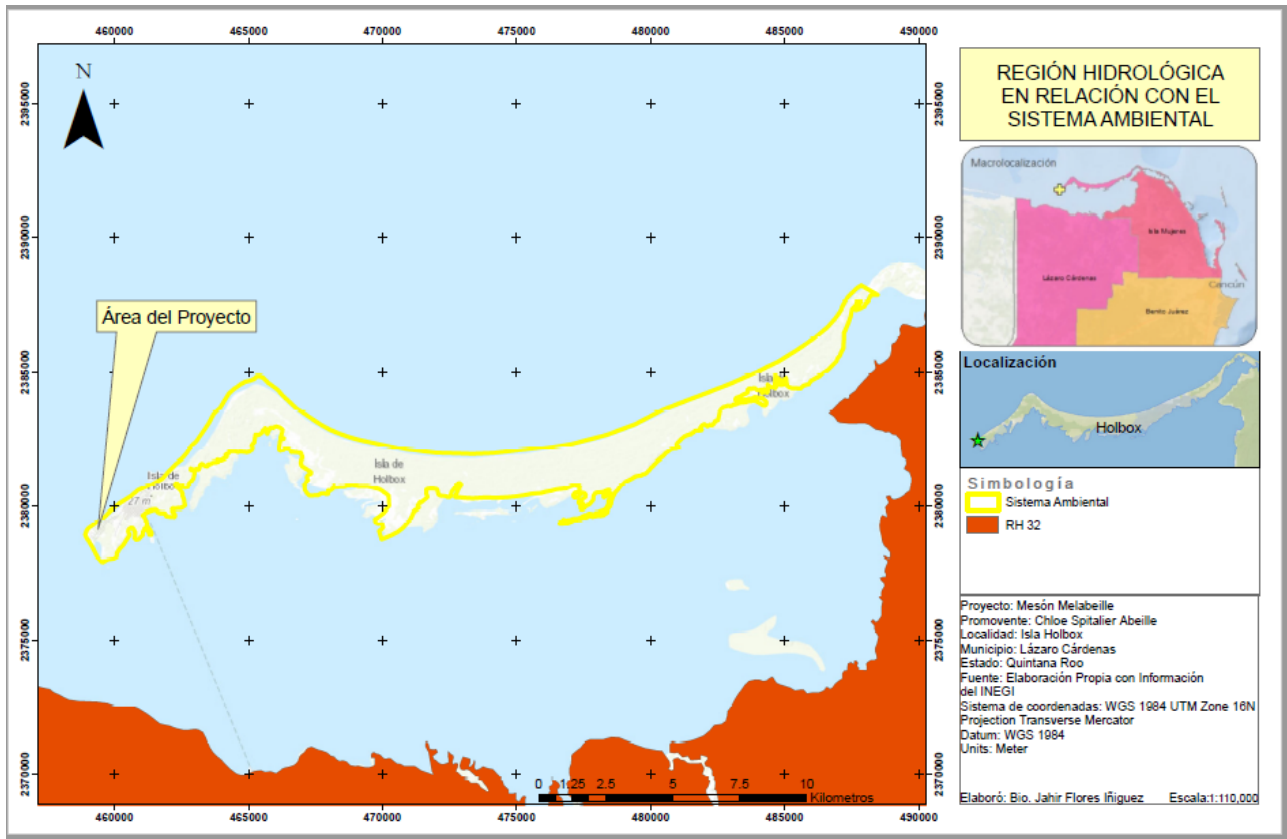


Figura IV-8 Regiones hidrológicas que se encuentran en la Entidad donde se encuentra el Sistema Ambiental delimitado.

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 IV-10).

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 substrato 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 km², 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 IV-9). 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.

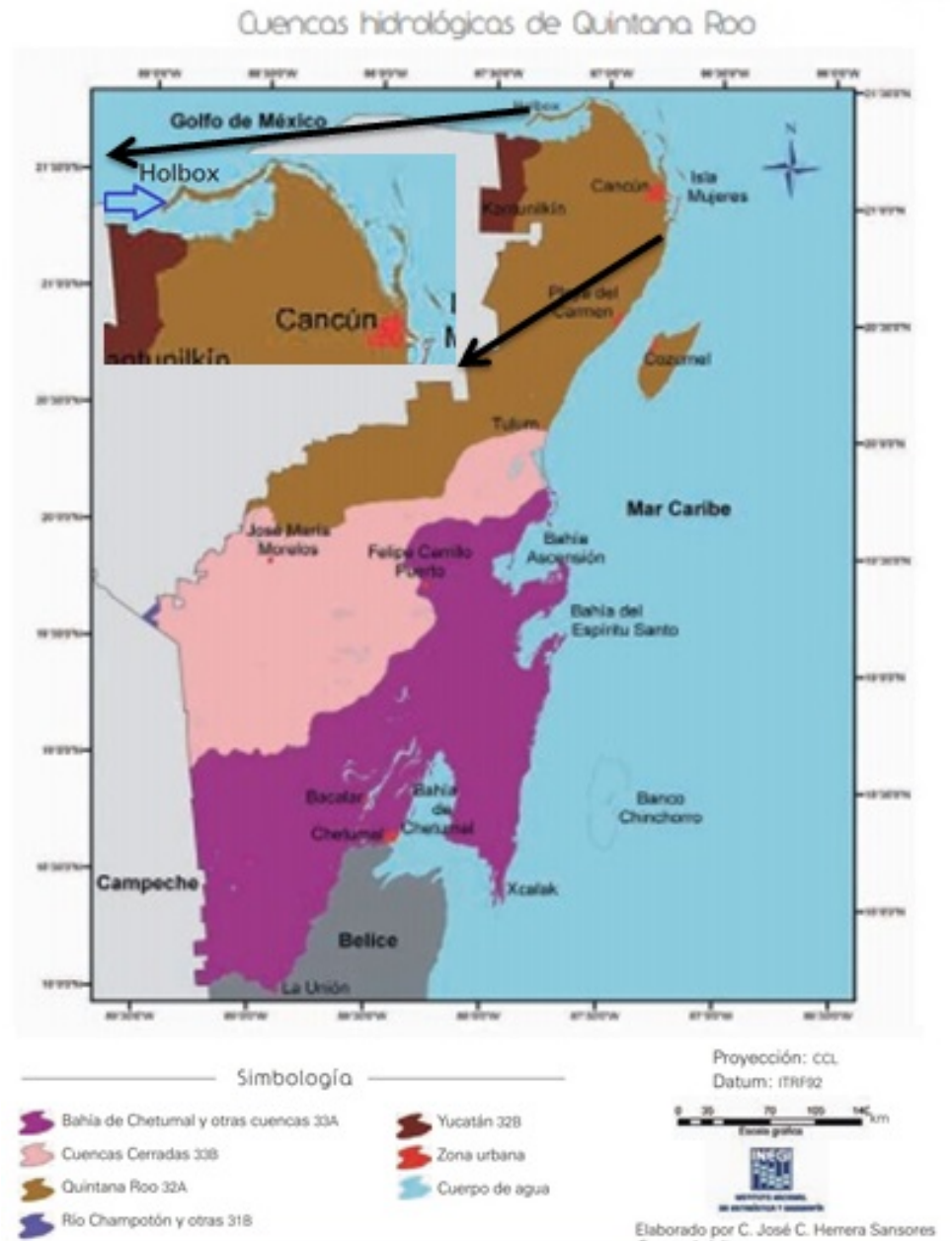


Figura IV-9 Localización de la Cuenca hidrológica Quintana Roo (32 A), en azul se señala el sitio donde se localiza el proyecto. (Fuente INEGI).

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).

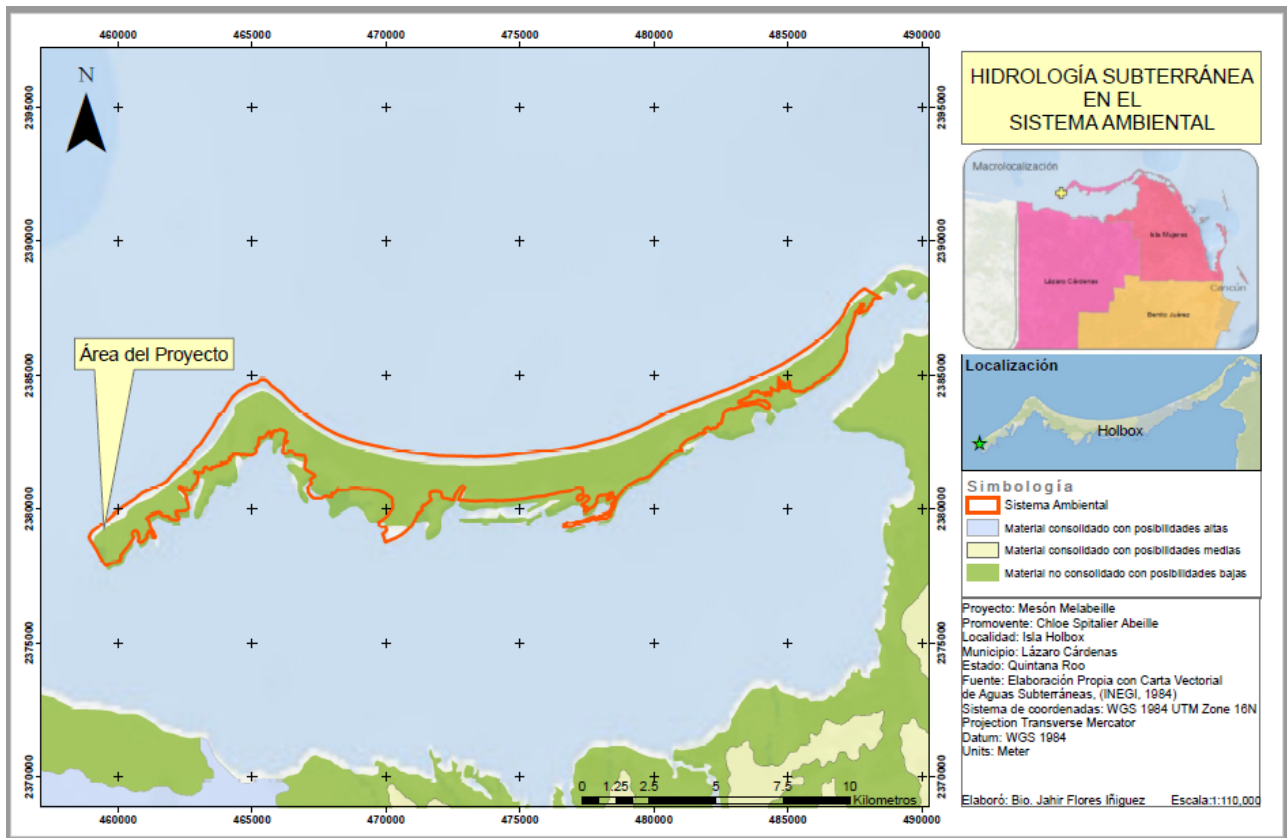


Figura IV-10 Hidrografía subterránea en el Sistema Ambiental (Serie II de INEGI)

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 IV-11).

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 IV-11).

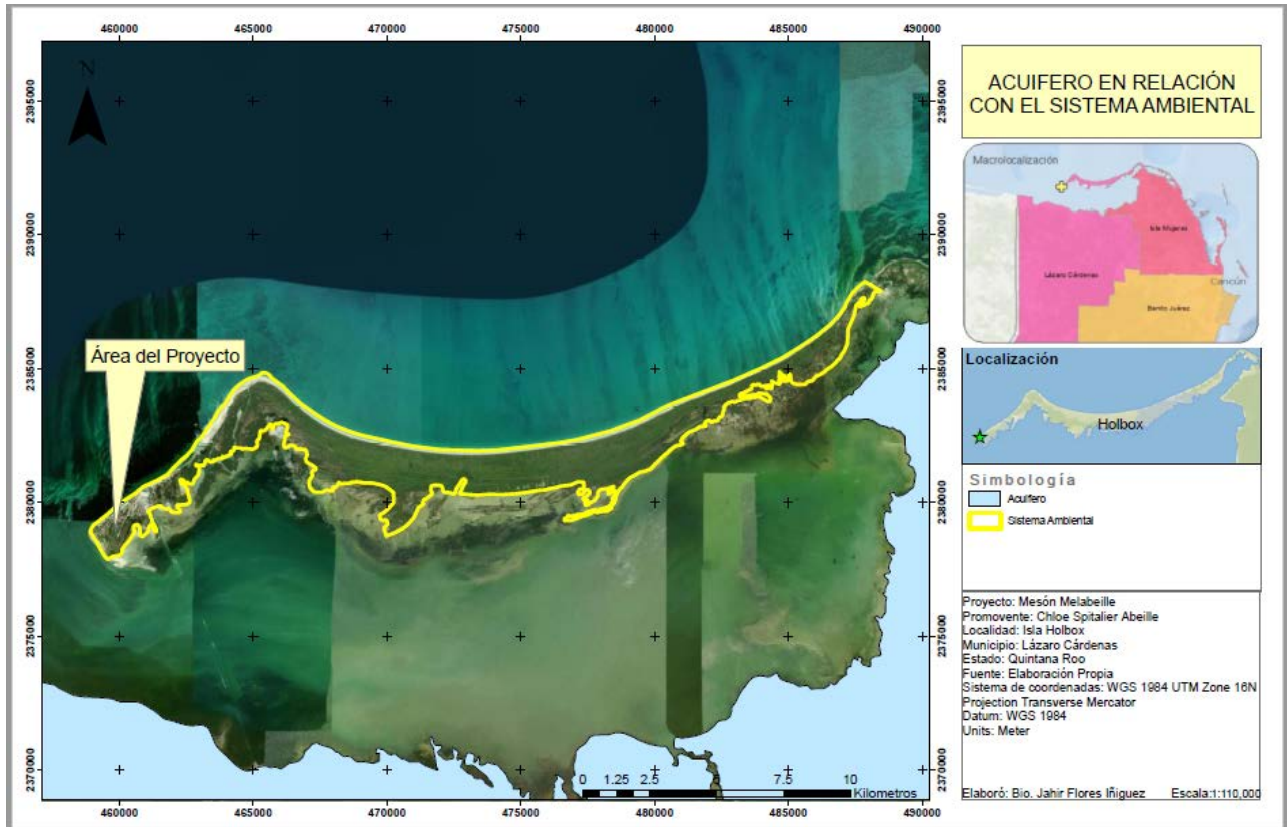


Figura IV-11 Ubicación del acuífero con respecto al Sistema Ambiental

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 IV-12).

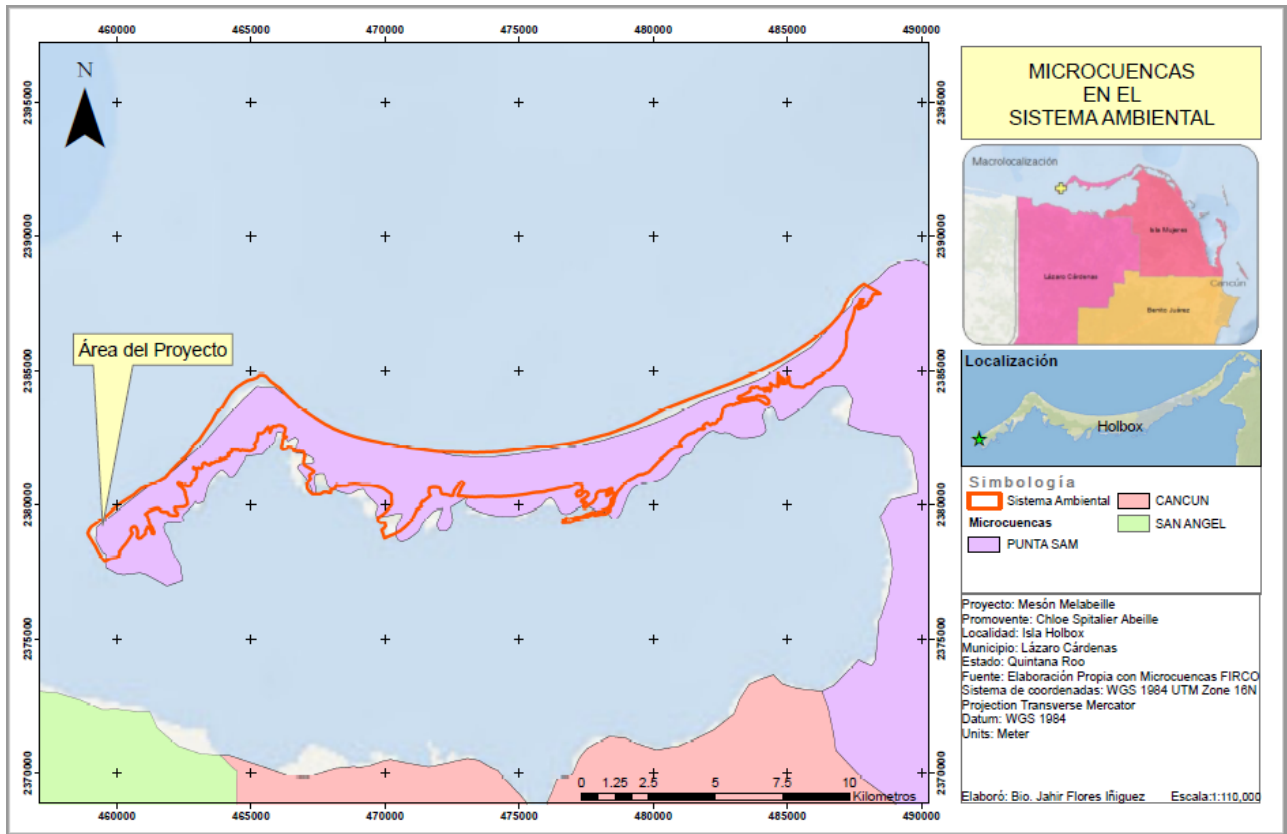


Figura IV-12 Microcuencas conforme a lo señalado por FIRCO

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 2005⁷), 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 1995⁸), 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

⁷ 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.

⁸ 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.* 1984⁹), 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 sostenible y no que afecte la hidrología del sitio, motivo por el cual se justifica el presente análisis para demostrar que la realización 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 (Ver Figura IV-13).

⁹ DAYTON, P.K., V. CURRIE., T. GERRODETTE, B.D. KELLER., R. ROSENTHAL y D.V. TRESKA. 1984. Patch dynamics and stability of some California kelp communities. *Ecological Monographs* 54(3):253-289.

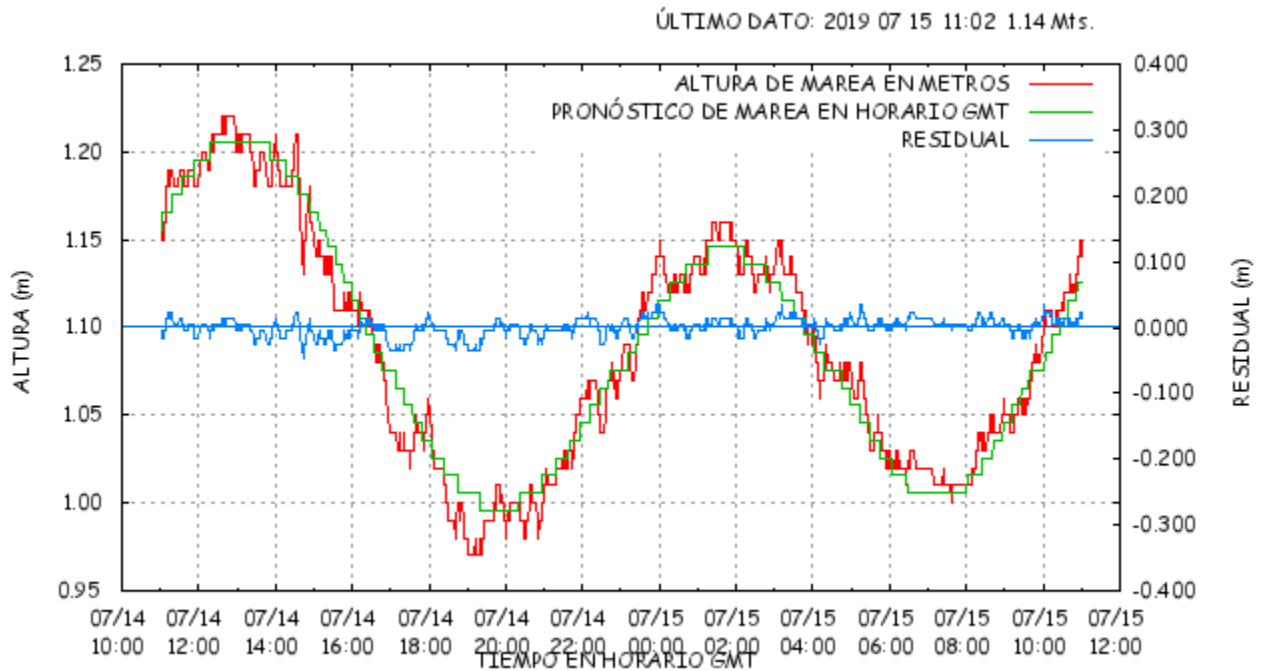


Figura IV-13 Rango de mareas

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 período 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 2002¹⁰).

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.

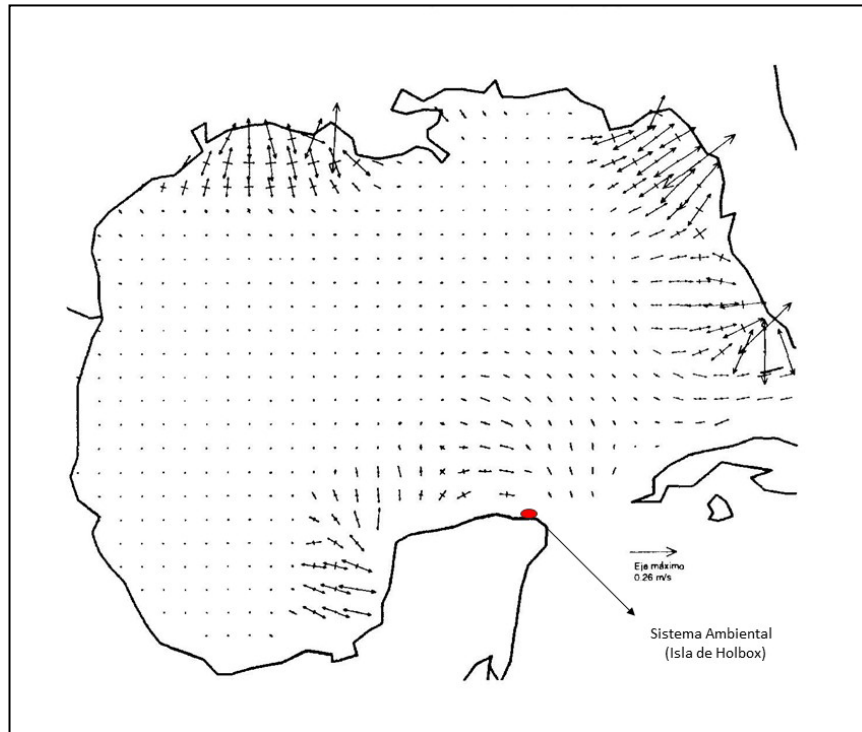


Figura IV-14 flujo de entrada de corrientes superficiales en el área de influencia del proyecto

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, 2006¹¹) donde se diagnosticaron siete lagunas costeras 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-hidrología de la isla.

¹⁰ Capurro, L. (2003). Un gran ecosistema costero: La península de Yucatán. Avance y Perspectiva, 22, 69-75.

¹¹ Herrera-Silveria, J. A. (2006). Lagunas Costeras de Yucatan (SE, México) Investigación, Diagnóstico y Manejo. ECOTROPICOS 19 (2): 94-108 2006, 19(2), 94-108.

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, 2006¹¹), 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 2003¹²)

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, 1988¹³). 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 (Ver Figura IV-15).

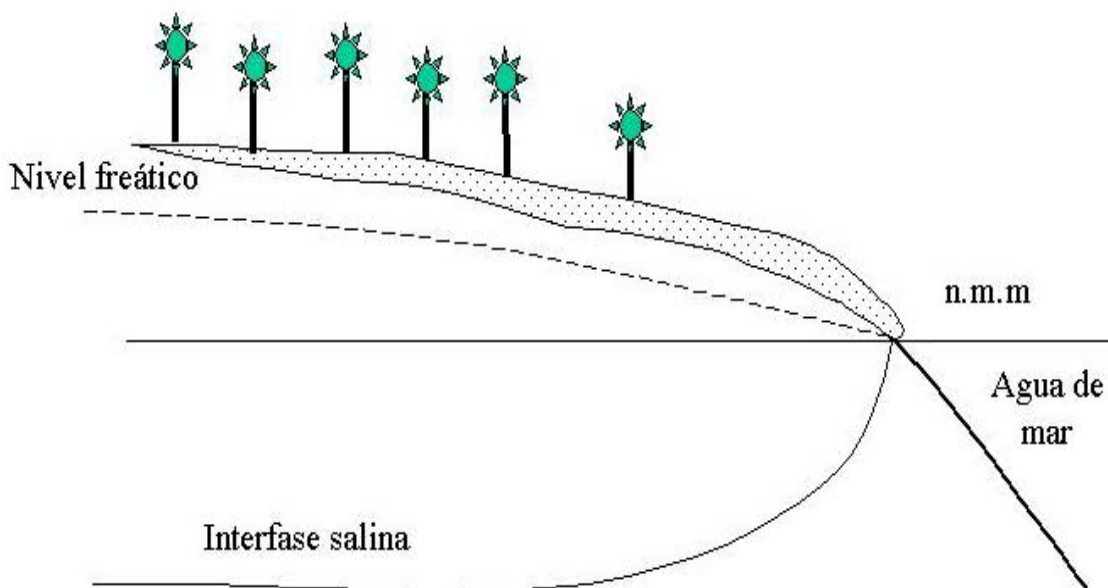


Figura IV-15 Interacción del agua dulce y el agua de mar bajo condiciones de equilibrio

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 un interacción con el agua dulce, el movimiento del manto freático esta estrechamente vinculado al comportamiento de la marea, lo cual según lo señalado por la estación de Isla Mujeres, señala que las mareas osilan entre la máxima pleamar y bajamar con

¹² 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.

¹³ 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.

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 lo anterior, debido a que el proyecto se situará sobre una cimentación de zapatas, estos flujos subterráneos en ningún momento se verán modificados de ninguna forma, este tipo de construcción permitirá la circulación de la misma cantidad de agua, rodeado la zapata y siguiente su flujo natural.

C. 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)

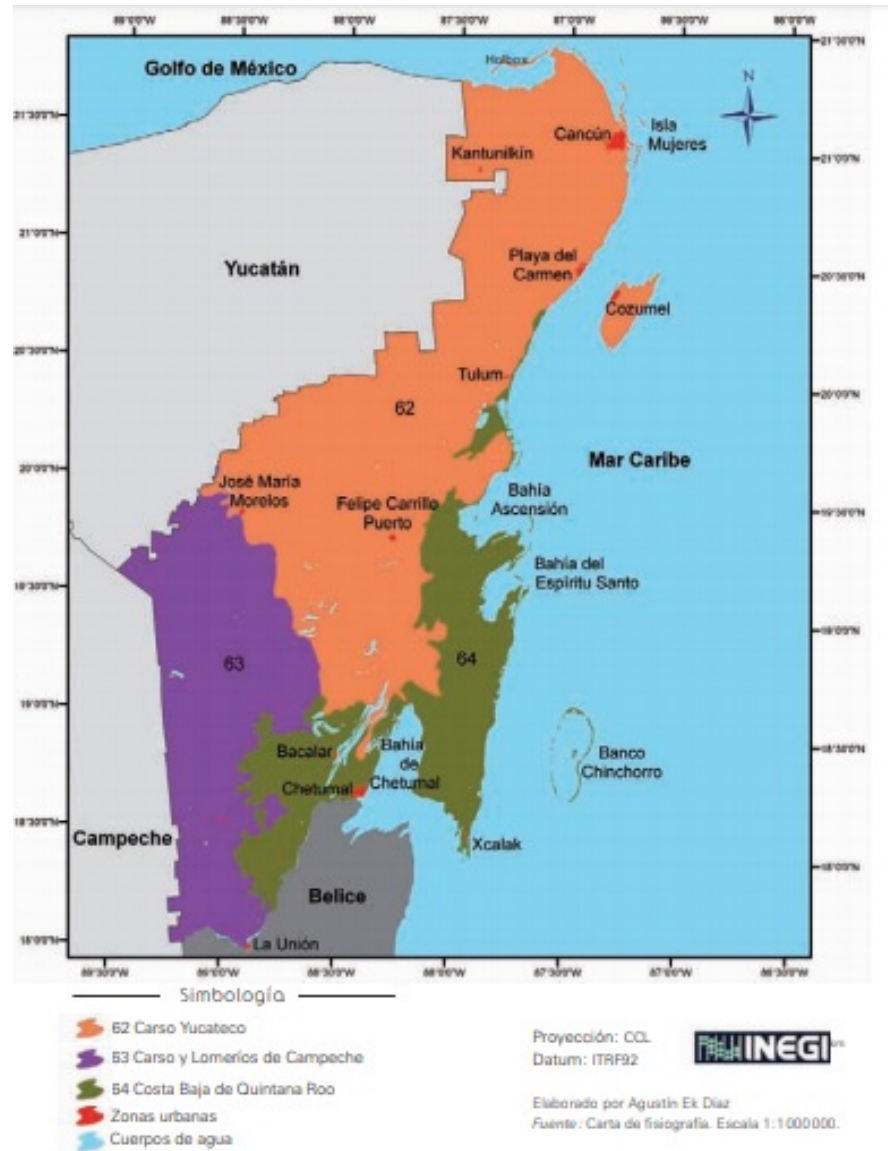


Figura IV-16 Subprovincias fisiográficas de la península de Yucatán

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 Km² (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 Sistemas 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 geoméricamente 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 playas con fases inundables y salinas, mientras que topoforma predominante en la Isla de Holbox se define como Playa o Barra inundable y salina.

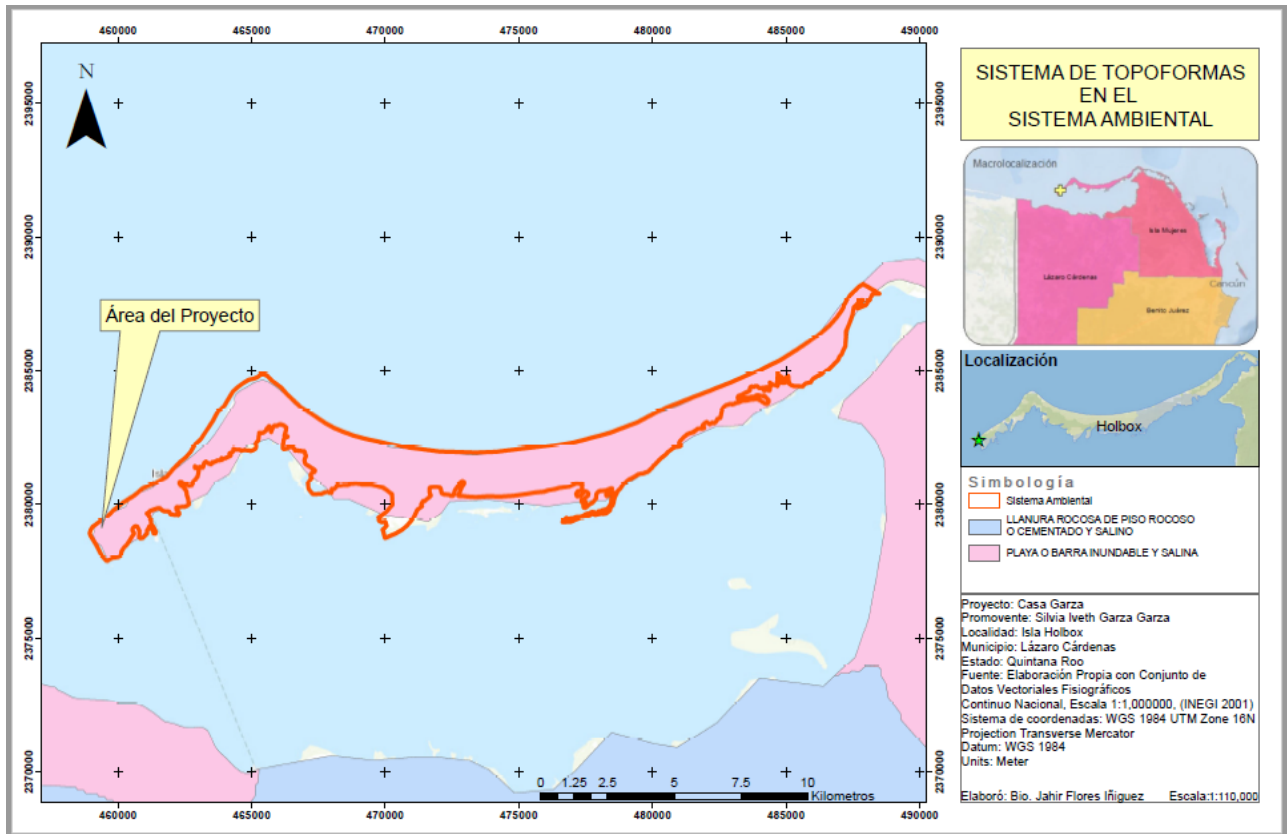


Figura IV-17 Sistema de Topoformas del Sistema Ambiental

D. 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 IV-16).

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

recristalizadas, 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.

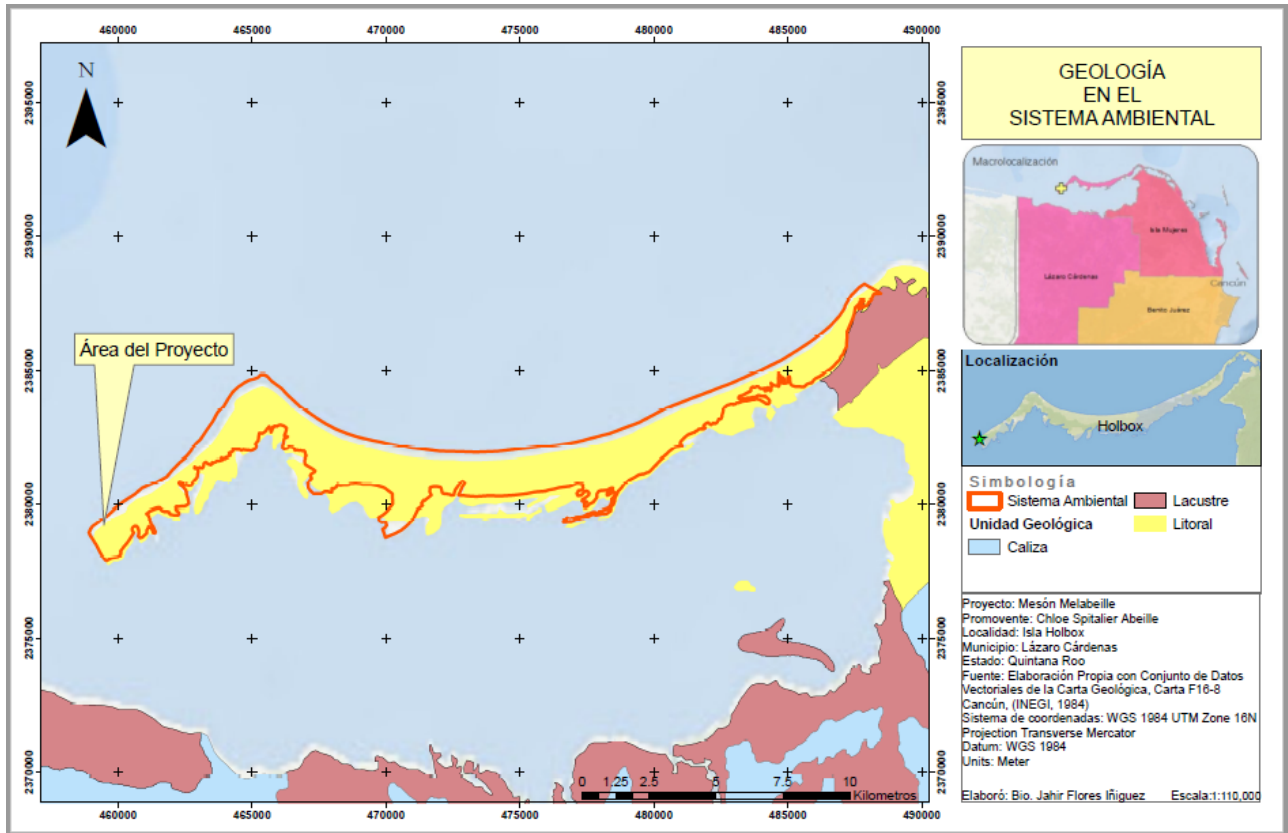


Figura IV-18 Geología del Sistema Ambiental

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 la carta Geológica del INEGI F16-C28.

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 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. 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 IV-19) 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 IV-19)

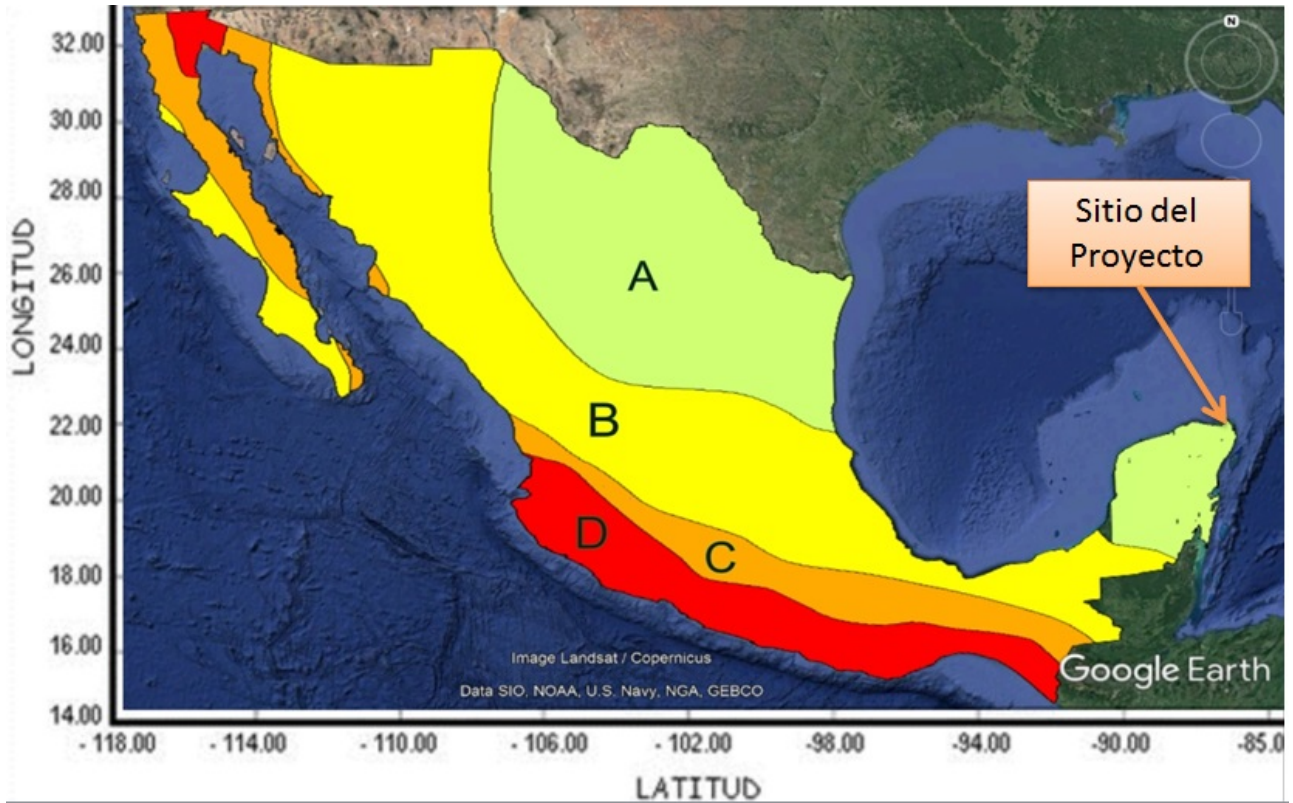


Figura IV-19 Regionalización sísmica de México. Izquierda: en base al Servicio Sismológico Nacional (2007), la zona A se representa en verde.

E. 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).

Regosoles. 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).

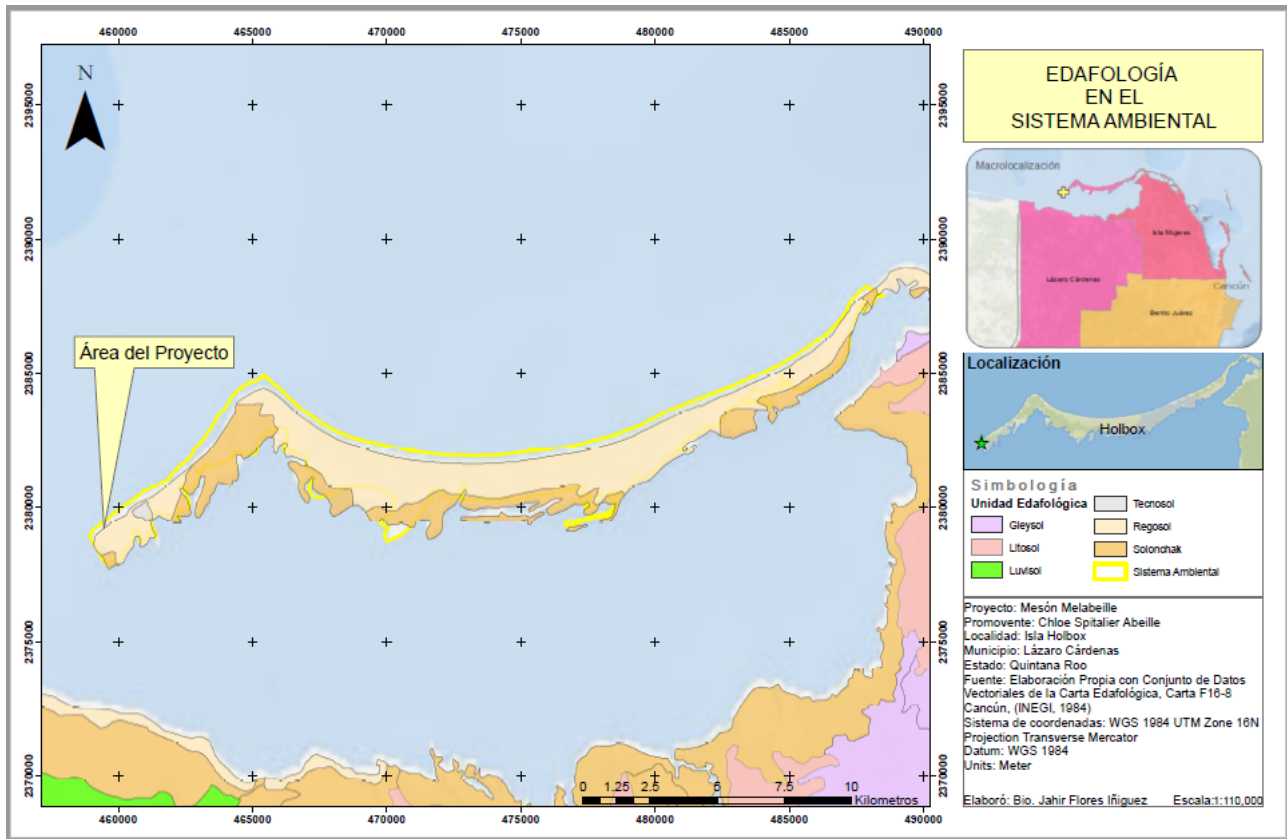


Figura IV-20 Edafología del Sistema Ambiental

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 1:250,000).

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

Ecosistema 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 exhiben 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*, la 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 secundaria arbórea de Manglar

Se conoce como vegetación secundaria a la vegetación que se ve alterada o modificada por factores naturales y humanos, por lo que muchas veces no se encuentran en forma original o prístina, formándose entonces comunidades secundarias. El estrato arbóreo en ésta condición vegetal es el que se establece después de transcurridos varios años del retiro de la vegetación original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias. En el caso del manglar la diversidad de las especies registradas es relativamente bajas entre las principales se encuentran: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. *Rhizophora mangle*, pero en condiciones de muy alto disturbio.

DUNA COSTERA (VEGETACIÓN DE MATORRAL COSTERO)

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 IV-2 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 |

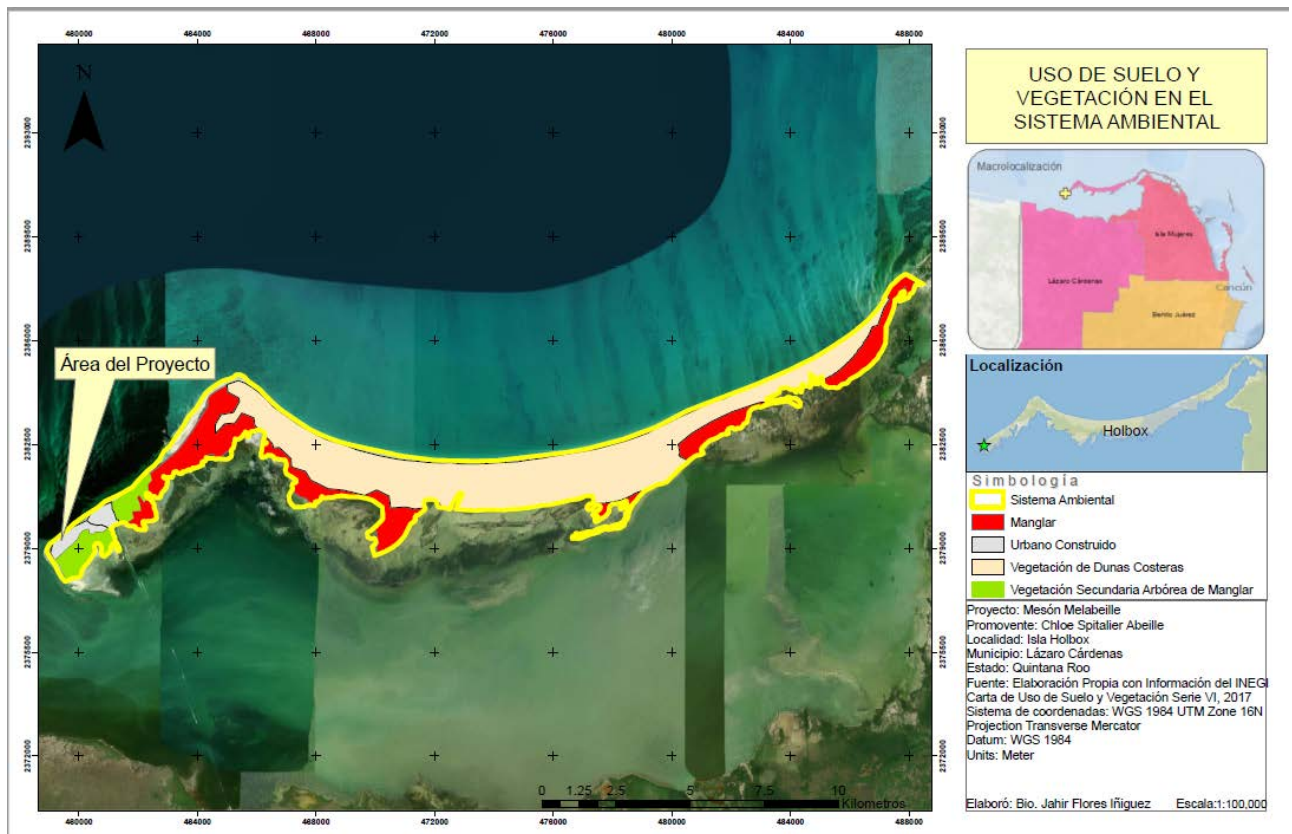


Figura IV-21 Uso de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental, según la Carta Serie VI de INEGI (2017)

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.

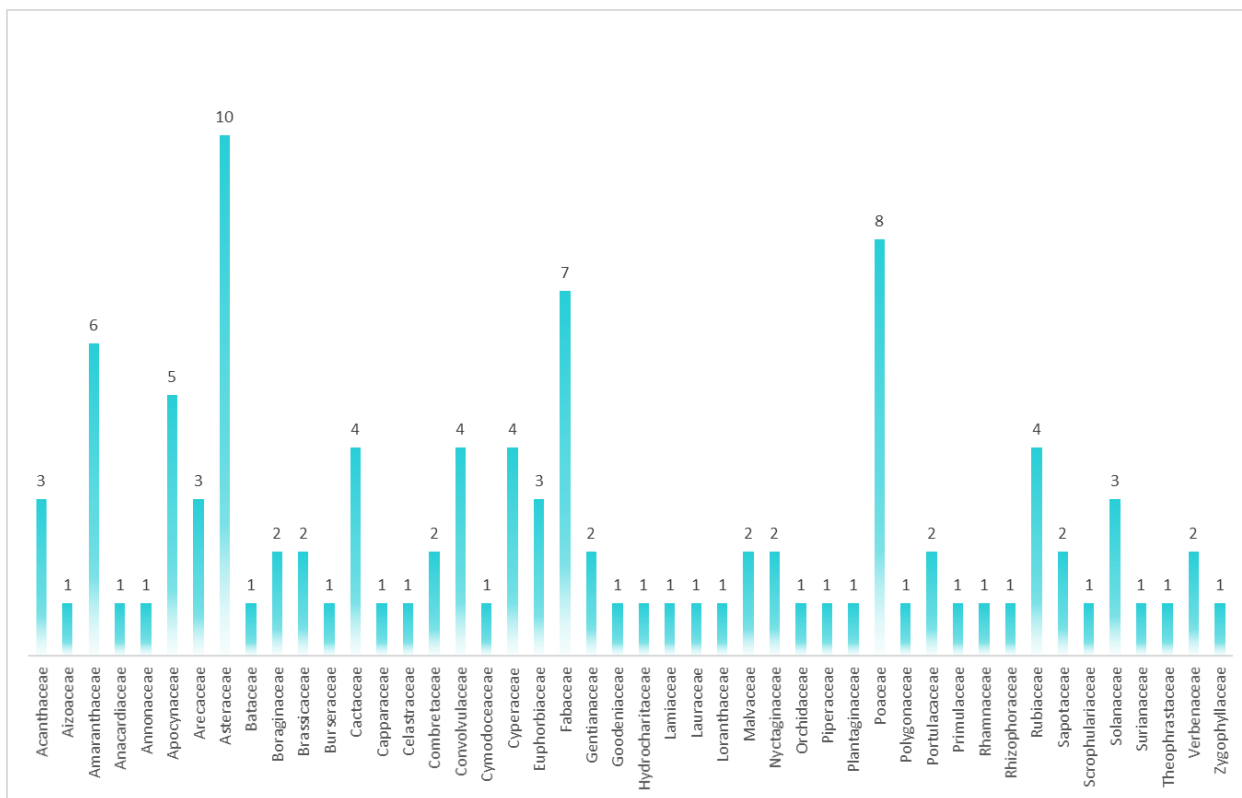
Debido a la magnitud y diversidad de comunidades vegetales que alberga el Sistema Ambiental resulta inalcanzable tener una representación exacta de la abundancia de los elementos florísticos y la riqueza de taxa que resguarda esta Sistema Ambiental. De tal forma que con la finalidad de establecer un 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 (Magnoliopsida y Liliopsida), 28 Órdenes, 46 Familias y 93 Géneros (Ver Tabla IV-3).

Tabla IV-3 Familias, géneros y especies registradas en el Sistema ambiental

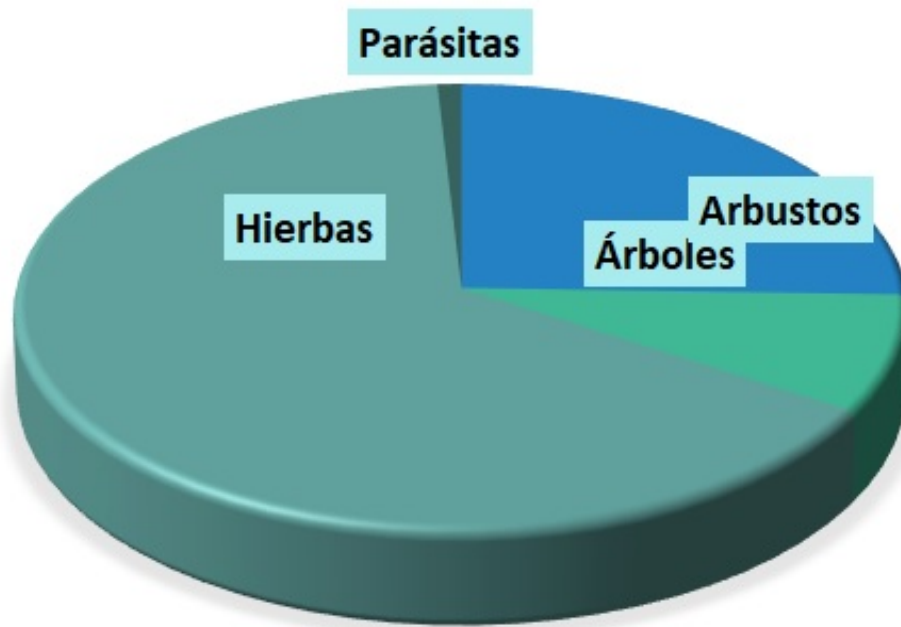
| | Familias | Géneros | Especies |
|---------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Liliopsida | 6 | 14 | 18 |
| Magnoliopsida | 40 | 79 | 88 |
| Total | 46 | 93 | 106 |

Las familias mas diversas son Asteraceae, Fabaceae y Poaceae. Del total de especies, 6 se consideran protegidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ver Grafica IV-1 y Tabla IV-4).



Grafica IV-1 Riqueza de especies por familia

En cuanto a la forma biológica el estrato mejor representado es el herbáceo con 70 especies, seguido por el arbóreo con 26 y finalmente el arbustivo con 9, además fue posible el registro de una especie parasítica.



Gráfica IV-2 Diversidad de especies por forma biológica

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 vegetación de 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 IV-4 Listado de la flora potencial para el Sistema Ambiental. En NOM-059=Norma Oficial Mexicana 059-Semarnat-2010; en End=Endemismo

| Clase | Familia | Especie | Nombre común | Forma biológica | NOM-059 |
|------------|------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------|--------------|
| Liliopsida | Cymodoceaceae | <i>Halodule wrightii</i> | pasto de los bajos | h | |
| Liliopsida | Hydrocharitaceae | <i>Thalassia testudinum</i> | hierba tortuga | h | |
| Liliopsida | Arecaceae | <i>Acrocomia aculeata</i> | cocoyul | a | |
| Liliopsida | Arecaceae | <i>Sabal gretheriae</i> | palma de guano | a | Pr, endémica |

| Clase | Familia | Especie | Nombre común | Forma biológica | NOM-059 |
|---------------|--------------|----------------------------------|------------------|-----------------|----------------|
| Liliopsida | Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> | palma chit | a | A, no endémica |
| Liliopsida | Orchidaceae | <i>Myrmecophila tibicinis</i> | flor de cacho | a | |
| Liliopsida | Cyperaceae | <i>Cyperus ligularis</i> | | h | |
| Liliopsida | Cyperaceae | <i>Cyperus planifolius</i> | | h | |
| Liliopsida | Cyperaceae | <i>Fimbristylis cymosa</i> | | h | |
| Liliopsida | Cyperaceae | <i>Fimbristylis spadicea</i> | | h | |
| Liliopsida | Poaceae | <i>Chloris barbata</i> | | h | |
| Liliopsida | Poaceae | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | | h | |
| Liliopsida | Poaceae | <i>Eragrostis excelsa</i> | | h | |
| Liliopsida | Poaceae | <i>Eragrostis prolifera</i> | | h | |
| Liliopsida | Poaceae | <i>Eustachys neglecta</i> | | h | |
| Liliopsida | Poaceae | <i>Eustachys petraea</i> | barbas de indio | h | |
| Liliopsida | Poaceae | <i>Sporobolus virginicus</i> | | h | |
| Liliopsida | Poaceae | <i>Zea mays</i> | maiz | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Ambrosia hispida</i> | artemisa de mar | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Aster subulatus</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Baccharis heterophylla</i> | escopa chica | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Bidens pilosa</i> | aceitilla | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Borrichia arborescens</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Borrichia frutescens</i> | saladillo | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Flaveria linearis</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Flaveria trinervia</i> | centella | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Melanthera nivea</i> | totalquelite | h | |
| Magnoliopsida | Asteraceae | <i>Parthenium hysterophorus</i> | hierba del golpe | h | |
| Magnoliopsida | Goodeniaceae | <i>Scaevola plumieri</i> | uva de mar | b | |
| Magnoliopsida | Boraginaceae | <i>Cordia dodecandra</i> | ciricote | a | |
| Magnoliopsida | Boraginaceae | <i>Heliotropium angiospermum</i> | alacrancillo | h | |
| Magnoliopsida | Bataceae | <i>Batis maritima</i> | saladillo | h | |
| Magnoliopsida | Brassicaceae | <i>Cakile edentula</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Brassicaceae | <i>Cakile lanceolata</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Capparaceae | <i>Quadrella incana</i> | | a | |

| Clase | Familia | Especie | Nombre común | Forma biológica | NOM-059 |
|---------------|-----------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------|---------|
| Magnoliopsida | Aizoaceae | <i>Sesuvium portulacastrum</i> | verdolaga | h | |
| Magnoliopsida | Amaranthaceae | <i>Alternanthera flavescens</i> | amor seco | h | |
| Magnoliopsida | Amaranthaceae | <i>Alternanthera halimifolia</i> | paja blanca | h | |
| Magnoliopsida | Amaranthaceae | <i>Amaranthus greggii</i> | Amaranto yucateco | h | |
| Magnoliopsida | Amaranthaceae | <i>Atriplex cristata</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Amaranthaceae | <i>Brandesia lanceolata</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Amaranthaceae | <i>Iresine diffusa</i> | pluma | b | |
| Magnoliopsida | Cactaceae | <i>Opuntia stricta</i> | nopal de caballo | b | |
| Magnoliopsida | Cactaceae | <i>Selenicereus grandiflorus</i> | dama de noche | h | |
| Magnoliopsida | Cactaceae | <i>Nopalea gaumeri</i> | xpakan | h | |
| Magnoliopsida | Cactaceae | <i>Acanthocereus tetragonus</i> | cactus castuillo | h | |
| Magnoliopsida | Nyctaginaceae | <i>Neea psychotrioides</i> | palo pozole | b | |
| Magnoliopsida | Nyctaginaceae | <i>Okenia hypogaea</i> | hierba mora | h | |
| Magnoliopsida | Polygonaceae | <i>Coccoloba uvifera</i> | uvero | a | |
| Magnoliopsida | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> | verdolaga | h | |
| Magnoliopsida | Portulacaceae | <i>Portulaca rubricaulis</i> | verdolaga | h | |
| Magnoliopsida | Celastraceae | <i>Tricerna phyllanthoides</i> | | b | |
| Magnoliopsida | Primulaceae | <i>Bonellia macrocarpa</i> | amole | a | |
| Magnoliopsida | Sapotaceae | <i>Sideroxylon americanum</i> | caimitillo | a | |
| Magnoliopsida | Sapotaceae | <i>Sideroxylon retusa</i> | caimitillo | a | |
| Magnoliopsida | Theophrastaceae | <i>Jacquinia aurantiaca</i> | flor de niño | a | |
| Magnoliopsida | Fabaceae | <i>Caesalpinia vesicaria</i> | palo de rosa | a | |
| Magnoliopsida | Fabaceae | <i>Centrosema plumieri</i> | gallito | h | |
| Magnoliopsida | Fabaceae | <i>Desmanthus virgatus</i> | guaje | h | |
| Magnoliopsida | Fabaceae | <i>Gliricidia sepium</i> | cacahuananche, madrecaao | a | |
| Magnoliopsida | Fabaceae | <i>Pithecellobium keyense</i> | | a | |
| Magnoliopsida | Fabaceae | <i>Senna racemosa</i> | | b | |
| Magnoliopsida | Fabaceae | <i>Sophora tomentosa</i> | | a | |
| Magnoliopsida | Surianaceae | <i>Suriana maritima</i> | | b | |

| Clase | Familia | Especie | Nombre común | Forma biológica | NOM-059 |
|---------------|------------------|---------------------------------------|------------------------|-----------------|----------------|
| Magnoliopsida | Apocynaceae | <i>Cascabela gaumeri</i> | campanilla | a | |
| Magnoliopsida | Apocynaceae | <i>Catharanthus roseus</i> | jabonera de Madagascar | h | |
| Magnoliopsida | Apocynaceae | <i>Metastelma schlechtendalii</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Apocynaceae | <i>Metastelma yucatanense</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Apocynaceae | <i>Pentalinon andrieuxii</i> | bejuco guaco | h | |
| Magnoliopsida | Gentianaceae | <i>Eustoma exaltatum</i> | violeta | h | |
| Magnoliopsida | Gentianaceae | <i>Zeltnera quitensis</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Rubiaceae | <i>Chiococca alba</i> | perlilla | a | |
| Magnoliopsida | Rubiaceae | <i>Erithalis fruticosa</i> | ocotillo | b | |
| Magnoliopsida | Rubiaceae | <i>Ernodea littoralis</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Rubiaceae | <i>Hamelia patens</i> | coralillo | h | |
| Magnoliopsida | Acanthaceae | <i>Avicennia germinans</i> | mangle negro | a | A, no endémica |
| Magnoliopsida | Acanthaceae | <i>Bravaisia berlandieriana</i> | julub | a | |
| Magnoliopsida | Acanthaceae | <i>Justicia luzmariae</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Lamiaceae | <i>Condea verticillata</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Plantaginaceae | <i>Russelia sarmentosa</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Scrophulariaceae | <i>Capraria biflora</i> | hierba del campo | h | |
| Magnoliopsida | Verbenaceae | <i>Lantana involucrata</i> | manzanita | b | |
| Magnoliopsida | Verbenaceae | <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Lauraceae | <i>Cassytha filiformis</i> | bejuco de fideo | h | |
| Magnoliopsida | Annonaceae | <i>Annona squamosa</i> | capulín | a | |
| Magnoliopsida | Euphorbiaceae | <i>Croton punctatus</i> | crotón del golfo | h | |
| Magnoliopsida | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia hieronymi</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Rhizophoraceae | <i>Rhizophora mangle</i> | mangle rojo | a | A, endémica |
| Magnoliopsida | Malvaceae | <i>Sida ciliaris</i> | cordón de abispo | h | |
| Magnoliopsida | Malvaceae | <i>Waltheria indica</i> | tapacola | h | |
| Magnoliopsida | Combretaceae | <i>Conocarpus erectus</i> | mangle botoncillo | a | A, no endémica |

| Clase | Familia | Especie | Nombre común | Forma biológica | NOM-059 |
|---------------|----------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| Magnoliopsida | Combretaceae | <i>Laguncularia racemosa</i> | mangle blanco | a | A, no endémica |
| Magnoliopsida | Piperaceae | <i>Piper pseudolindenii</i> | | a | |
| Magnoliopsida | Rhamnaceae | <i>Krugiodendron ferreum</i> | capulincillo | a | |
| Magnoliopsida | Loranthaceae | <i>Struthanthus cassythoides</i> | muerdago, matapalo | p | |
| Magnoliopsida | Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> | chechen prieto | a | |
| Magnoliopsida | Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | chaca | a | |
| Magnoliopsida | Convolvulaceae | <i>Cuscuta americana</i> | cabello de ángel, fideo | h | |
| Magnoliopsida | Convolvulaceae | <i>Cuscuta boldinghii</i> | cabello de ángel, fideo | h | |
| Magnoliopsida | Convolvulaceae | <i>Ipomoea pes-caprae</i> | bejuco de mar | h | |
| Magnoliopsida | Convolvulaceae | <i>Ipomoea violacea</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Solanaceae | <i>Lycianthes lenta</i> | | h | |
| Magnoliopsida | Solanaceae | <i>Lycium carolinianum</i> | saladilla | h | |
| Magnoliopsida | Solanaceae | <i>Solanum donianum</i> | berengena | h | |
| Magnoliopsida | Zygophyllaceae | <i>Tribulus cistoides</i> | torito | h | |

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 sitios distintos 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 (Ver Figura IV-22).

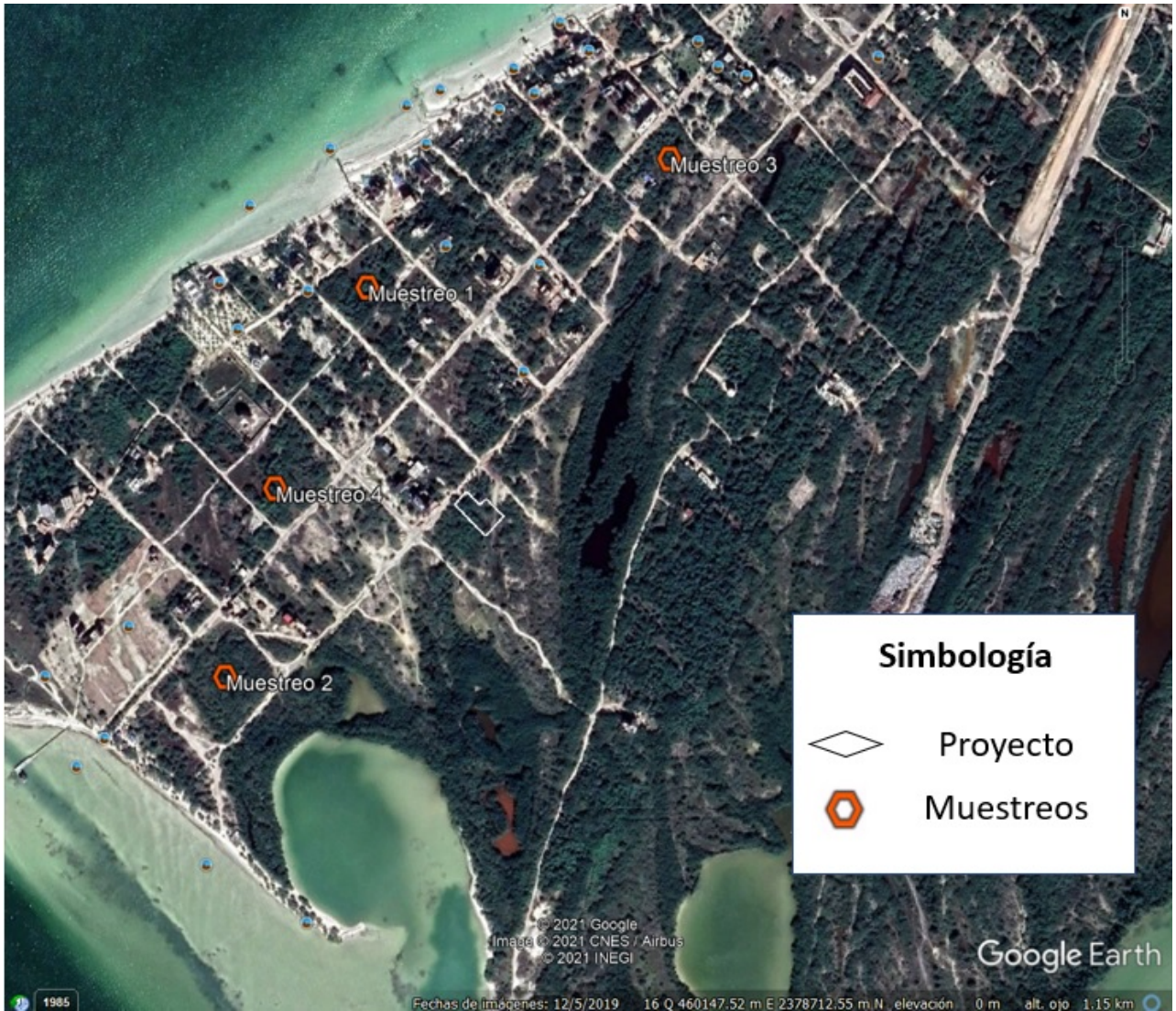


Figura IV-22 Sitios de muestreo de vegetación en el Sistema ambiental respecto del Área de proyecto

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.

Tabla IV-5 Coordenadas de los polígonos de muestreo de vegetación realizados dentro del Sistema Ambiental

| Muestreo 1 | | | Muestreo 2 | | |
|------------|--------|---------|------------|--------|---------|
| id | X | Y | id | X | Y |
| 1 | 459387 | 2379327 | 1 | 459225 | 2378745 |
| Muestreo 3 | | | Muestreo 4 | | |
| id | X | Y | id | X | Y |
| 1 | 459729 | 2379327 | 1 | 459282 | 2378957 |

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 (*l*) 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 (*n*) 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 X_i 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 28 individuos de 7 especies. La especie dominante fue *Coccoloba uvifera* "uva de mar" con 7 individuos siendo así el 25% del total y presentando un Índice de Valor de Importancia (IVI) de 21.93. 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 IV-6 Listado de especies arbóreas registradas y su Índice de valor de importancia en el Sistema Ambiental

| Especie | Nombre Común | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 300 | IVI 100 |
|---------------------------|-------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|
| <i>Acrocomia aculeata</i> | Cocoyul | 5 | 17.86 | 15.79 | 17.86 | 51.50 | 17.17 |
| <i>Thrinax radiata</i> | Palma Chit | 3 | 10.71 | 10.53 | 10.71 | 31.95 | 10.65 |
| <i>Metopium brownei</i> | Chechen Prieto | 3 | 10.71 | 15.79 | 10.71 | 37.22 | 12.41 |
| <i>Coccoloba uvifera</i> | Uva de mar | 7 | 25.00 | 15.79 | 25.00 | 65.79 | 21.93 |
| <i>Cordia dodecandra</i> | Ciricote de playa | 3 | 10.71 | 10.53 | 10.71 | 31.95 | 10.65 |
| <i>Quadrella incana</i> | | 3 | 10.71 | 15.79 | 10.71 | 37.22 | 12.41 |
| <i>Conocarpus erectus</i> | Mangle botoncillo | 4 | 14.29 | 15.79 | 14.29 | 44.36 | 14.79 |
| | | 28 | 100 | 100 | 100 | 300 | 100 |

Tabla IV-7 índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou del estrato arbóreo del Sistema Ambiental

| Arboles | | | | | |
|-----------------|---------------------------|------------------|---------------|---------|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon antes de la sumatoria |
| 1 | <i>Acrocomia aculeata</i> | 5 | 0.18 | -1.7228 | -0.3076 |
| 2 | <i>Thrinax radiata</i> | 3 | 0.11 | -2.2336 | -0.2393 |
| 3 | <i>Metopium brownei</i> | 3 | 0.11 | -2.2336 | -0.2393 |
| 4 | <i>Coccoloba uvifera</i> | 7 | 0.25 | -1.3863 | -0.3466 |
| 5 | <i>Cordia dodecandra</i> | 3 | 0.11 | -2.2336 | -0.2393 |
| 6 | <i>Quadrella incana</i> | 3 | 0.11 | -2.2336 | -0.2393 |
| 7 | <i>Conocarpus erectus</i> | 4 | 0.14 | -1.9459 | -0.2780 |
| TOTAL | | 28 | | | -1.889451456 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| Riqueza S= | | 7 | | | |
| Resultado: H' = | | 1.8894515 | | | |
| Resultado: J' = | | 0.970986 | | | |

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 $H'=1.88$ siendo un valor bajo y un índice de equidad de $J'=0.97$ lo que indica que la comunidad arbórea en los sitios de muestreo tiende enormemente a la homogeneidad.

Estrato Arbustivo

Se registraron 60 individuos de 7 especies. La especie dominante fue *Lantana involucrata* con 19 individuos siendo así el 31.66 % del total y presentando un Índice de Valor de Importancia (I.V.I) de 30.20. Endémica, además de que no se encontraron especies de este estrato catalogadas con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-8 Listado de especies arbustivas registradas y su Índice de valor de importancia en el Sistema Ambiental

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 300 | IVI 100 |
|----------------------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------|---------|
| <i>Iresine diffusa</i> | 5 | 8.33 | 12.12 | 8.33 | 28.79 | 9.60 |
| <i>Tricerna phyllanthoides</i> | 16 | 26.67 | 18.18 | 26.67 | 71.52 | 23.84 |
| <i>Opuntia stricta</i> | 8 | 13.33 | 12.12 | 13.33 | 38.79 | 12.93 |
| <i>Erithalis fruticosa</i> | 4 | 6.67 | 9.09 | 6.67 | 22.42 | 7.47 |
| <i>Selenicereus grandiflorus</i> | 6 | 10.00 | 18.18 | 10.00 | 38.18 | 12.73 |
| <i>Lantana involucrata</i> | 19 | 31.67 | 27.27 | 31.67 | 90.61 | 30.20 |
| <i>Senna racemosa</i> | 2 | 3.33 | 3.03 | 3.33 | 9.70 | 3.23 |
| | 60 | 100 | 100 | 100 | 300 | 100 |

Tabla IV-9 índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou del estrato arbustivo.

| Arbustivos | | | | | |
|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon antes de la sumatoria |
| 1 | <i>Iresine diffusa</i> | 5 | 0.0833 | -2.4849 | -0.2071 |
| 2 | <i>Tricerna phyllanthoides</i> | 16 | 0.2667 | -1.3218 | -0.3525 |
| 3 | <i>Opuntia stricta</i> | 8 | 0.1333 | -2.0149 | -0.2687 |
| 4 | <i>Erithalis fruticosa</i> | 4 | 0.0667 | -2.7081 | -0.1805 |
| 5 | <i>Selenicereus grandiflorus</i> | 6 | 0.1000 | -2.3026 | -0.2303 |
| 6 | <i>Lantana involucrata</i> | 19 | 0.3167 | -1.1499 | -0.3641 |
| 7 | <i>Senna racemosa</i> | 2 | 0.0333 | -3.4012 | -0.1134 |
| | TOTAL | 60 | | | -1.716502718 |

| | | | | |
|-----------------|---------------|----------------|--|----------------------------|
| | $\Sigma ni=N$ | $\Sigma ni=Pi$ | | $\Sigma pi \times \ln(Pi)$ |
| Riqueza S= | 7 | | | |
| Resultado: H' = | 1.7165027 | | | |
| Resultado: J' = | 0.8821079 | | | |

Para el muestreo en Sistema Ambiental se estimó un índice de diversidad de H'=1.71 siendo un valor bajo y un índice de equidad de J'=0.88 lo que indica que la comunidad arbustiva en los sitios de muestreo tiende a la homogeneidad.

Estrato Herbáceo.

Se registraron 323 individuos de 20 especies. La especie dominante fue *Batis maritima* con 69 individuos representando el 21.36% del total y presentando un Índice de Valor de Importancia (IVI) de 19.00. De estas, ninguna se encuentra dentro del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| Especie | Nombre Común | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 300 | IVI 100 |
|-----------------------------------|------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------|---------|
| <i>Eustachys petraea</i> | barbas de indio | 21 | 6.50 | 7.14 | 6.50 | 20.15 | 6.72 |
| <i>Ambrosia hispida</i> | artemisa de mar | 21 | 6.50 | 7.14 | 6.50 | 20.15 | 6.72 |
| <i>Flaveria trinervia</i> | centella | 26 | 8.05 | 5.36 | 8.05 | 21.46 | 7.15 |
| <i>Portulaca oleracea</i> | verdolaga | 7 | 2.17 | 2.68 | 2.17 | 7.01 | 2.34 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | guaje | 22 | 6.81 | 8.04 | 6.81 | 21.66 | 7.22 |
| <i>Eragrostis prolifera</i> | | 12 | 3.72 | 4.46 | 3.72 | 11.89 | 3.96 |
| <i>Pentalinon andrieuxii</i> | bejuco guaco | 8 | 2.48 | 2.68 | 2.48 | 7.63 | 2.54 |
| <i>Russelia sarmentosa</i> | | 17 | 5.26 | 5.36 | 5.26 | 15.88 | 5.29 |
| <i>Waltheria indica</i> | tapacola | 8 | 2.48 | 2.68 | 2.48 | 7.63 | 2.54 |
| <i>Baccharis heterophylla</i> | escopa chica | 10 | 3.10 | 5.36 | 3.10 | 11.55 | 3.85 |
| <i>Melanthera nivea</i> | totolquelite | 10 | 3.10 | 3.57 | 3.10 | 9.76 | 3.25 |
| <i>Centrosema plumieri</i> | gallito | 9 | 2.79 | 4.46 | 2.79 | 10.04 | 3.35 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | guaje | 3 | 0.93 | 0.89 | 0.93 | 2.75 | 0.92 |
| <i>Sida ciliaris</i> | cordón de abispo | 13 | 4.02 | 2.68 | 4.02 | 10.73 | 3.58 |
| <i>Ipomoea pes-caprae</i> | bejuco de mar | 12 | 3.72 | 6.25 | 3.72 | 13.68 | 4.56 |
| <i>Solanum donianum</i> | berengena | 14 | 4.33 | 3.57 | 4.33 | 12.24 | 4.08 |
| <i>Heliotropium angiospermum</i> | alacrancillo | 21 | 6.50 | 3.57 | 6.50 | 16.57 | 5.52 |
| <i>Batis maritima</i> | saladillo | 69 | 21.36 | 14.29 | 21.36 | 57.01 | 19.00 |
| <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> | | 4 | 1.24 | 2.68 | 1.24 | 5.16 | 1.72 |
| <i>Sida ciliaris</i> | cordón de abispo | 16 | 4.95 | 7.14 | 4.95 | 17.05 | 5.68 |
| | | 323 | 100 | 100 | 100 | 300 | 100 |

| Herbaceas | | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|---------------|----------------|----------|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon antes de la sumatoria |
| 1 | <i>Eustachys petraea</i> | 21 | 0.06502 | -2.73313 | -0.17770 |
| 2 | <i>Ambrosia hispida</i> | 21 | 0.06502 | -2.73313 | -0.17770 |
| 3 | <i>Flaveria trinervia</i> | 26 | 0.08050 | -2.51956 | -0.20281 |
| 4 | <i>Portulaca oleracea</i> | 7 | 0.02167 | -3.83174 | -0.08304 |
| 5 | <i>Desmanthus virgatus</i> | 22 | 0.06811 | -2.68661 | -0.18299 |
| 6 | <i>Eragrostis prolifera</i> | 12 | 0.03715 | -3.29275 | -0.12233 |
| 7 | <i>Pentalinon andrieuxii</i> | 8 | 0.02477 | -3.69821 | -0.09160 |
| 8 | <i>Russelia sarmentosa</i> | 17 | 0.05263 | -2.94444 | -0.15497 |
| 9 | <i>Waltheria indica</i> | 8 | 0.02477 | -3.69821 | -0.09160 |
| 10 | <i>Baccharis heterophylla</i> | 10 | 0.03096 | -3.47507 | -0.10759 |
| 11 | <i>Melanthera nivea</i> | 10 | 0.03096 | -3.47507 | -0.10759 |
| 12 | <i>Centrosema plumieri</i> | 9 | 0.02786 | -3.58043 | -0.09976 |
| 13 | <i>Desmanthus virgatus</i> | 3 | 0.00929 | -4.67904 | -0.04346 |
| 14 | <i>Sida ciliaris</i> | 13 | 0.04025 | -3.21270 | -0.12930 |
| 15 | <i>Ipomoea pes-caprae</i> | 12 | 0.03715 | -3.29275 | -0.12233 |
| 16 | <i>Solanum donianum</i> | 14 | 0.04334 | -3.13859 | -0.13604 |
| 17 | <i>Heliotropium angiospermum</i> | 21 | 0.06502 | -2.73313 | -0.17770 |
| 18 | <i>Batis maritima</i> | 69 | 0.21362 | -1.54355 | -0.32974 |
| 19 | <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> | 4 | 0.01238 | -4.39136 | -0.05438 |
| 20 | <i>Sida ciliaris</i> | 16 | 0.04954 | -3.00506 | -0.14886 |
| TOTAL | | 323 | | | -2.741470188 |
| | | $\Sigma ni=N$ | $\Sigma ni=Pi$ | | $\Sigma pi \times \ln(Pi)$ |
| Riqueza S= | | 20 | | | |
| Resultado: H' = | | 2.7414702 | | | |
| Resultado: J' = | | 0.9151252 | | | |

Para la zona del Sistema Ambiental se estimó un índice de diversidad de árboles de $H'=2.74$ siendo un valor medio y un índice de equidad de $J'=0.91$ lo que indica que la comunidad arbórea en los sitios de muestreo tiende enormemente a la homogeneidad.

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 IV-10 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 staufferi</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 staufferi</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 | |
| Reptilia | Squamata | Anguillidae | <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> | | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | NOM-059 | Endémica |
|----------|----------|-----------------|----------------------------------|---------|----------|
| Reptilia | Squamata | Colubridae | <i>Coniophanes schmidti</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> | | |
| 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> | | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | NOM-059 | Endémica |
|----------|------------|-----------------|---|---------|----------|
| 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 | |
| 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 | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | NOM-059 | Endémica |
|----------|------------|---------------|--------------------------------|---------|----------|
| 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.

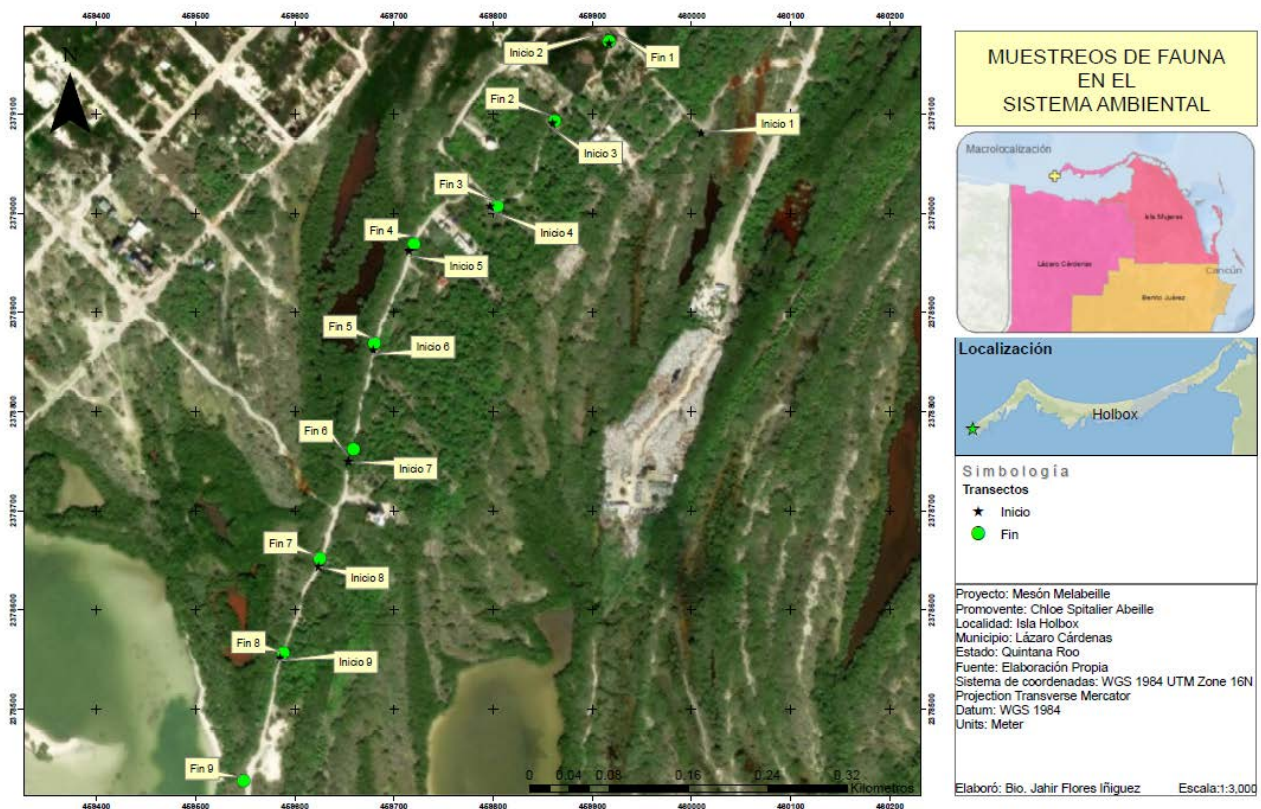


Figura IV-23 Localización de los transectos para el muestreo de herpetofauna en el Sistema Ambiental. Las coordenadas (UTM WGS84 16Q) de los puntos iniciales y finales de los transectos para el muestreo de la herpetofauna.

Tabla IV-11 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 |

| ID | Nombre | X | Y |
|----|-----------------|--------|---------|
| 3 | Transecto Ini 2 | 459917 | 2379171 |
| 4 | Transecto fin 2 | 459862 | 2379093 |



| ID | Nombre | X | Y |
|----|-----------------|--------|---------|
| 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 |
| 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 IV-12 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 | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Bubulcus ibis</i> | Garza Ganadera | | |

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM-059 | End |
|---------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------|---------|-----|
| 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 | | |
| Charadriiformes | Charadriidae | <i>Charadrius melodus</i> | Chorlo Chiflador | | |
| Charadriiformes | Charadriidae | <i>Charadrius vociferus</i> | Chorlo Tildío | | |

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM-059 | End |
|-----------------|------------------|------------------------------|-----------------------|---------|-----|
| 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> | Vuelvepiedras 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 Chichicuilote | | |
| 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 | | |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Larus fuscus</i> | Gaviota Sombría | A | |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Gelochelidon nilotica</i> | Charrán Pico Grueso | | |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Hydroprogne caspia</i> | Charrán Caspia | Pr | |

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM-059 | End |
|------------------|---------------|---------------------------------|---------------------------|---------|-----|
| Charadriiformes | Laridae | <i>Thalasseus maximus</i> | Charrán Real | | |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Thalasseus sandvicensis</i> | Charrán De Sandwich | Pr | |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Sternula 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> | Cuclillo Manglero | | |
| Cuculiformes | Cuculidae | <i>Piaya cayana</i> | Cuclillo 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 | | |
| 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 | | |

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM-059 | End |
|---------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|-----|
| 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 Rubi | | |
| 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 |
| 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 | | |

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM-059 | End |
|---------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------|-----|
| 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 Aserrada | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina Tijereta | | |
| Passeriformes | Turdidae | <i>Turdus migratorius</i> | (Zorzal) Mirlo Primavera | | |
| Passeriformes | Mimidae | <i>Dumetella carolinensis</i> | Mauñador Gris | | |
| Passeriformes | Mimidae | <i>Melanoptila glabrirostris</i> | Mauñador Negro | | |
| Passeriformes | Mimidae | <i>Mimus gilvus</i> | Centzontle Tropical | | CE |
| Passeriformes | Parulidae | <i>Oreothlypis celata</i> | Chipe Corona Naranja | | |
| 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 | | |

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM-059 | End |
|---------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------|---------|-----|
| 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 | | |
| 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 | | |

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | NOM-059 | End |
|---------------|-----------|----------------------------|-----------------------|---------|-----|
| 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), (Ver Figura IV-24 y Tabla IV-13).

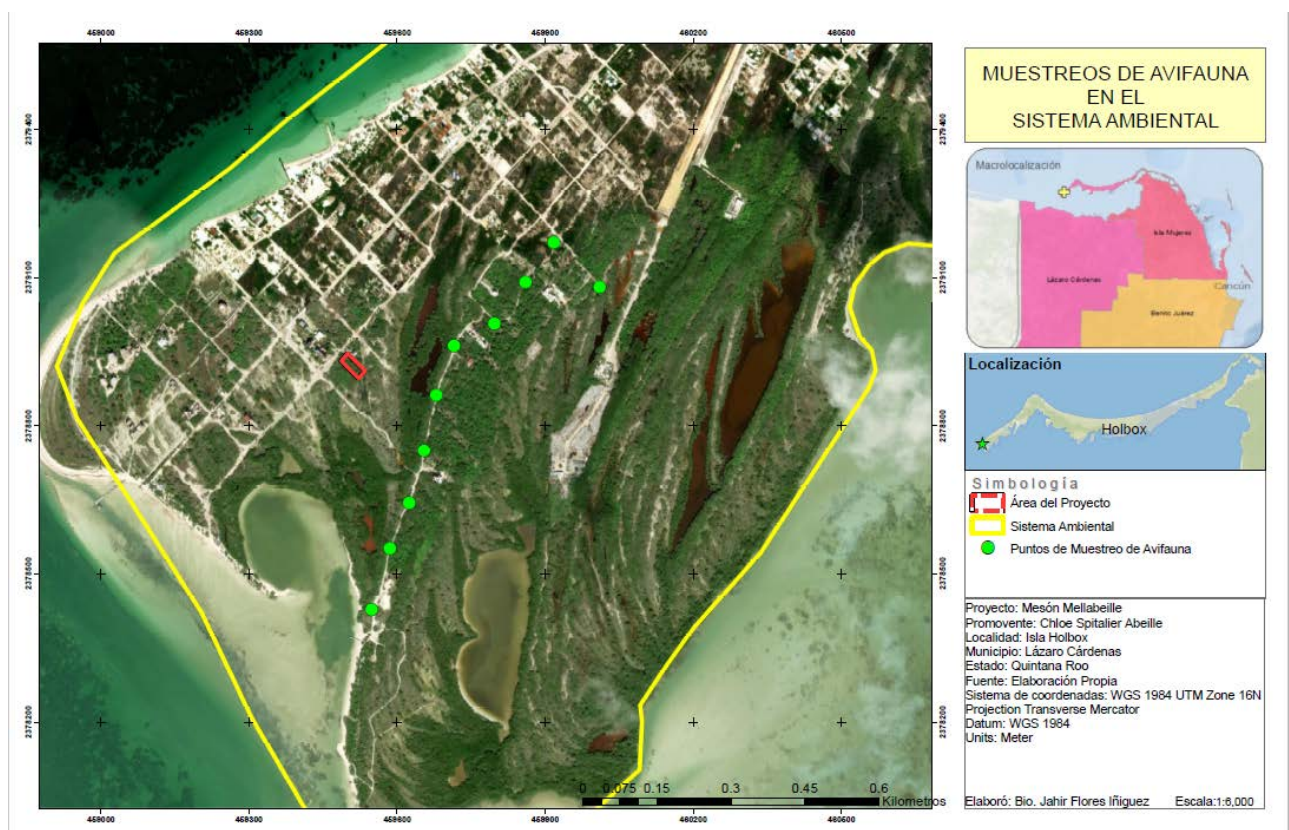


Figura IV-24 Localización de los puntos de conteo para el muestreo de la avifauna en el Sistema Ambiental. Las coordenadas (UTM WGS84 16Q) de los puntos de conteo para el muestreo de la avifauna.

Tabla IV-13 Puntos de conteo para el muestreo de la avifauna en el Sistema Ambiental

| 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 km²), 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 (Ver Tabla IV-14).

Tabla IV-14 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 | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN ESPAÑOL | NOM | Endémica |
|-----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|-----|----------|
| 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 cuatroojos gris | | |
| 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 norteño | | |
| 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 | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN ESPAÑOL | NOM | Endémica |
|------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----|----------|
| 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 norteño | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | <i>Rhogeessa aeneus</i> | Murciélago amarillo Yucateco | | |
| Rodentia | Heteromyidae | <i>Heteromys gaumeri</i> | Ratón espinoso Yucateco | | |
| Rodentia | Muridae | <i>Oligoryzomys fulvescens</i> | Rata arrocera pigmea | | |
| Rodentia | Muridae | <i>Oryzomys couesi</i> | Rata arrocera de Coues | | |
| Rodentia | Muridae | <i>Oryzomys melanotis</i> | Rata arrocera orejas negras | | |
| Rodentia | Muridae | <i>Ototylomys 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 liliun</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), (Ver Figura IV-25 y Tabla IV-15).

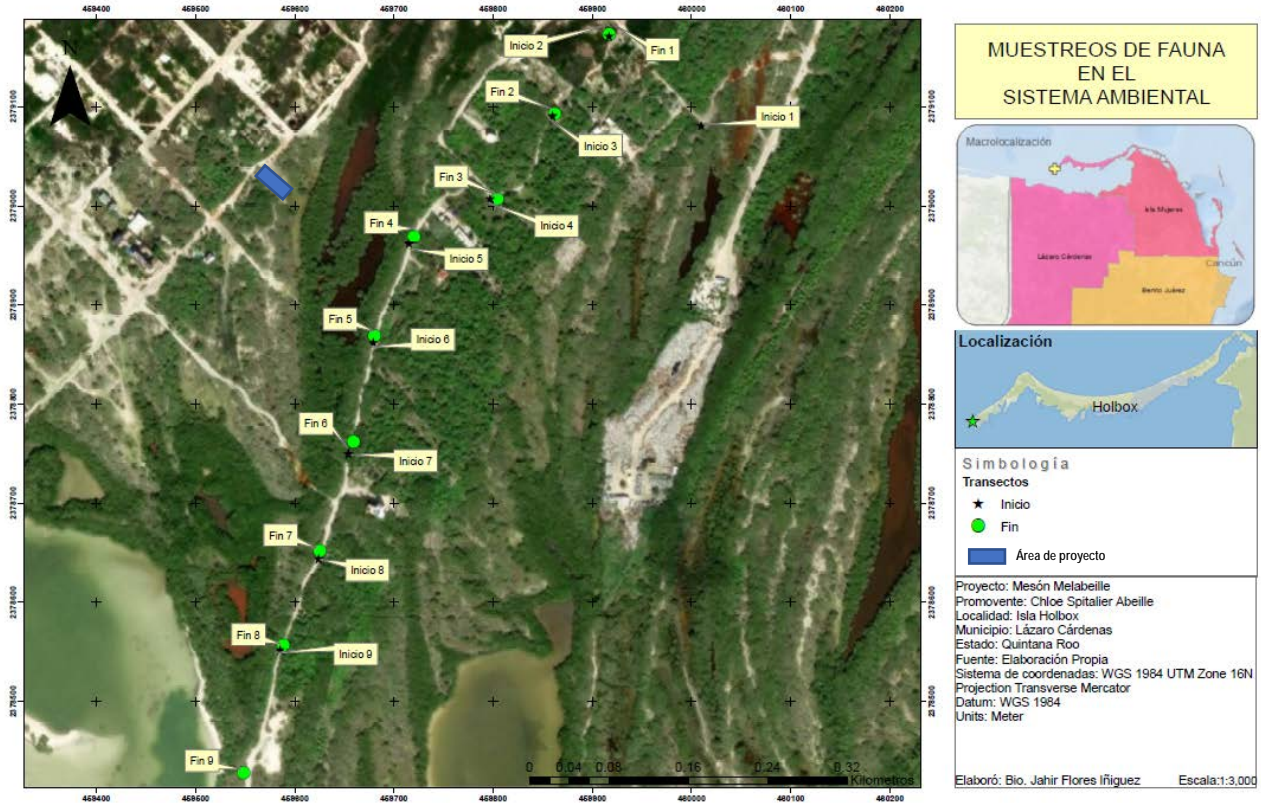


Figura IV-25 Localización de los transectos para el muestreo de herpetofauna en el Sistema Ambiental. Las coordenadas (UTM WGS84 16Q) de los puntos iniciales y finales de los transectos para el muestreo de mastofauna.

Tabla IV-15 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 |

| ID | Nombre | X | Y |
|----|-----------------|--------|---------|
| 10 | Transecto fin 5 | 459680 | 2378869 |
| 11 | Transecto ini 6 | 459679 | 2378862 |
| 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:

$$Ab\ rel = (ni/N) * 100$$

Donde:

ni = 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 (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:

$$\% \text{ de ocurrencia} = \frac{f_i}{Z} (100)$$

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 (Ver Tabla IV-16).

Tabla IV-16 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 | Bufo | <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 OCURENCIA

La especie con mayor porcentaje de ocurrencia fue *Anolis lemurinus* con el 66.7 % (Ver Tabla IV-17).

Tabla IV-17 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 IV-18 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 |
| | TOTAL | 20 | | | -1.52749 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x 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 (Ver Tabla IV-18).

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 (Ver Tabla IV-19).

Tabla IV-19 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 pihuiuí | | | 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> | cuclillo 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 |
| 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 |

| Orden | Familia | Especie | Nombre Común | NOM-059 | Endémico | abundancia |
|----------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------|---------|----------|------------|
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Myiozetetes similis</i> | luis gregario | | | 2 |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Pachyramphus 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 IV-20 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>Cyananthus 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 |

| Nombre científico | End | NOM-059 | # Individuos | Abundancia Relativa | Frecuencia | Frecuencia Relativa | % de Ocurrencia |
|-------------------------------|-----|---------|--------------|---------------------|------------|---------------------|-----------------|
| <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 |
| <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 |
| | | | 163 | 100.00 | 82 | 100 | |

Tabla IV-21 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 |

| Aves | | | | | |
|------|-------------------------------|-------------|------------|-------------|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | In pi | Índice de Shannon antes de la sumatoria |
| 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 |
| 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>Pachyramphus 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 |

| Aves | | | | | |
|-----------------|-------------------|---------------|----------------|-------|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon antes de la sumatoria |
| 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 IV-22 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* presentó 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 IV-23 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 IV-24 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'max | 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 |
| Total | 44 | | | | 4 | 1 |

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 IV-25 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

- a) **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 del terreno se localiza en la parte Suroeste del predio con una orientación de Sureste a Noroeste desde la colindancia con el predio vecino hasta el límite de la calle Bagre, el predio en su parte Noreste es escaso de arbolado, a excepción de algunos individuos. El Predio se localiza a escasos 500 metros de la barrera de playa con orientación dominante Nor-Norponiente; se registran obstrucciones desde la franja litoral hasta el predio, desde construcciones, infraestructura hasta vegetación natural de algún predio.

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 mediados 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 IV-26 con grados centígrados donde tbs significa temperatura de bulbo seco (del viento a cubierto meteorológico) de solsticios y equinoccios.

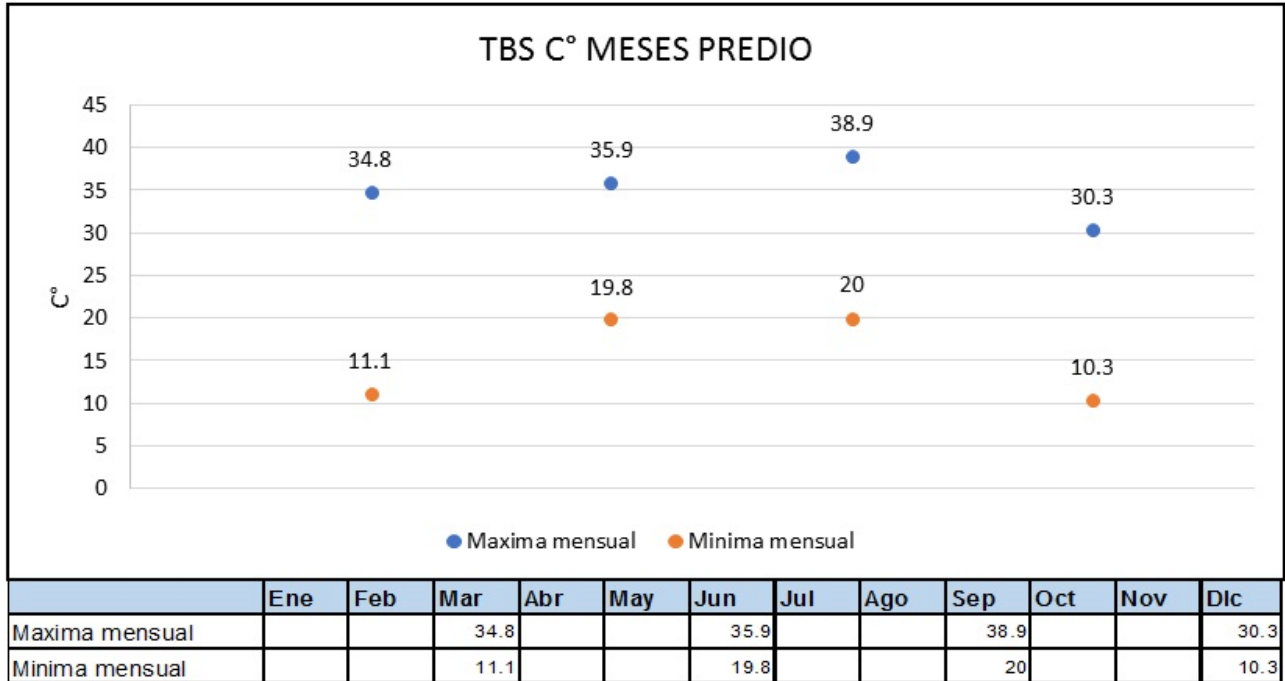


Figura IV-26 Régimen de temperatura de solsticios y equinoccios en el área de proyecto

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

c) los Microclimas y el terreno.

El terreno; comprende dos zonas de MICROCLIMAS que se definen por la abundancia del arbolado: (1) El área de cobertura vegetal (2) El área de litoral.

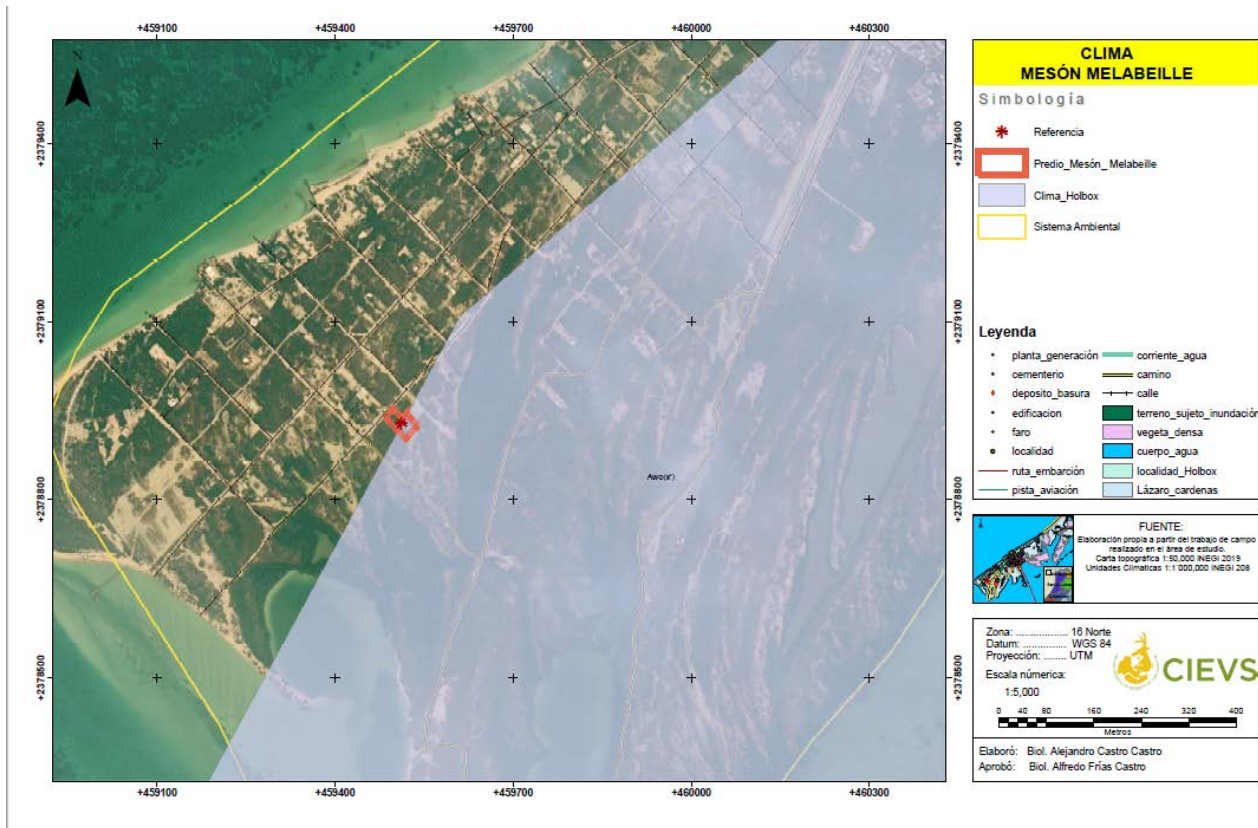


Figura IV-27 Tipo de clima para el Área de Proyecto

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.

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 Km² (54.3%).

Se realizó la toma de las elevaciones en el área del proyecto, tomando un equipo de alta precisión (GPS Promark3), el cual se calibró a nivel de mar.

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), se observan las zonas con mayores alturas en la parte central del predio, por otro lado las menores elevaciones se observan en límite al Sur del predio.

Posiblemente la fisiografía se encuentra modificada 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 el solar urbano quedó en una manzana aislada, el área del proyecto queda sin pendiente alguna.

D. 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 Sistema de topoformas, que se define como el *Conjunto de topoformas asociados entre sí*. En el mismo sentido, topoformas se define como: geoforma geoméricamente 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).

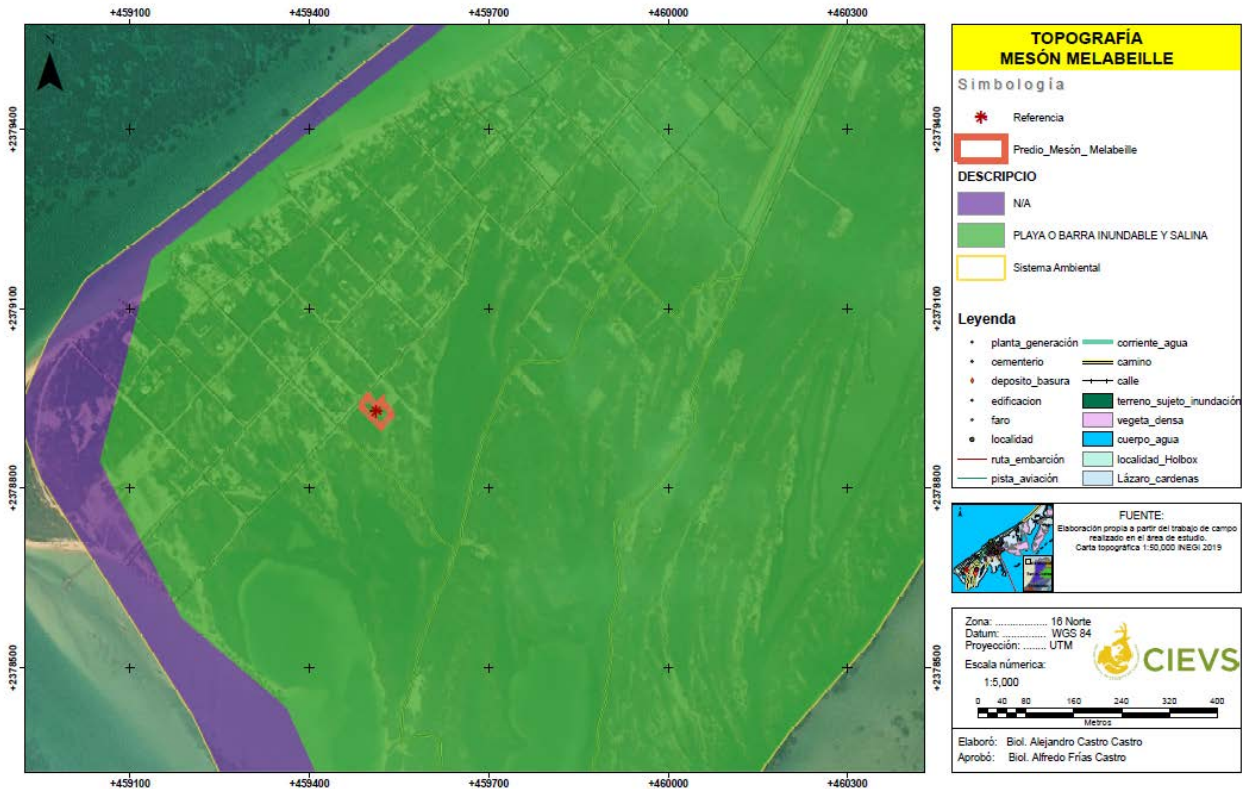


Figura IV-28 Topografía del Área de Proyecto

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.

E. Edafología

Se realizó un muestreo de los suelos en la zona, para lo cual se realizó una muestra simple, se tomó una muestra de un kilogramo de suelo con la ayuda de una pala plana, a una profundidad de 0 a 30 cm, la cual fue almacenada en una bolsa plástica, la muestra fue marcada con tinta indeleble, donde se plazmo el predio, localidad, municipio y estado de la toma de muestra, promovente, fecha de colecta y tipo de toma de muestra, fue analizada por el Laboratorio Ambiental y de Abonos Orgánicos de la Universidad de Guadalajara.



Figura IV-29 toma de muestra

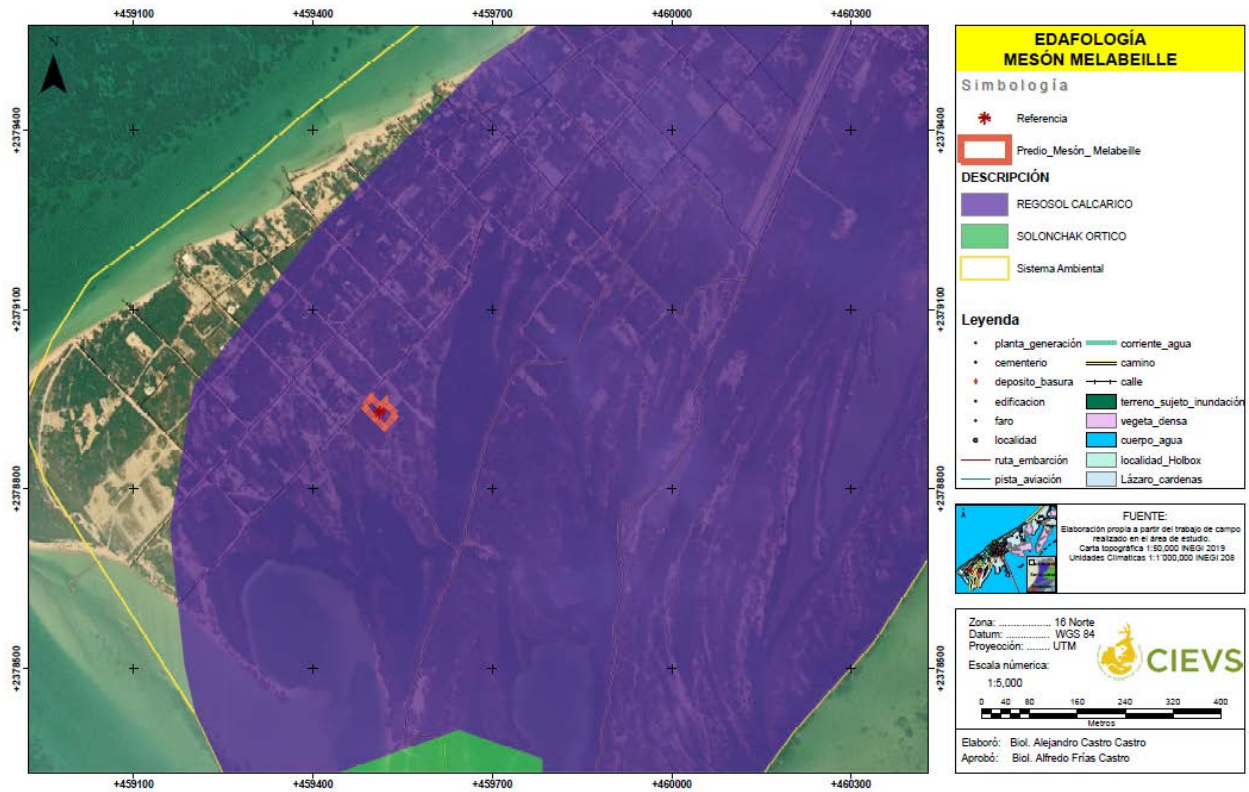


Figura IV-30 Ubicación de la toma de muestra para el análisis de suelo del área del proyecto.

Las muestras fueron analizadas en laboratorio con la finalidad de determinar la fertilidad del suelo, para lo cual se considero lo establecido en la NOM-021-SEMARNAT-2000, Las principales determinaciones analíticas para evaluaciones de fertilidad consideradas en la presesnte NOM son las siguientes:

- AS-01 Preparación de la muestra.
- AS-02 pH: medido en agua.
- AS-03 Densidad aparente
- AS-04 Densidad real.
- AS-05 Contenido de humedad del suelo.
- AS-06 Retención de humedad.
- AS-07 Contenido de materia orgánica.
- AS-08 Nitrógeno inorgánico.
- AS-09 Determinación de la textura del suelo.
- AS-10 Fósforo extraíble en suelos de neutros a alcalinos.

AS-11 Fósforo extraíble, en suelos de ácidos a neutros.

AS-12 Capacidad de intercambio catiónico y cationes intercambiables (calcio, magnesio, sodio y potasio) en suelos neutros.

AS-13 Capacidad de intercambio catiónico y cationes intercambiables (calcio, magnesio, sodio y potasio) en suelos ácidos y calcáreos.

AS-14 Contenido de micronutrientes disponibles (hierro, manganeso, zinc y cobre) y metales contaminantes (plomo, cadmio y níquel).

AS-15 Determinación del contenido de boro.

Durante el análisis de la muestra una vez recepcionada y registra en el laboratorio, se procedió a realizar el secado, la molienda, el tamizado, el homogeneizado y el pesado.

Para lo que se obtuvo los siguientes resultados:

73-1-A

| DETERMINACIONES: | METODO | Muestra 1 |
|-------------------------|----------------------|------------------|
| Profundidad | | 0 a 30 cm |
| Materia Orgánica % | Walker y Black | 0.73 |
| CIC meq/100g | Acetato de amonio | 7.6 |
| Textura | Boyocucus | Arena |
| Arena % | | 98.84 |
| Arcilla % | | 2.88 |
| Limo % | | 2.28 |
| Nutrientes | | |
| N-NO ₃ ppm | Ac. Acetilsalicílico | 4 |
| Fósforo ppm | Bray | 1 |
| Potasio ppm | Acetato | 24.7 |
| Sodio ppm | Acetato | 1,701 |
| Calcio ppm | Acetato | 9,728 |
| Magnesio ppm | Acetato | 786 |
| Cobre ppm | DTPA | 0.24 |
| Manganeso ppm | DTPA | 0.61 |
| Fierro ppm | DTPA | 15.9 |
| Zinc ppm | DTPA | 0.35 |

| Cationes Intercambiables | | |
|--|---------------|-------|
| Potasio meq/100 g | Acetato | 0.63 |
| Sodio meq/100 g | Acetato | 7.43 |
| Calcio meq/100 g | Acetato | 48.64 |
| Magnesio meq/100 g | Acetato | 6.47 |
| pH 1-2 | Potenciómetro | 9.39 |
| Conductividad eléctrica (mmhos/cm) | Conductímetro | 1.1 |
| Densidad Aparente (g/cm ³) | Probeta | 1.15 |

**Los resultados corresponden a la muestra entregada al Laboratorio de Abonos Orgánicos.
 Y no se hace responsable de la toma de muestra.**

ORDEN: 73-1-A SUELO COMPLETO

Deriva de esto, es posible observar que el tipo de suelo en la zona es fuertemente alcalino, debido a su pH mayor 8.5, el tipo de suelo es totalmente arenoso ya que es mayor a 1.32 g/cm³, cantidad de materia orgánica podría considerarse como baja, la cantidad de Nitrógeno inorgánico puede interpretarse como muy bajo según la NOM-021, así mismo se puede observar que los niveles de fosforo son sumamente bajos lo resulta en suelo muy poco fértil (se anexa al presente estudio el análisis de suelo).

F. 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 considera desarrollar el proyecto se encuentran dentro de una zona con material no consolidados y con **posibilidades bajas de funcionar como un acuífero** (INEGI, 2002).

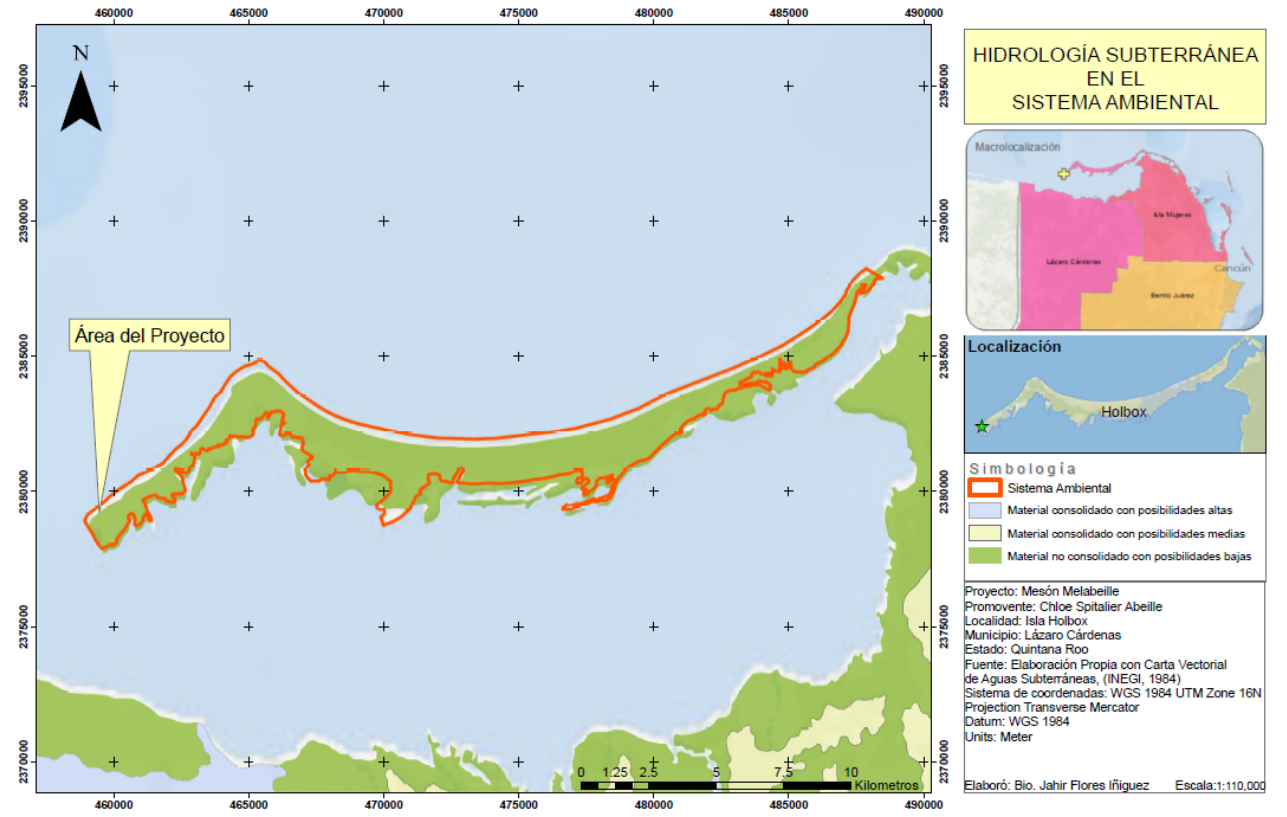


Figura IV-31 Unidades Geohidrológicas de Quintana Roo

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).

G. 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 Mm³/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 Mm³/año, para agua potable se tienen 36 de ellos que extraen 4.9 Mm³/año y 21 obtienen 0.45 Mm³ /año para empleo industrial. En total se tiene una recarga del acuífero de 1,960 Mm³/año que al compararlo con la extracción 1,954 Mm³/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).

H. Profundidad del acuífero en el solar urbano

Derivado de la mecánica de suelos, fue posible observar la composición de las capas del suelo que se encuentran en la zona, donde se identifican 3 elementos (Arena, Roca Caliza y Roca Porosa), se registra una capa de área que va de entre 4 y 5 metros, dentro de la cual, según señala el documento anexo, el Nivel Freático (N.A.F.) oscila de los 90 cm a los 60 cm.

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 realizará el aislamiento de la cimentación con polímeros de alta resistencia, con lo cual será posibles evitar causas de contaminación *in situ*, la cimentación considerada ira a 1 metro de profundidad del nivel del suelo.

Cabe resaltar que debido al tipo de suelo y a la cercanía con la marea del mar, el manto freático fluctúa constantemente debido al comportamiento de las mareas en la zona, lo cual mantiene una fluctuación entre 0,60 cm y un metro, en este sentido, es importante mencionar que con base en el sistema constructivo proyectado no se afectaran los niveles freáticos.

Como se menciona en el Oficio No. **SELAP/300/2676/17** de fecha 5 de octubre del 2017, expedido por la Subsecretaria 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:

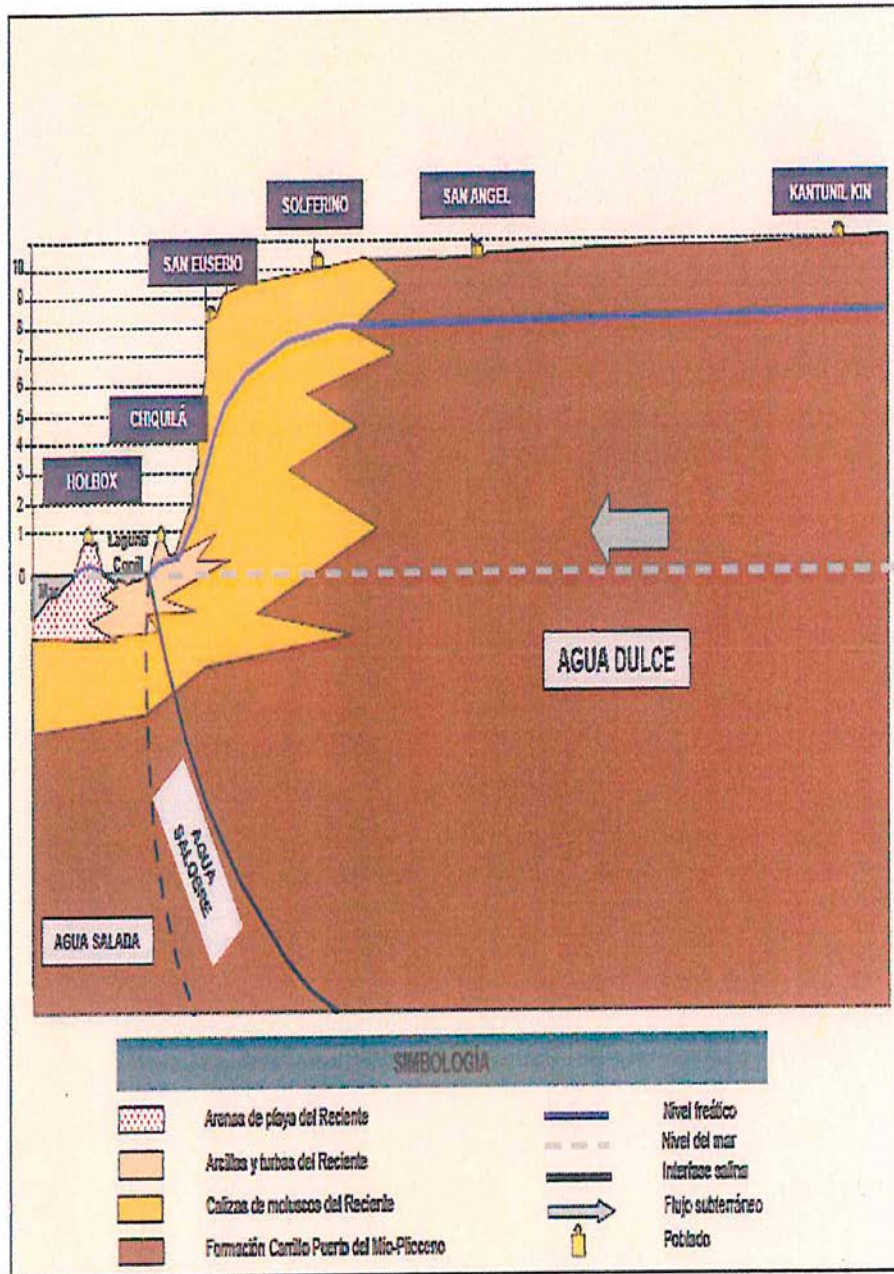


Figura IV-32. Representación esquemática de las condiciones del acuífero en la zona de Yum Balam

(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.

I. 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 200 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, así mismo se observa el nivel freático a 60 y 90 cm según la mecánica de suelos, lo que esta en contexto en el análisis presentado por la Comisión Nacional de Agua (Ver Figura IV-32).

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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) .

Datos de precipitación e intensidad.

Para la elaboración del presente estudio se seleccionó la estación meteorológica 23009 Isla Holbox, la cual se encuentra a una altura de 3 metros sobre el nivel del mar, actualmente se encuentra suspendida, sin embargo, dicha estación cuenta con datos de los años 1951-2010.

Tabla 26 Localización de la estación meteorológica

| Clave | Nombre | Municipio | Latitud Norte | Latitud Oeste | Altura (msnm) |
|-------|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| 23009 | Isla Holbox | Lázaro Cárdenas | 21°31'17" | 087°22'22" | 3.0 |

A continuación, se muestran los datos de la precipitación mensual entre los años 1961 – 1989 (28 años).

Tabla 27 Lluvia mensual promedio

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------|-----|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|------|
| 1961 | 6.8 | 26.2 | 0 | 0 | 80 | 89.9 | 59.4 | 71 | 0 | 233.5 | 31 | 33.8 |

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1962 | 57 | 0 | 131 | 131 | 20 | 91.4 | 42.6 | 97.4 | 92.5 | 140 | 82.5 | 10 |
| 1963 | 126 | 63 | 66 | 23 | 0 | 0 | 154 | 103 | 168 | 64 | 39 | 205.5 |
| 1964 | 54 | 12 | 0 | 0 | 49 | 164.5 | 74 | 88.8 | 133 | 147 | 53 | 18 |
| 1965 | 27.5 | 141 | 13 | 81 | 0 | 50 | 45 | 33 | 70 | 85 | 13 | 60 |
| 1966 | 80 | 6.2 | 19.9 | 10 | 109.6 | 65 | 125 | 81 | 107.6 | 89 | 66 | 66 |
| 1967 | 0 | 19 | 3 | 55 | 0 | 93 | 48 | 135.2 | 414.5 | 72.7 | 30.1 | 7.5 |
| 1968 | 30.6 | 45.5 | 15.8 | 0 | 120 | 37 | 127 | 63.2 | 35.2 | 34.3 | 112 | 46.8 |
| 1969 | 68.8 | 18.5 | 35.6 | 60.3 | 62.5 | 95.1 | 40 | 133.2 | 84.5 | 84.2 | 70.3 | 0 |
| 1970 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 90.5 | 0.7 |
| 1971 | 10.5 | 50.7 | 0 | 2 | 98 | 98.5 | 30.9 | 29.2 | 58.5 | 96.5 | 52.4 | 36 |
| 1972 | 69.3 | 29 | 0 | 28 | 0 | 267 | 91.5 | 22.5 | 63.5 | 56 | 153.5 | 133 |
| 1973 | 6.6 | 60.5 | 1.2 | 52 | 19 | 28 | 146 | 301 | 77 | 41.5 | 57.5 | 137.5 |
| 1974 | 3.1 | 7.1 | 0 | 0.6 | 13.3 | 16.7 | 22 | 67.2 | 30.5 | 65.5 | 24 | 0 |
| 1975 | 14 | 53 | 9 | 0 | 4 | 29.5 | 84.5 | 140.5 | 293.5 | 176.5 | 55.5 | 3.5 |
| 1976 | 32.5 | 4.5 | 0 | 36 | 225 | 127.5 | 24 | 12.5 | 52 | 156 | 151 | 134 |
| 1977 | 43.5 | 74.5 | 171.5 | 46.5 | 100.5 | 124 | 29 | 120.5 | 83 | 100.5 | 65.5 | 55 |
| 1978 | 38.5 | 109 | 17.5 | 56.5 | 67 | 85 | 76 | 130.5 | 106.9 | 352.5 | 45 | 87.5 |
| 1979 | 109.2 | 5.5 | 32.5 | 12.5 | 63.5 | 48 | 195 | 80 | 193.5 | 60.5 | 84 | 28.5 |
| 1980 | 0 | 72.5 | 0 | 0 | 0 | 185 | 197.7 | 83.7 | 252 | 137.1 | 254.8 | 56.2 |
| 1981 | 104.1 | 88.2 | 12.6 | 0 | 0 | 64.4 | 111.2 | 141.3 | 34.7 | 79.4 | 4.8 | 32.8 |
| 1982 | 10.8 | 46.2 | 8.1 | 62.5 | 23 | 375 | 27.5 | 0 | 162 | 84 | 106 | 168.5 |
| 1983 | 144 | 154 | 70.5 | 107 | 61.5 | 412 | 155.8 | 107 | 113 | 128 | 36.5 | 177.8 |
| 1984 | 38 | 179.5 | 18.5 | 0 | 225 | 71.5 | 392.5 | 38.5 | 134 | 31 | 12 | 29.5 |
| 1985 | 13 | 14 | 55.5 | 40.5 | 0 | 96.5 | 105 | 47.5 | 41 | 141.8 | 69 | 36 |
| 1986 | 55 | 0 | 7.5 | 0 | 104 | 35.5 | 7.5 | 90 | 31 | 22.5 | 85.6 | 33 |
| 1987 | 5.5 | 42.5 | 59.5 | 27.5 | 25 | 106 | 21.5 | 0 | 78 | 70 | 146.5 | 83.5 |

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|-------|-------|------|
| 1988 | 91.5 | 25.5 | 0 | 7.5 | 73 | 165 | 82.5 | 60.5 | 143.8 | 21.5 | 133.6 | 37.5 |
| 1989 | 15 | 0 | 7.5 | 0 | 38 | 6.5 | 218 | 34.5 | 163.4 | 213.5 | 82 | 220 |

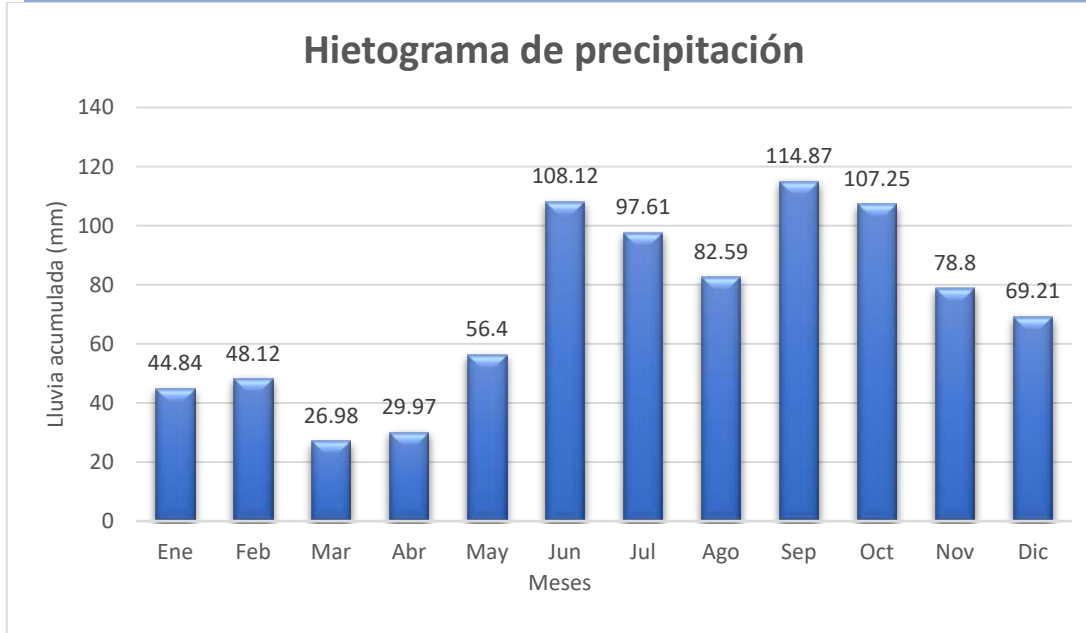


Figura 33 Hietograma realizado para la estación 23009

Tabla 28 Precipitación normal

| Precipitación (mm) | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Anual |
|----------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|
| Precipitación Normal | 46.5 | 49.9 | 28.0 | 32.3 | 58.6 | 108.1 | 97.6 | 85.7 | 119.1 | 103.6 | 76.1 | 69.2 | 874.7 |

Escurrimientos superficiales

Se denomina escurrimiento superficial a aquella porción de la precipitación que fluye hacia los arroyos, canales, lagos u océanos de manera superficial (Chapingo, 1991).

Para dicha estimación se considera únicamente una parte de la precipitación, toda vez que la retención de agua a causa de la vegetación, así como la infiltración, son factores importantes que influyen en dichos escurrimientos, por lo que para la estimación de los escurrimientos se requiere considerar dichas variantes.

Cálculo del escurrimiento medio mensual/anual

Para realizar el cálculo del escurrimiento medio es necesario conocer el área de drenaje, la precipitación media en la zona, así como su coeficiente de escurrimiento, utilizando la siguiente formula.

$$Vm = A C Pm$$

Donde:

Vm: Volumen medio que puede escurrir (miles de m³)

A: Área (km²)

C: Coeficiente de escurrimiento (de 0.10 a 1.0)

Pm: Precipitación media (mm)

- Coeficiente de escurrimiento:

El valor del coeficiente de escurrimiento se obtuvo a través de los datos establecidos en el "Manual de conservación de suelo y del agua" del Colegio de Postgraduados de Chapingo (1991) (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 29 Coeficientes de escurrimientos considerados

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

Tabla 30 Coeficientes de escurrimientos considerados

| | | |
|--|-------------|-------------|
| Zonas Suburbanas | 0.10 | 0.30 |
| Calles: | | |
| Asfaltadas | 0.70 | 0.95 |
| De concreto hidráulico | 0.80 | 0.95 |
| Adoquinadas o empedradas, juntas con cemento | 0.70 | 0.85 |
| Adoquín sin juntar | 0.50 | 0.70 |
| Terracerías | 0.25 | 0.60 |
| Estacionamientos | 0.75 | 0.85 |
| Techados | 0.75 | 0.95 |
| Praderas: | | |
| Suelos arenosos planos (pendientes < 0.02) | 0.05 | 0.10 |
| Suelos arenosos con pendientes medias (0.02-0.07) | 0.10 | 0.15 |
| Suelos arenosos escarpados (0.07 o más) | 0.15 | 0.20 |
| Suelos arcillosos planos (0.02 o menos) | 0.13 | 0.17 |
| Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02- 0.07) | 0.18 | 0.22 |
| Suelos arcillosos escarpados (0.07 o más) | 0.25 | 0.35 |

Resultados anuales:

Sin proyecto:

$$V_m = A C P_m$$

$$= 997 \text{ m}^2 (.000997 \text{ km}^2) * .10 * 72.89 \text{ mm}$$

$$V_m = .007267 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

Con proyecto:

Para la realización del cálculo de volumen medio de escurrimiento se realizó una ponderación en el coeficiente de escurrimiento, en el que se tomó en cuenta la cantidad de metros cuadrados que se verán afectados derivado de la cimentación necesaria para el proyecto, por lo que es importante considerar que se colocarán un total de 36 zapatas, distribuidas en 6 bungalows, cada uno de los bungalows contará con 6 pilotes con un diámetro de 40 cm, considerando estos datos se determina un área de afectación de 12.57m², que se verán modificados en el Área del Proyecto.

$$V_m = A C P_m$$

$$V_m = A C P_m$$

$$= 984.43 \text{ m}^2 (.00098443 \text{ km}^2) * .10 * 72.89 \text{ mm}$$

$V_m = .007175 \text{ hm}^3$ anuales

Como se puede observar el cambio es mínimo, ya que el área que se verá afectada por las actividades de cimentación es muy baja (12.57 m^2).

Resultado mensual:

- Sin Proyecto

Una vez obtenido el coeficiente de escurrimiento para el Área del Proyecto, así como la precipitación promedio mensual, los volúmenes de escurrimiento mensuales se presentan en la figura y tablas siguientes.

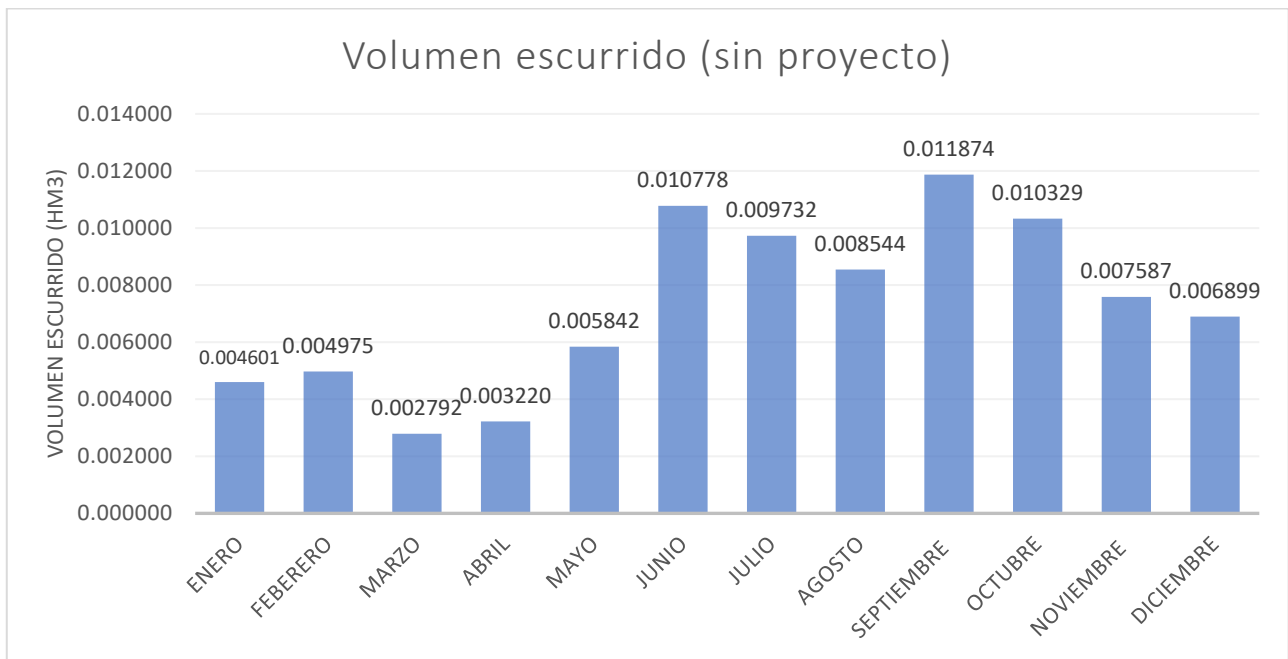


Figura 34 Grafica de volumen medio escurrido

Resultando septiembre el mes con mayor escurrimiento medio, mientras que marzo presenta el mínimo.

Tabla 31 Volumen medio escurrido sin proyecto

| Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------|-----------|
| 0.004601 | 0.004975 | 0.002792 | 0.003220 | 0.005842 | 0.010778 | 0.009732 | 0.008544 | 0.011874 | 0.010329 | 0.007587 | 0.006899 |

- Con proyecto

La realización del cálculo de escurrimiento medio del Área del Proyecto por mes se realizó, modificando el coeficiente de escurrimiento, debido a las alteraciones que sufrirá el terreno derivado de la construcción de los cimientos, tal y como se realizó con anterioridad.

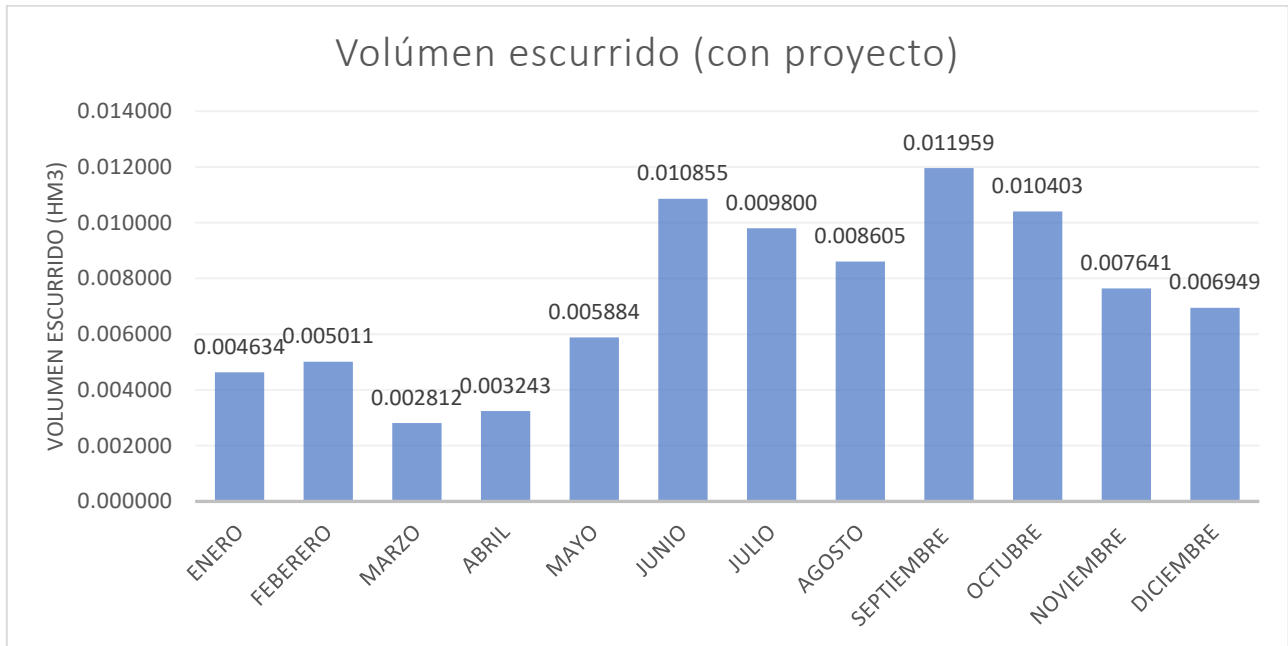


Figura 35 Grafica de volumen medio escurrido con proyecto

A pesar de que la modificación al terreno será mínima, se observa un aumento del volumen escurrido, no obstante, dicho aumento se podrá mitigar mediante la ejecución de medidas adecuadas para ello.

Tabla 32 Volumen medio escurrido con proyecto

| ENERO | FEBERERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIE |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------|----------|
| 0.004634 | 0.005011 | 0.002812 | 0.003243 | 0.005884 | 0.010855 | 0.009800 | 0.008605 | 0.011959 | 0.010403 | 0.007641 | 0.006949 |

La estimación del escurrimiento máximo se realizó mediante el método racional modificado (Chapingo, 1991), el cual consiste en utilizar los valores de lluvia máxima en 24 horas (mm) para diferentes periodos de retorno, siendo la formula la siguiente

$$Q = .028 C LA$$

Donde:

Q = Escurrimiento máximo (m²/seg)

0.0028 = Constante numérica resultante de las unidades en que se expresan las variables

C = Coeficiente de escurrimiento

L = lluvia máxima en 24 horas

A = Área del terreno

Los datos para las lluvias máximas en 24 horas y sus periodos de retorno se obtuvieron de la estación 23009 (Isla Holbox) y se muestran a continuación.

Tabla 33 Datos de lluvia máxima para diferentes periodos de retorno

| 2 años | 5 años | 10 años | 20 años | 50 años | 100 años | 500 años | 1000 años | 2000 años | 5000 años | 10000 años |
|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 97.99 | 131.74 | 163.32 | 205.78 | 259.13 | 295.06 | 327.73 | 371.28 | 403.95 | 435.52 | 477.99 |

Resultando lo siguiente para el terreno sin el proyecto:

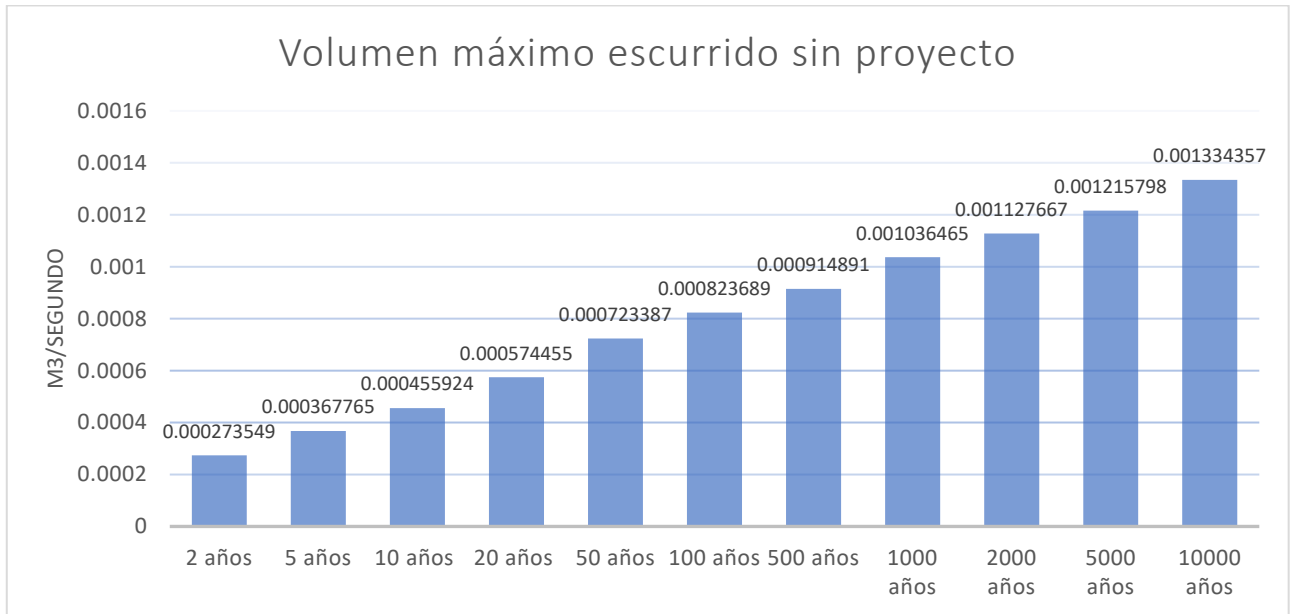


Figura 36 Grafica de volumen máximo escurrido sin proyecto

Tabla 34 Volumen máximo escurrido sin proyecto

| años | 5 años | 10 años | 20 años | 50 años | 100 años | 500 años | 1000 años | 2000 años | 5000 años | 10000 años |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.00027355 | 0.00036777 | 0.00045592 | 0.00057446 | 0.00072339 | 0.00082369 | 0.00091489 | 0.001036465 | 0.001127667 | 0.001215798 | 0.001334357 |

Mientras que los resultados con proyecto son los siguientes, se debe tomar en cuenta que la afectación directa se presenta derivado de la modificación del coeficiente de escurrimiento a causa de las cimentaciones.

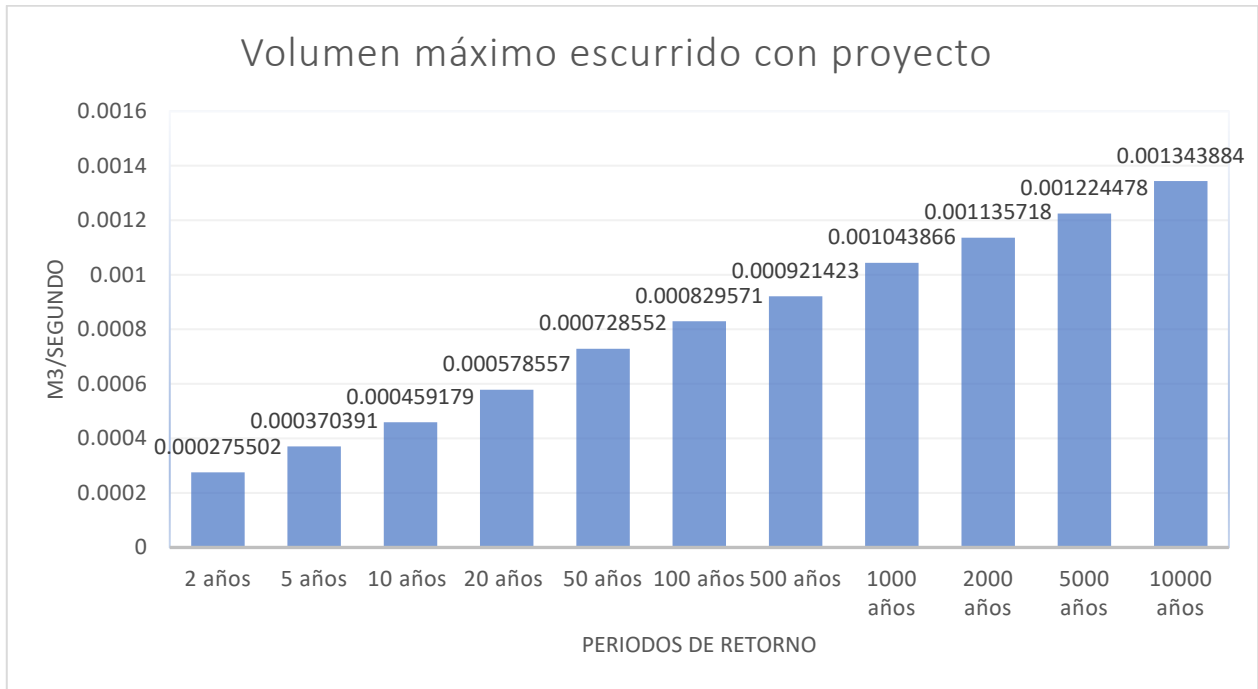


Figura 37 Grafica de volumen máximo escurrido con proyecto

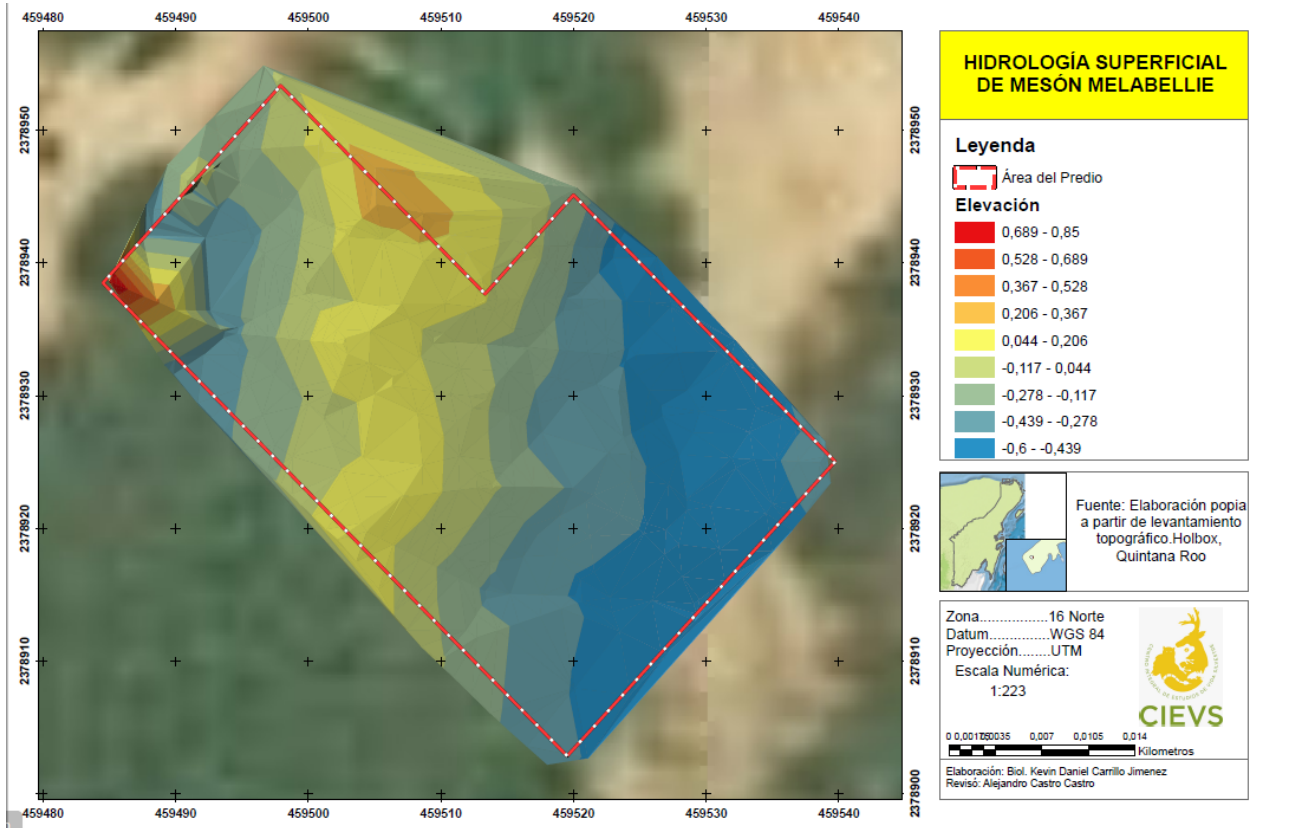
Tabla 35 Escurremientos máximos para diferentes periodos de retorno

| años | 5 años | 10 años | 20 años | 50 años | 100 años | 500 años | 1000 años | 2000 años | 5000 años | 10000 años |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.0002755 | 0.00037039 | 0.00045918 | 0.00057856 | 0.00072855 | 0.00082957 | 0.00092142 | 0.001043866 | 0.001135718 | 0.001224478 | 0.001343884 |

Identificación de flujos en el Área del Proyecto

Para la identificación de los flujos que se pudieran presentar dentro del Área del Proyecto, se utilizó el software ArcMap 10.5, el cual mediante herramientas propias del software es posible realizar un análisis puntual sobre un área en específico a partir de las curvas de nivel, en este caso fueron utilizados los datos obtenidos a través del levantamiento topográfico realizado como parte del proyecto.

Derivado de dicho software se logró obtener que la presencia de flujos en el Área del Proyecto responde a lo mostrado por el levantamiento topográfico, como se puede observar en la siguiente imagen, existen principalmente dos flujos en el terreno, la primera originada en la parte noroeste y la segunda en el sureste y ambas confluyen hacia la parte norte del proyecto, la cual es la zona más baja en el terreno, es decir que el agua precipitada sobre el terreno, escurre en dirección norte hacia predios vecinos, es decir que originalmente esa zona aportaba su flujo hacia la parte norte de la isla, sin embargo debido a las modificaciones realizadas en las colindancias (tanto privadas como públicas) han modificado dicha condición.



Para evitar las afectaciones a dicho escurrimiento se recomienda realizar la nivelación (en caso de ser necesaria) manteniendo esa misma dirección, para con ello evitar afectaciones directas, así mismo será de utilidad mantener despejada o delimitada esa zona, para evitar modificaciones

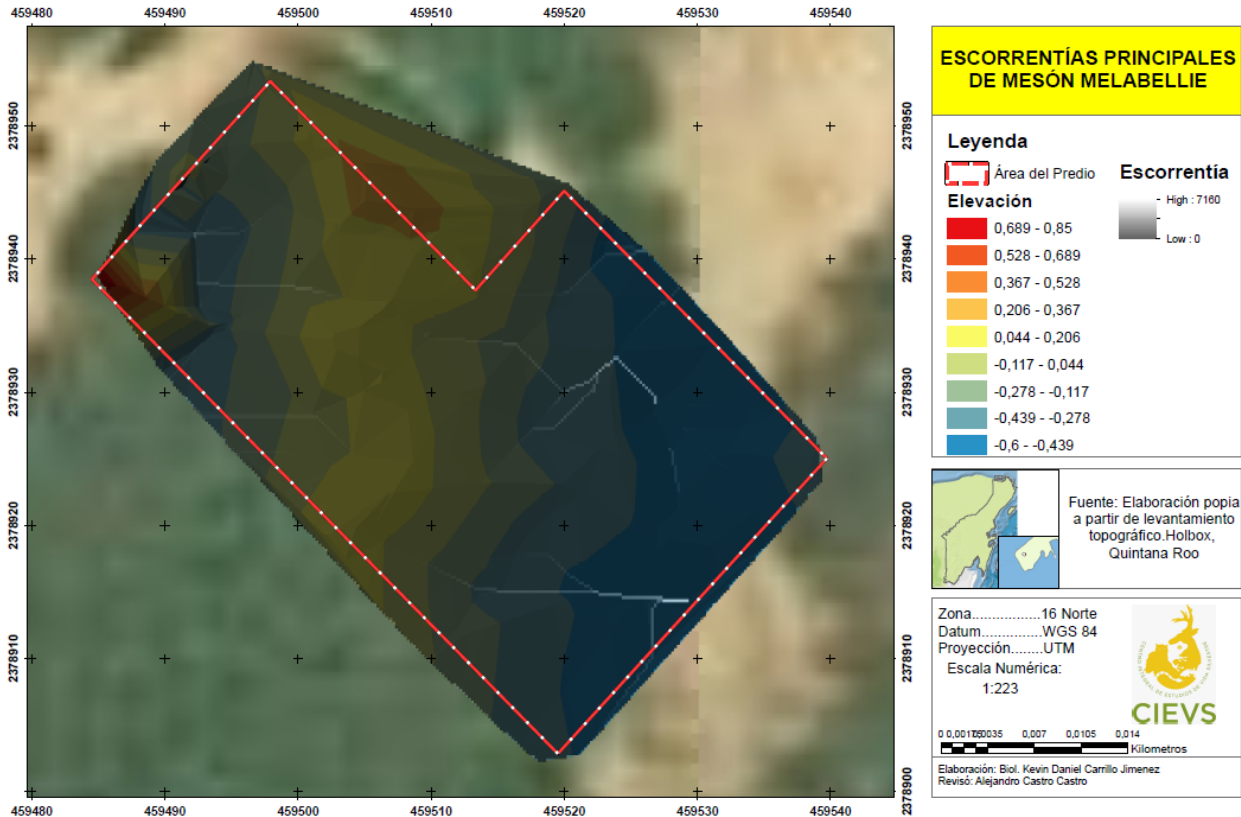


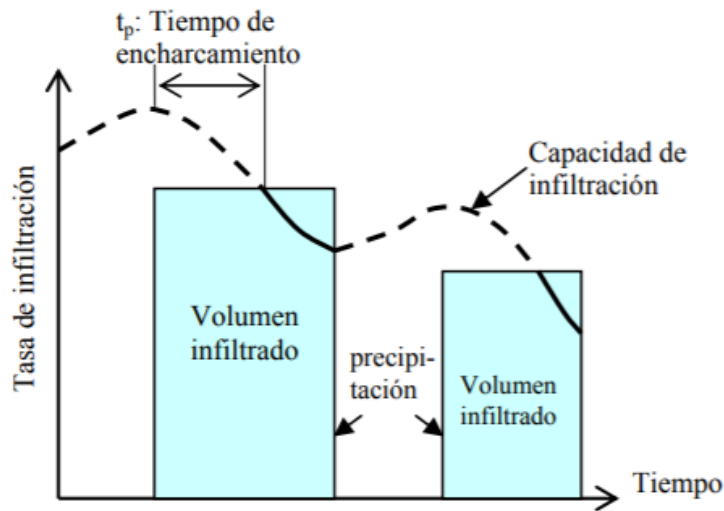
Figura 38 Mapa de escurrimentos presentes en el Área del Proyecto

Infiltración en el Área del Proyecto

La infiltración se puede definir como el proceso mediante el cual el agua penetra desde la parte superior del terreno hacia el suelo, donde la primera etapa de ella consiste en la saturación de humedad del suelo cercano a la superficie, para posteriormente formar parte del agua subterránea, saturando espacios vacíos.

La capacidad de infiltración de un terreno se ve determinada por diversos factores, entre los cuales destacan tipo de suelo (tamaño de partículas), tipo de vegetación (retención de agua), Evaporación.

Así mismo el tiempo de la precipitación es un factor importante, ya que al terminal la filtración el suelo deja de saturarse y junto con la evapotranspiración la capacidad de infiltración vuelve a crecer, a continuación, se presenta una gráfica donde se muestra el desarrollo típico de la evolución de la infiltración.



Por otra parte el tipo de suelo es un dato primordial para determinar la capacidad de infiltración, de un terreno, a continuación se muestra una tabla donde se señala la capacidad de infiltración dependiendo el tipo de suelo, para el proyecto "Mesón Melabeille" el tipo de suelo correspondería a arena, el cual tiene una capacidad de infiltración de 50 mm/h.

Tabla 36 Capacidad de infiltración de acuerdo al tipo de suelo

| Tipo de suelo | Capacidad de Infiltración (mm/h) |
|----------------|----------------------------------|
| Arena | 50 |
| Limo arenoso | 25 |
| Limo arcilloso | 12 |

Para la determinación de la infiltración es posible realizar un cálculo para la obtención del balance hídrico a partir de los datos de precipitación obtenidos en la estación climatológica 23009 (Isla Holbox), así como los datos de evapotranspiración (EVT).

| Dato | Ene | Feb | Mar | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sept | Oct | Nov | Dic |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Lluvia | 144 | 179.5 | 171.5 | 131 | 225 | 412 | 392.5 | 301 | 414.5 | 352.5 | 254.8 | 220 |
| Evt | 108.9 | 105.1 | 123 | 130.6 | 137.8 | 131.3 | 134.4 | 136.4 | 127.1 | 123.6 | 122 | 117.5 |

A partir de dichos datos se puede inferir que cuando el almacenamiento del suelo llega a su capacidad máxima, el sobrante aparece en la superficie como exceso, dichos escurrimientos fueron ya estimados en los apartados anteriores.

| Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P | 144 | 179.5 | 171.5 | 131 | 225 | 412 | 392.5 | 301 | 414.5 | 352.5 | 254.8 | 220 |
| ETP | 108.9 | 105.1 | 123 | 130.6 | 137.8 | 131.3 | 134.4 | 136.4 | 127.1 | 123.6 | 122 | 117.5 |
| Dif | 35.1 | 74.4 | 48.5 | 0.4 | 87.2 | 280.7 | 258.1 | 164.6 | 287.4 | 201.9 | 132.8 | 102.5 |
| Alm | 35.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Def | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ex | 0 | 9.5 | 48.5 | .4 | 87.2 | 280.7 | 258.0 | 164.6 | 287.4 | 201.9 | 132.8 | 102.5 |
| Var | 35.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 108.9 | 105.1 | 123 | 130.6 | 137.8 | 131.3 | 134.4 | 136.4 | 127.1 | 123.6 | 122 | 117.5 |

P = Precipitación

ETP = Evapotranspiración potencial

Dif = Diferente entre P y ETP

Alm = Almacenaje de agua útil

Def = Déficit

Ex = Excedentes

Var = Variación de almacenaje de agua útil

ETR = Evapotranspiración real

Es importante señalar que como el dato de precipitación se tomó como dato el valor máximo presentado en cada mes.

En la tabla anterior se muestran diversos valores, entre ellos se obtuvieron los excedentes, es decir la porción de agua de lluvia que se escurre o infiltra.

Derivado de la información generada y recopilada alrededor de las características hidrológicas del proyecto se puede concluir lo siguiente:

Finalmente, como se exponen en el presente análisis, una vez evaluadas las escorrentías superficiales, la permeabilidad e infiltración y la influencia de las mareas en flujo hidrológico de la zona, será de vital importancia la delimitación y protección de las escorrentías dentro del predio para evitar la modificación de estas y con ello mantener la integralidad del flujo hidrológico en la zona, dando con esto cumplimiento a los establecido en el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, es de señalar que derivado de que el proyecto plantea una construcción elevada sobre pilotes anclados a zapatas aisladas de cimentación es posible con ello asegurar la conservación de las escorrentías

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 IV-39).

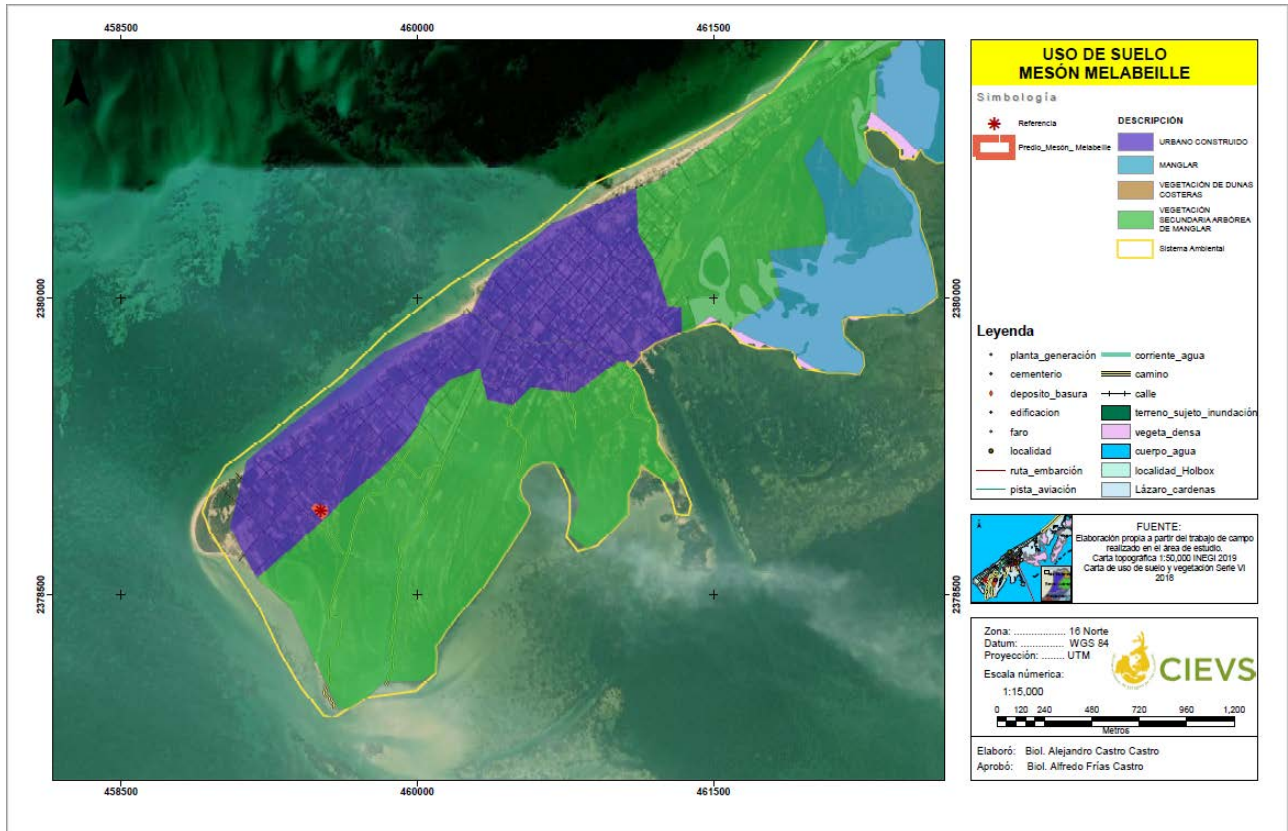


Figura IV-39 Uso de Suelo y Vegetación INEGI Serie VI (2017) con relación a el área del proyecto MESÓN MELABELLE

Se procedió a realizar un estudio de la vegetación que se desarrolla en la superficie de aprovechamiento, a través de un inventario forestal al interior del polígono propuestos para realizar el proyecto, a fin de conocer las especies que conforman cada uno de los estratos de la vegetación, así como las características dasométricas del arbolado, y con ello estar en posibilidades de determinar el tipo de vegetación que se encuentra presente.

Metodología

Una vez definida la poligonal del solar urbano, así como el polígono de aprovechamiento, se procedió a realizar el inventario forestal, con la finalidad de obtener las características particulares de la vegetación, conforme a lo siguiente:

Para el estudio de los estratos que componen la estructura vertical de la vegetación (arbóreo, arbustivo y herbáceo), se llevó a cabo un muestreo a través de un censo directo que incluyó a todos los ejemplares arbóreos y arbustivos con diámetro normal (1.30 metros sobre el nivel del suelo), tal como se describe en los siguientes puntos:

Estrato arbóreo. - Para el estudio de este estrato se tomaron los datos dasométricos del arbolado adulto con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm.

Estrato arbustivo. - Para el estudio de este estrato se tomaron los datos dasométricos del arbolado joven con diámetro a la altura del pecho menor a 10 cm.

Estrato herbáceo. - Para el estudio de este estrato se tomaron los datos de altura y cobertura para cada individuo identificado.

Todas las especies de árboles y arbustos observadas dentro del predio fueron identificadas y georreferenciadas utilizando un equipo GPS Promark3, usando el método Stop&Go, el cual consiste en referenciar el GPS Base a un punto conocido, en este caso fue **la Placa Geodésica del INEGI** o Vértice de Posicionamiento con numero en la Placa 23007080 y coordenadas Geográficas son Latitud 213114.87478, Longitud: 872255.91185, ubicada en los límites de la aeropista ubicada al poniente de la Isla. Seguido se procedió a posicionar un estación GPS cerca del predio, posteriormente cada punto de cada árbol y arbusto observado se ubicó con otra antena en la cual se le da un tiempo mínimo de posicionamiento de 10 minutos, cabe señalar que las dos antenas reciben información al mismo tiempo para mayor precisión, la distancia media entre antenas es de 80 metros.

Abundancia y diversidad de flora en la unidad de análisis solar urbano.

El solar urbano donde se pretende realizar el proyecto, se encuentra dentro del área considerada por municipio como zona urbana, así como por la carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (Serie VI), se localizan entre calles de arena realizadas por el municipio, lo cual ha fragmentado el ecosistema que se desarrolla en ambos terrenos, por lo que la vegetación actual se encuentra en estado secundario, por lo que la zona del proyecto ha dejado de prestar los servicios ambientales propios de la zona.

Se realizó un censo de los individuos de flora identificados en el solar urbano, para lo cual se consideraron los estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos,

Una vez realizado dichos análisis, es posible determinar que el tipo de vegetación que existe en el solar urbano corresponde a un ecosistema con características propias de **un matorral costero con elementos de selva baja caducifolia** (Ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).



1



2



Figura IV-40 Condiciones generales del terreno, en las imágenes se aprecian individuos de *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Cordia dodecandra* (cicote de playa) y *Metopium brownei* (chechen prieto) observados dentro del área de 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 pretende desarrollar el proyecto no corresponde aun manglar (Ver Figura IV-41).

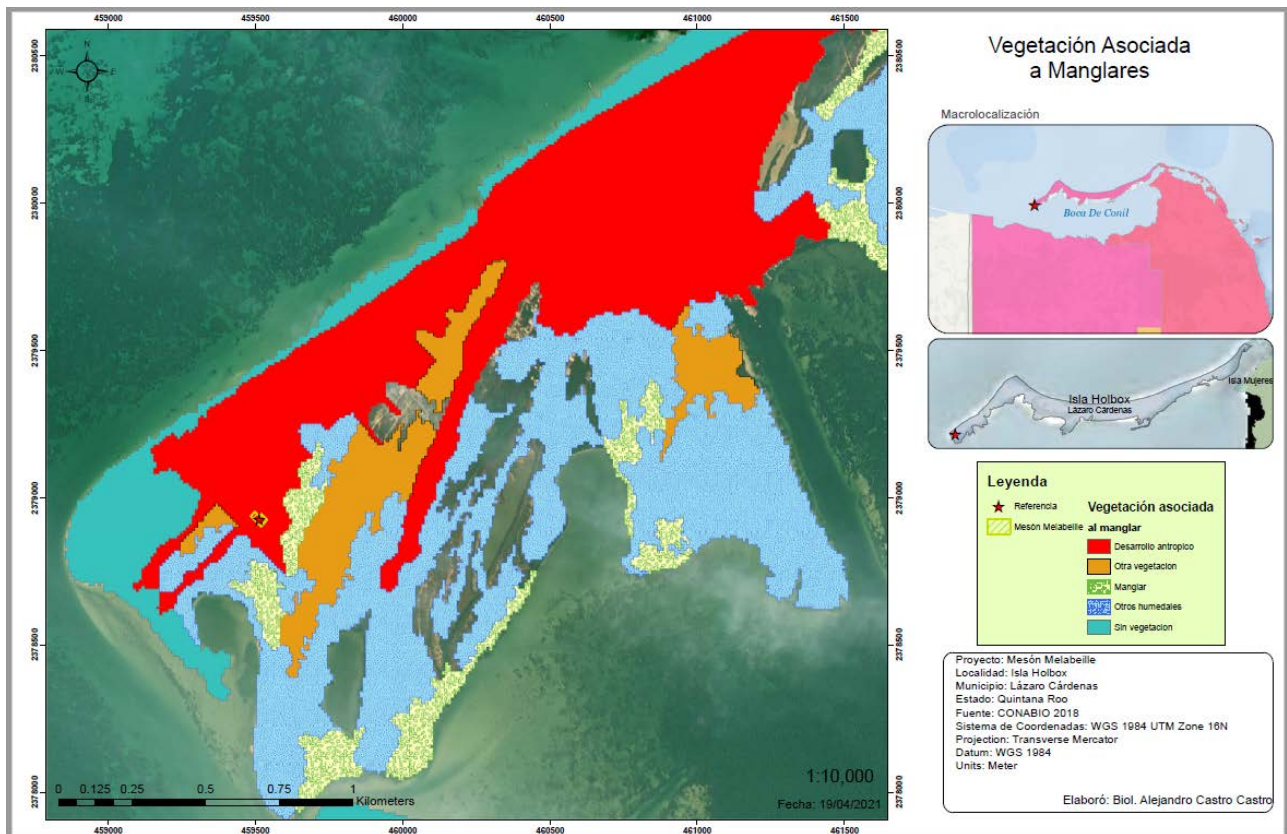


Figura IV-41 Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Península de Yucatán (CONABIO, 2016).
MESÓN MELABEILLE

Estrato Arbóreo

Se registraron 104 individuos de 7 especies, con un dominio de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) con 44 individuos y un IVI de 32.97, el cual se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como una especie Amenazada, ninguna de estas es endémica.

Tabla IV-37 Índice de valor de importancia en el solar urbano del estrato arbóreo.

| Especie | Nombre Común | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 300 | IVI 100 |
|--------------------------|----------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------|---------|
| <i>Bursera simaruba</i> | Chaca | 5 | 4.81 | 14.29 | 4.81 | 23.90 | 7.97 |
| <i>Coccoloba uvifera</i> | Uva de mar | 2 | 1.92 | 14.29 | 1.92 | 18.13 | 6.04 |
| <i>Metopium brownei</i> | Chechen Prieto | 19 | 18.27 | 14.29 | 18.27 | 50.82 | 16.94 |

| Especie | Nombre Común | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 300 | IVI 100 |
|---------------------------|-------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|
| <i>Cordia dodecandra</i> | Ciricote de playa | 18 | 17.31 | 14.29 | 17.31 | 48.90 | 16.30 |
| <i>Thrinax radiata</i> | Palma Chit | 11 | 10.58 | 14.29 | 10.58 | 35.44 | 11.81 |
| <i>Conocarpus erectus</i> | Mangle botoncillo | 44 | 42.31 | 14.29 | 42.31 | 98.90 | 32.97 |
| <i>Acrocomia aculeata</i> | Cocoyul | 5 | 4.81 | 14.29 | 4.81 | 23.90 | 7.97 |
| | | 104 | 100 | 100 | 100 | 300 | 100 |

Tabla IV-38 índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou del estrato arbóreo

| Arboles | | | | | |
|---------|---------------------------|------------------|---------------|---------|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon antes de la sumatoria |
| 1 | <i>Bursera simaruba</i> | 5 | 0.05 | -3.0350 | -0.1459 |
| 2 | <i>Coccoloba uvifera</i> | 2 | 0.02 | -3.9512 | -0.0760 |
| 3 | <i>Metopium brownei</i> | 19 | 0.18 | -1.7000 | -0.3106 |
| 4 | <i>Cordia dodecandra</i> | 18 | 0.17 | -1.7540 | -0.3036 |
| 5 | <i>Thrinax radiata</i> | 11 | 0.11 | -2.2465 | -0.2376 |
| 6 | <i>Conocarpus erectus</i> | 44 | 0.42 | -0.8602 | -0.3639 |
| 7 | <i>Acrocomia aculeata</i> | 5 | 0.05 | -3.0350 | -0.1459 |
| | TOTAL | 104 | | | -1.583497653 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| | Riqueza S= | 7 | | | |
| | Resultado: H' = | 1.5834977 | | | |
| | Resultado: J' = | 0.8137568 | | | |

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 proyecto se estimó un índice de diversidad para el estrato arbóreo de $H' = -1.583$ siendo un valor bajo y un índice de equidad de $J' = 0.8137$ lo que indica que la comunidad arbórea en los sitios de muestreo tiende a la homogeneidad, lo cual nos habla de un ecosistema con muy baja diversidad.

Estrato Arbustivo

Se registraron 17 individuos de 3 especies. La dominante fue la *Lantana involucrata*, con un IVI de 47.42 seguido de *Iresine diffusa*, la cual presentó un Índice de Valor de Importancia de 31.37. Dentro del estrato no se registraron especies protegidas por la NOM.

Tabla IV-39 Índice de Valor de Importancia calculado para el estrato arbustivo del área de proyecto

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 300 | IVI 100 |
|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------|---------|
| <i>Iresine diffusa</i> | 5 | 29.41 | 36.36 | 29.41 | 95.19 | 31.73 |
| <i>Lantana involucrata</i> | 9 | 52.94 | 36.36 | 52.94 | 142.25 | 47.42 |
| <i>Senna racemosa</i> | 3 | 17.65 | 27.27 | 17.65 | 62.57 | 20.86 |
| | 17 | 100 | 100 | 100 | 300 | 100 |

Tabla IV-40 índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou del estrato arbustivo.

| Arbustivos | | | | | |
|------------|----------------------------|------------------|---------------|---------|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon antes de la sumatoria |
| 1 | <i>Iresine diffusa</i> | 5 | 0.2941 | -1.2238 | -0.3599 |
| 2 | <i>Lantana involucrata</i> | 9 | 0.5294 | -0.6360 | -0.3367 |
| 3 | <i>Senna racemosa</i> | 3 | 0.1765 | -1.7346 | -0.3061 |
| | TOTAL | 17 | | | -1.002739954 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| | Riqueza S= | 3 | | | |
| | Resultado: H' = | 1.00274 | | | |
| | Resultado: J' = | 0.9127332 | | | |

Para el censo de arbustos realizado en el solar urbano se estimó un índice de diversidad de $H'=1.00$, observado este estrato con mayor diversidad que el arbóreo y un índice de equidad de $J'=0.9127$ sin embargo se puede observar que este grupo tiende a la homogeneidad según el índice de Equidad.

Estrato Herbáceo.

Fue posible registrar dentro de este estrato a 140 especies que se observan comúnmente dentro del solar urbano, dentro de estas se observó con mayor abundancia a *Melanthera nivea* y *Stachytarpheta jamaicensis* ambas con 21 especies que se observan distribuidas ampliamente en las zonas adyacentes al proyecto.

Tabla IV-41 Especies herbáceas registradas dentro del proyecto.

| Especie | Nombre Común | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 300 | IVI 100 |
|-----------------------------------|------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|
| <i>Waltheria indica</i> | tapacola | 12 | 8.57 | 11.11 | 8.57 | 28.25 | 9.42 |
| <i>Baccharis heterophylla</i> | escopa chica | 20 | 14.29 | 11.11 | 14.29 | 39.68 | 13.23 |
| <i>Melanthera nivea</i> | totolquelite | 21 | 15 | 11.11 | 15.00 | 41.11 | 13.70 |
| <i>Centrosema plumieri</i> | gallito | 5 | 3.57 | 11.11 | 3.57 | 18.25 | 6.08 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | guaje | 9 | 6.43 | 11.11 | 6.43 | 23.97 | 7.99 |
| <i>Sida ciliaris</i> | cordón de abispo | 20 | 14.29 | 11.11 | 14.29 | 39.68 | 13.23 |
| <i>Heliotropium angiospermum</i> | alacrancillo | 17 | 12.14 | 11.11 | 12.14 | 35.40 | 11.80 |
| <i>Batis maritima</i> | saladillo | 15 | 10.71 | 11.11 | 10.71 | 32.54 | 10.85 |
| <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> | | 21 | 15 | 11.11 | 15 | 41.11 | 13.70 |
| | | 140 | 100 | 100 | 100 | 300 | 100 |

Tabla IV-42 Índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou del estrato herbáceo.

| Herbaceas | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|------------------|---------------|----------|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon antes de la sumatoria |
| 1 | <i>Waltheria indica</i> | 12 | 0.08571 | -2.45674 | -0.21058 |
| 2 | <i>Baccharis heterophylla</i> | 20 | 0.14286 | -1.94591 | -0.27799 |
| 3 | <i>Melanthera nivea</i> | 21 | 0.15000 | -1.89712 | -0.28457 |
| 4 | <i>Centrosema plumieri</i> | 5 | 0.03571 | -3.33220 | -0.11901 |
| 5 | <i>Desmanthus virgatus</i> | 9 | 0.06429 | -2.74442 | -0.17643 |
| 6 | <i>Sida ciliaris</i> | 20 | 0.14286 | -1.94591 | -0.27799 |
| 7 | <i>Heliotropium angiospermum</i> | 17 | 0.12143 | -2.10843 | -0.25602 |
| 8 | <i>Batis maritima</i> | 15 | 0.10714 | -2.23359 | -0.23931 |
| 9 | <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> | 21 | 0.15000 | -1.89712 | -0.28457 |
| | TOTAL | 140 | | | -2.126458824 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| | Riqueza S= | 9 | | | |
| | Resultado: H' = | 2.1264588 | | | |
| | Resultado: J' = | 0.9677931 | | | |

Para el censo levantado para el estrato herbáceo se estimó un índice de diversidad de $H' = 2.12$, observado este estrato con mayor diversidad que el arbóreo y un índice de equidad de $J' = 0.96779$, sin embargo se puede observar que este grupo tiende a la homogeneidad según el índice de Equidad.

Ubicación de las especies arbóreas:

Una vez realizada la ubicación de las especies, es posible observar que las especies de mangle botoncillo se encuentran distribuidas de forma casi homogénea en el predio, aquí es importante decir que gran parte del polígono del solar urbano está destinado para mantenerlo como área verde, así mismo es de señalar que las especies protegidas por la NOM 059 serán reubicadas, en el mismo sentido ningún individuo arbóreo se verá afectado con las obras programadas. La distribución de los individuos arbóreos dentro del predio fueron la base de la creación del proyecto arquitectónico con la finalidad de mantener todos aquellos individuos de vegetación arbórea sin afectación alguna (Ver Figura IV-42).

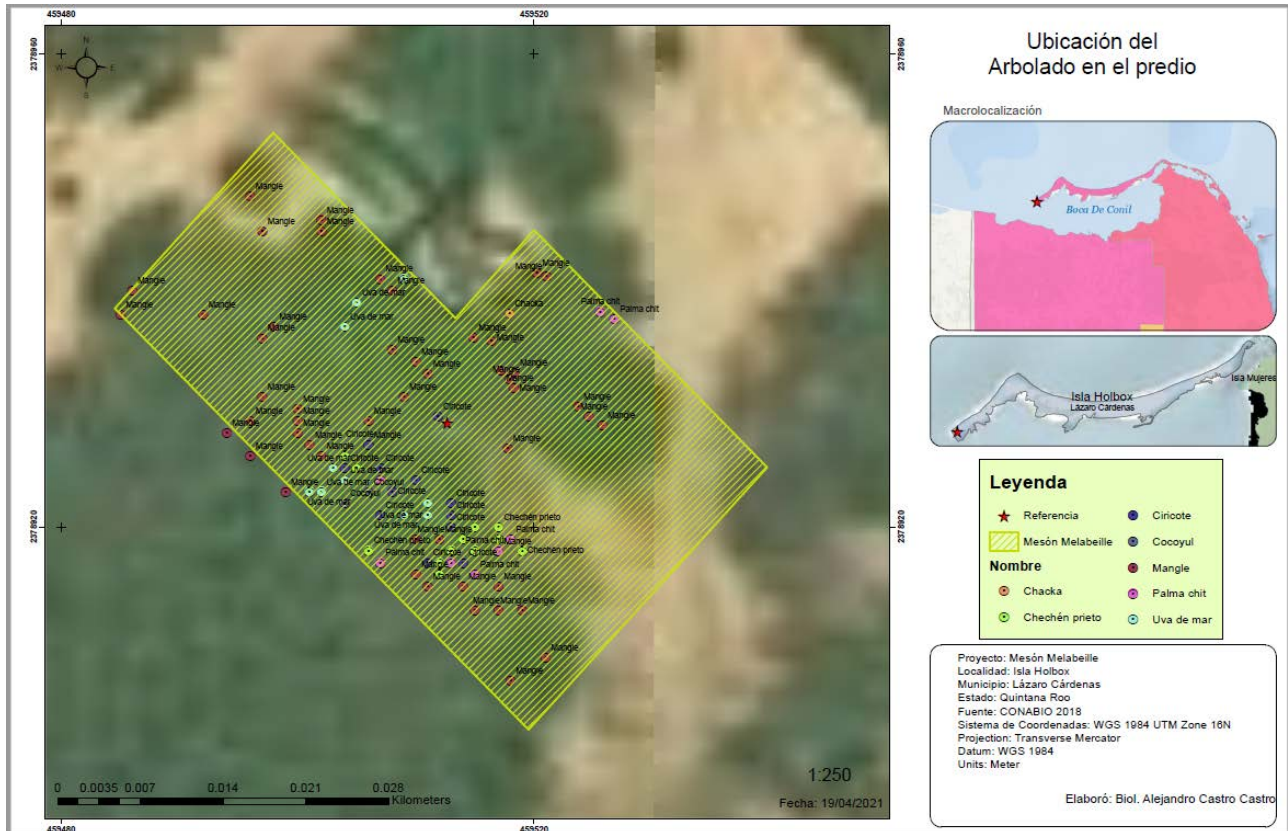


Figura IV-42 Distribución del arbolado en el área del proyecto

Tabla IV-43 Coordenadas geográficas UTM de la distribución de algunos individuos arbóreos y arbustivos en el solar urbano

| ID | Nombre | X | Y |
|----|--------|--------|---------|
| 1 | Mangle | 459518 | 2378932 |
| 2 | Mangle | 459521 | 2378941 |
| 3 | Mangle | 459517 | 2378933 |
| 4 | Mangle | 459525 | 2378929 |
| 5 | Mangle | 459526 | 2378929 |

| ID | Nombre | X | Y |
|----|--------|--------|---------|
| 6 | Mangle | 459524 | 2378930 |
| 7 | Mangle | 459516 | 2378936 |
| 8 | Mangle | 459518 | 2378933 |
| 9 | Mangle | 459518 | 2378933 |
| 10 | Mangle | 459520 | 2378941 |

| ID | Nombre | X | Y |
|----|--------|--------|---------|
| 11 | Mangle | 459515 | 2378936 |
| 12 | Mangle | 459518 | 2378927 |
| 13 | Mangle | 459485 | 2378938 |
| 14 | Mangle | 459486 | 2378940 |
| 15 | Mangle | 459492 | 2378938 |
| 16 | Mangle | 459496 | 2378948 |
| 17 | Mangle | 459497 | 2378945 |
| 18 | Mangle | 459497 | 2378936 |
| 19 | Mangle | 459498 | 2378937 |
| 20 | Mangle | 459494 | 2378928 |
| 21 | Mangle | 459496 | 2378929 |
| 22 | Mangle | 459497 | 2378931 |
| 23 | Mangle | 459496 | 2378926 |
| 24 | Mangle | 459500 | 2378930 |
| 25 | Mangle | 459500 | 2378929 |
| 26 | Mangle | 459500 | 2378928 |
| 27 | Mangle | 459501 | 2378927 |
| 28 | Mangle | 459502 | 2378926 |
| 29 | Mangle | 459499 | 2378923 |
| 30 | Mangle | 459506 | 2378929 |
| 31 | Mangle | 459506 | 2378927 |
| 32 | Mangle | 459510 | 2378919 |
| 33 | Mangle | 459512 | 2378919 |
| 34 | Mangle | 459510 | 2378916 |
| 35 | Mangle | 459511 | 2378915 |
| 36 | Mangle | 459514 | 2378915 |
| 37 | Mangle | 459517 | 2378918 |
| 38 | Mangle | 459515 | 2378913 |
| 39 | Mangle | 459517 | 2378915 |
| 40 | Mangle | 459517 | 2378913 |
| 41 | Mangle | 459519 | 2378913 |
| 42 | Mangle | 459518 | 2378907 |
| 43 | Mangle | 459521 | 2378909 |
| 44 | Mangle | 459502 | 2378946 |
| 45 | Mangle | 459502 | 2378945 |
| 46 | Mangle | 459507 | 2378941 |
| 47 | Mangle | 459508 | 2378940 |
| 48 | Mangle | 459508 | 2378935 |
| 49 | Mangle | 459510 | 2378934 |
| 50 | Mangle | 459511 | 2378933 |

| ID | Nombre | X | Y |
|----|----------------|--------|---------|
| 51 | Mangle | 459509 | 2378931 |
| 52 | Ciricote | 459512 | 2378929 |
| 53 | Ciricote | 459506 | 2378927 |
| 54 | Ciricote | 459504 | 2378925 |
| 55 | Ciricote | 459507 | 2378925 |
| 56 | Ciricote | 459510 | 2378924 |
| 57 | Ciricote | 459508 | 2378923 |
| 58 | Ciricote | 459507 | 2378921 |
| 59 | Ciricote | 459513 | 2378920 |
| 60 | Ciricote | 459513 | 2378921 |
| 61 | Ciricote | 459513 | 2378922 |
| 62 | Ciricote | 459511 | 2378917 |
| 63 | Ciricote | 459514 | 2378917 |
| 64 | Uva de mar | 459509 | 2378941 |
| 65 | Uva de mar | 459505 | 2378939 |
| 66 | Uva de mar | 459504 | 2378937 |
| 67 | Uva de mar | 459501 | 2378923 |
| 68 | Uva de mar | 459503 | 2378925 |
| 69 | Uva de mar | 459509 | 2378921 |
| 70 | Uva de mar | 459511 | 2378921 |
| 71 | Uva de mar | 459511 | 2378922 |
| 72 | Chechén prieto | 459504 | 2378926 |
| 73 | Chechén prieto | 459505 | 2378925 |
| 74 | Chechén prieto | 459515 | 2378920 |
| 75 | Chechén prieto | 459513 | 2378918 |
| 76 | Chechén prieto | 459514 | 2378919 |
| 77 | Chechén prieto | 459512 | 2378916 |
| 78 | Chechén prieto | 459512 | 2378917 |
| 79 | Chechén prieto | 459515 | 2378918 |
| 80 | Chechén prieto | 459517 | 2378919 |
| 81 | Chechén prieto | 459518 | 2378919 |
| 82 | Chechén prieto | 459519 | 2378918 |

| ID | Nombre | X | Y |
|----|----------------|--------|---------|
| 83 | Chechén prieto | 459517 | 2378920 |
| 84 | Palma chit | 459517 | 2378918 |
| 85 | Palma chit | 459518 | 2378919 |
| 86 | Palma chit | 459513 | 2378917 |
| 87 | Palma chit | 459507 | 2378917 |
| 88 | Chechén prieto | 459506 | 2378918 |
| 89 | Cocoyul | 459506 | 2378923 |

| ID | Nombre | X | Y |
|----|------------|--------|---------|
| 90 | Cocoyul | 459504 | 2378922 |
| 91 | Palma chit | 459507 | 2378924 |
| 92 | Palma chit | 459515 | 2378916 |
| 93 | Palma chit | 459526 | 2378938 |
| 94 | Chacka | 459518 | 2378938 |
| 95 | Palma chit | 459527 | 2378938 |
| 96 | Uva de mar | 459502 | 2378923 |
| 97 | Uva de mar | 459504 | 2378924 |

FAUNA EN EL SOLAR URBANO

Para la descripción de fauna se realizó una búsqueda intensiva dentro del solar urbano obteniendo los siguientes resultados:

Aves.

Se registraron 6 individuos de 4 especies. La especie dominante fue el zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) con 3 individuos siendo así el 50 % del total de las abundancias y presentando un Índice de Valor de Importancia (I.V.I) de 125.0. De estas no existen especies registradas que se encuentran catalogadas bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| 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> | cenzontle tropical | | |

Tabla IV-44 Listado de especies de Aves registradas y su Índice de valor de importancia en solar urbano

| Especie | # Ind. | Abun. Rel | Frecuencia | Frecuencia Relativa | Densidad (Sup. Muestreada) | Densidad Relativa | IVI |
|----------------------------|----------|---------------|------------|---------------------|----------------------------|-------------------|---------------|
| <i>Quiscalus mexicanus</i> | 3 | 50.00 | 1 | 25.00 | 0.00487805 | 50 | 125.00 |
| <i>Setophaga petechia</i> | 1 | 16.67 | 1 | 25.00 | 0.00162602 | 16.6666667 | 58.33 |
| <i>Spinus psaltria</i> | 1 | 16.67 | 1 | 25.00 | 0.00162602 | 16.6666667 | 58.33 |
| <i>Mimus gilvus</i> | 1 | 16.67 | 1 | 25.00 | 0.00162602 | 16.6666667 | 58.33 |
| | 6 | 100.00 | 4 | 100.00 | 0.0097561 | 100 | 300.00 |

Tabla IV-45 índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou del grupo de aves

Aves

| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon antes de la sumatoria |
|-----------------|---------------------|---------------|----------------|-------------|---|
| 1 | Quiscalus mexicanus | 3 | 0.5 | -0.69314718 | -0.34657359 |
| 2 | Setophaga petechia | 1 | 0.16666667 | -1.79175947 | -0.29862658 |
| 3 | Spinus psaltria | 1 | 0.16666667 | -1.79175947 | -0.29862658 |
| 4 | Mimus gilvus | 1 | 0.16666667 | -1.79175947 | -0.29862658 |
| TOTAL | | 6 | | | -1.242453 |
| | | $\Sigma ni=N$ | $\Sigma ni=Pi$ | | $\Sigma pi \times \ln(Pi)$ |
| Riqueza S= | | 4 | | | |
| Resultado: H' = | | 1.242453325 | | | |
| Resultado: J' = | | 0.7233 | | | |

Para solar urbano se estimó un índice de diversidad de $H'=1.24$ siendo un valor bajo y un índice de equidad de $J'=0.72$ lo que indica que la comunidad de aves en los sitios de muestreo tiende a la homogeneidad.

Mamíferos.

Solo se registró un individuo de Mapache (*Procyon lotor*), el cual se encuentra muy bien representado en todo el Sistema Ambiental, llegando a ser un problema para la sociedad, no está considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de protección. Dado el bajo número de registro no es posible estimar los índices de diversidad ni de equidad para el solar urbano.

Anfibios y Reptiles (herpetofauna).

Dentro de predio se observó la presencia de dos individuos de iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la especie se observa muy bien representada en el Sistema Ambiental, la especie se encuentra considerada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como una especie amenazada (A), por lo que se deberá de aplicar un plan de rescate y ahuyentamiento de los individuos antes de comenzar con las actividades del proyecto.

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)¹⁴

- **Etapas 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).
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

¹⁴ 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.

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 vegetación modificada y el Golfo de México y al sur por áreas con Vegetación Secundaria Arborea de Manglar, al Oeste con el Golfo de Mexico y al Este con el poblado de Holbox.

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 IV-43).

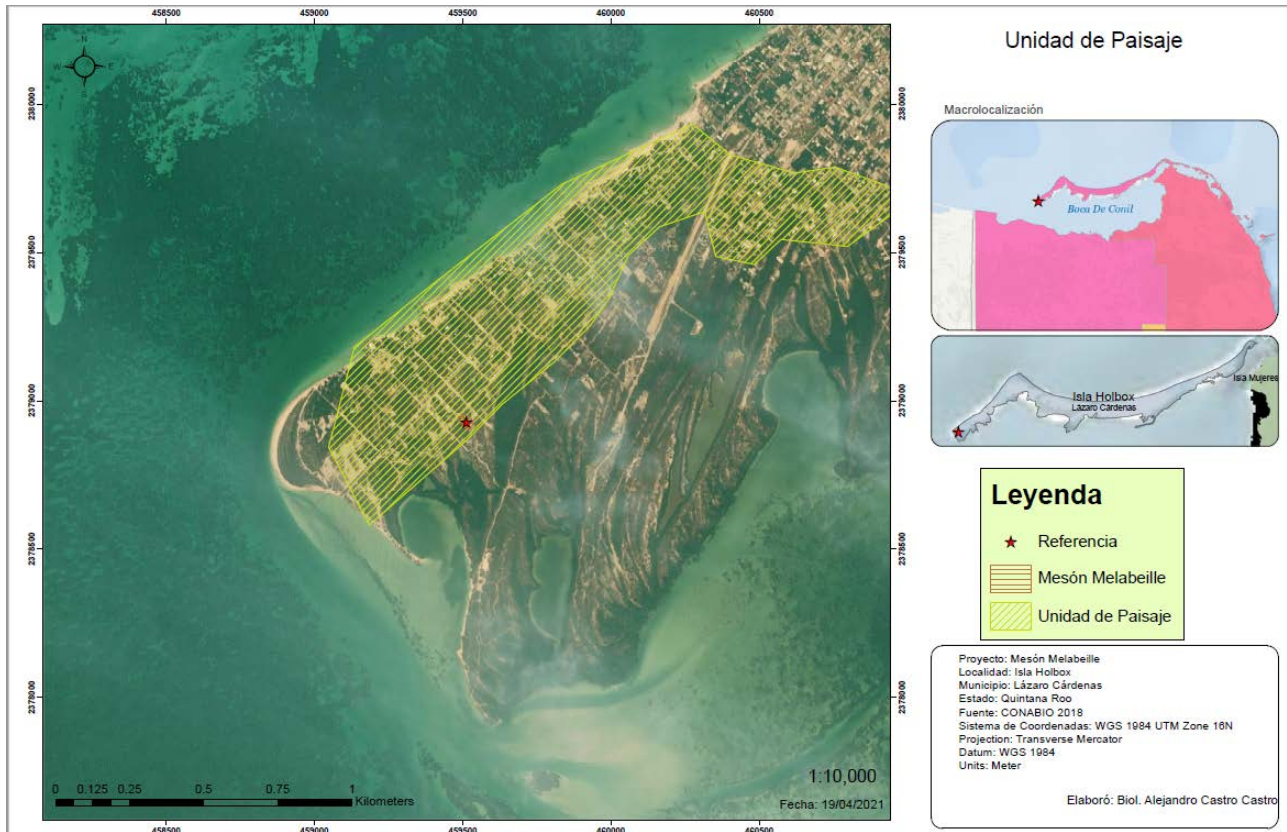


Figura IV-43 Unidad de paisaje dentro de la cual se encuentra el sitio del proyecto MESÓN MELABELLE

- **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 IV-46 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 IV-47 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 IV-48 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 | | Presencia de agua | Densidad de población | Densidad de rutas | |
| | 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 IV-49 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 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1.2 |

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 1.2 lo que también se considera como un valor de fragilidad **BAJO**

En la Tabla IV-50 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 IV-50 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 genera un impacto visual significativo ya que las actividades que contempla el proyecto 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 IV-50, 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 recientes 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 considera este 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) clasifico 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.

El proyecto pretende realizar una serie de obras en pro de sustentabilidad, para lo que se plantea un sistema de captación de agua pluvial, el uso de celdas solares y una planta de tratamiento de alta tecnología, lo cual aportará beneficios al área de proyecto.

Otros aspectos a considerar son:

| Elemento | Observaciones |
|----------------|--|
| Clima (C) | 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. |
| Geología (G) | Las formaciones rocosas corresponden a rocas calizas, las cuales son de texturas ooespatíticas y bioespatíticas, 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 |
| Suelo (S) | El suelo presente en el solar urbano es de tipo Regosol, el cual se observa en abundantemente en el Sistema Ambiental, con la realización del proyecto, este no se vería afectado de ninguna manera ya que la construcción estará elevada del suelo 1.50 metros. |
| Topografía (T) | No existen elevaciones en el solar urbano, ni en el Sistema Ambiental |
| Hidrología (H) | Dentro del solar urbano no se registra ningún tipo de escorrentía, sin embargo el proyecto contempla mantener el 60% de área libre lo cual ayudará enormemente a mantener la infiltración al subsuelo, sin afectar la cantidad ni la calidad del agua, por otro lado, la cimentación irán a 1 metro de profundidad del suelo y debido al tipo de cimentación, se mantendrá el flujo hidrológico en las mismas condiciones con proyecto y sin proyecto. |
| Vegetación (V) | Tanto en el Sistema Ambiental como en el Solar urbano 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 el proyecto contempla la conservación total de estas especies, integrándolas al diseño paisajístico, ningún manglar será removido. |

| Elemento | Observaciones |
|-----------------------------|---|
| Fauna | Dentro del solar urbano y del sistema ambiental no se registró alguna especie considera por la NOM-059, no obstante el proyecto considera la aplicación del rescate y ahuyentamiento de fauna antes de comenzar con las obras. |
| Paisaje (P) | 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 considera la utilización de bastante vegetación en la estructura para su armonía con el entorno. |
| Aspecto Socioeconómico (AS) | Económicamente el solar urbano tiene más valor realizando el proyecto que como se encuentra actualmente debido a la alta fragmentación de la zona, el proyecto traerá 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 numero 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 IV-51 Elementos del paisaje

| Cualidades | ELEMENTOS | | | | | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 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 IV-51:

De lo anterior se concluye que los elementos importantes que debe ser considerado para considerar un análisis mayor en los impactos ambientales es la hidrología y la vegetación por lo que 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 tendrá un impacto, ya que con la construcción de la obra se disminuirá la infiltración natural del solar urbano, así mismo derivado de la operación de la planta de tratamiento se podría contaminar los mantos freáticos de la zona si no se realizarán análisis periódicos del agua que se utilizará para riego en las áreas verdes.

Así mismo, debido a que dentro del área de proyecto existen algunos individuos de mangle botoncillo y palma chit, especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, podrían existir afectaciones a estas especies, por lo que será vital antes de comenzar con las actividades delimitar un área de protección a estas especies para evitar cualquier afectación por la construcción del proyecto.

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 para la ejecución 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 ejecución 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.

Tabla IV-52 Resumen de actividades por etapa del proyecto

| Etapas del proyecto | Actividades a realizar |
|-----------------------|--|
| Preparación del sitio | Estudios preliminares Delimitación física del área del proyecto Contratación de baños portátiles Contratación de personal Ejecución de programa de ahuyentamiento y rescate de fauna y rescate de flora y vegetación susceptible Relocalización de fauna y flora Deshierbe Movimiento de tierras y excavación Manejo de residuos |
| Construcción | Compra de materiales e insumos Instalación de bodegas provisionales Cimentación Operación de maquinaria Trabajos de albañilería Acabados Pintura Instalaciones eléctricas Acometidas y medidores Instalación de planta de tratamiento Limpieza del sitio Programa de vigilancia ambiental |
| Operación | Limpieza y mantenimiento de las áreas Ajardinar áreas verdes Operación de comedor 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 en sus diferentes etapas 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.

De manera general la matriz se formó dividiendo las acciones de acuerdo a las fases del proyecto. 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 IV-53 elementos considerados en la matriz de impactos

| Sistema | Factor | Elemento |
|-----------------|----------------------------|---|
| Abiótico | Suelo | Topografía Perdida 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 Perdida de infiltración Afectación de escorrentías pluviales Afectación al nivel freático Consumo excesivo del recurso |
| | Paisaje | Aspecto Calidad visual |
| Biótico | Flora (marina y terrestre) | Diversidad y abundancia |
| | Fauna (marina y terrestre) | Diversidad y abundancia |
| Socio-económico | 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 IV-53). La descripción de cada indicador ambiental se encuentra en la Tabla IV-54:

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Tabla IV-54 descripción de los indicadores ambientales a evaluar en la matriz

| FACTOR | INDICADOR AMBIENTAL |
|-------------------------|---|
| Sistema abiótico | |
| Suelo | <p>Modificación de la topografía. Alteración de la morfología actual del suelo donde se realizará el proyecto por la construcción de cimentación del proyecto.</p> <p>Pérdida de suelo fértil. Al remover suelo para limpiar la zona donde se realizará el proyecto, se perderá la capa de suelo fértil. Además, al cimentar, este quedara cubierto imposibilitando la presencia de especies vegetales.</p> <p>Erosión. La poca vegetación existente en la zona y el movimiento de suelo aumentará considerablemente la erosión.</p> <p>Contaminación del suelo. Posible contaminación del suelo por la generación de residuos y derrame de sustancias durante la ejecución del proyecto.</p> <p>Uso y modificación del suelo: Con la construcción de la cimentación se observará un cambio en el uso del suelo y la modificación de su estado natural.</p> |
| Atmósfera | <p>Confort sonoro. Sonido inarticulado y confuso no deseado por los receptores, debido a uso de maquinaria y actividades del proyecto.</p> <p>Sensación térmica. La poca vegetación y la colocación de muros, generará una mayor radiación del suelo a la atmosfera, modificando la sensación térmica del sitio.</p> <p>Emisión de GEI. El uso de maquinaria para desarrollar las diferentes actividades del proyecto generará emisiones a la atmosfera de gases de efecto invernadero, producto de la combustión de gasolina y otros aditivos.</p> <p>Dispersión de polvos. Partículas suspendidas en la atmosfera debido al movimiento de tierras o emisiones de vehículos debido a la combustión de gasolina.</p> |
| Agua | <p>Contaminación del agua. Aportes desde la atmosfera, alteraciones del ciclo hidrológico, así como las fuentes de contaminación como residuos sólidos urbanos y aguas residuales.</p> <p>Perdida de la infiltración: con la falta de vegetación y la compactación de la tierra se perderá infiltración natural en el sitio.</p> <p>Afectación de escorrentías pluviales: Al cimentar la obra se creará una barrera afectando el flujo natural hidrológico de la zona.</p> <p>Afectación al manto freático: La excavación y colocación de cimentación contaminaría y afectaría las condiciones naturales de este, así como el vertimiento de aguas residuales podría contaminar el nivel freático.</p> <p>Uso y consumo del recurso: disminución de la disponibilidad del agua por los habitantes, disminución en las reservas de agua potable de la región.</p> |
| Paisaje | <p>Aspecto. Cambio en la composición paisajística natural del sitio donde se establecerá el proyecto habitacional.</p> <p>Calidad visual. Características del sitio y la calidad del fondo en términos de visibilidad, riqueza</p> |

| FACTOR | INDICADOR AMBIENTAL |
|-------------------------------|--|
| | biológica y seguridad. |
| Sistema biótico | |
| Flora | Diversidad y abundancia. 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 | Diversidad y abundancia. 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. |
| Sistema socioeconómico | |
| Población | Calidad de vida. Mejora en la calidad de vida de la población debido a las actividades del proyecto. |
| Economía | Generación de empleos. 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. Sector privado. Impacto en la economía en la etapa de construcción como de operación debido al comercio y turismo. Plusvalía: El proyecto aumentará y mejorará la percepción social del valor de la zona. Servicios Turísticos: El proyecto será capaz de |

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 ejercerá 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 IV-55).

Tabla IV-55 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 IV-56):

Tabla IV-56 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 IV-57).

Tabla IV-57 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 ² - 1,500 m ² | 1 |
| Zonal | Superficies de tipo de vegetación y áreas de distribución del proyecto | 1,500 m ² - 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 IV-58).

Tabla IV-58 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 IV-59 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 IV-60.

Tabla IV-60 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

PREPARACIÓN

Durante la preparación del sitio destinado para realizar el proyecto "MESÓN MELABELLE" se identifican de 34 interacciones, de entre las cuales 17 son interacciones negativas y 16 interacciones positivas al medio ambiente, de estas **2 implican impactos relevantes negativos.**

De las actividades consideradas a realizar para la preparación del sitio, se identifican que el Movimiento de tierras y excavación es la actividad con mayores interacciones con el ambiente (Ver Tabla IV-61).

Tabla IV-61 Matriz causa efecto para la etapa de preparación del proyecto MESÓN MELABELLE

| Sistema | MATRIZ CAUSA EFECTO | | Actividades a realizar | | | | | | | | |
|----------------------------|---|----------------------------------|------------------------|---|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------|------------------------------------|--------------------|--|
| | | | Estudios preliminares | Delimitación física del área del proyecto | Contratación de personal | Ahuyentamiento de fauna | Rescate y reubicación de flora | Deshierbe | Excavación y movimiento de tierras | Manejo de residuos | |
| | <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> | | | | | | | | | | |
| FASE DE PREPARACIÓN | | | | | | | | | | | |
| Abiótico | Suelo | Modificación de la topografía | | | | | | | | | |
| | | Pérdida de suelo fértil | | | | | | | + | | |
| | | Erosión | | | | | | | | | |
| | | Contaminación del suelo | | | | | | | | | |
| | | Compactación del suelo | | | | | | | | | |
| | | Generación de residuos | | | + | | | | | | |
| | Atmósfera | Confort sonoro | | | | | | | | | |
| | | Sensación térmica | | | | | | | | | |
| | | Emisión de GEI | | | | | | | | | |
| | | Dispersión de polvos | | | | | | | | | |
| | Agua | Contaminación del agua | | | | | | | | | |
| | | Pérdida de infiltración | | | | | | | | | |
| | | Desvió de escorrentías pluviales | | | | | | | | | |
| | | Afectación manto freático | | | | | | | | | |
| | | Uso del recurso | | | | | | | | | |
| | Paisaje | Aspecto | | | | | | | | | |

| Sistema | MATRIZ CAUSA EFECTO | | Actividades a realizar | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|-------------------------|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | Calidad visual | | | | | | | | | | | |
| Biótico | Flora | Diversidad y abundancia | | | | | | | | | | | |
| | Fauna | Diversidad y abundancia | | | | | | | | | | | |
| Socio-económico | Pobl. | Calidad de vida | | | | | | | | | | | |
| | Economía | Generación de empleos | | | | | | | | | | | |
| | | Sector privado | | | | | | | | | | | |
| | | Plusvalía | | | | | | | | | | | |
| | | Servicio turístico | | | | | | | | | | | |

CONSTRUCCIÓN

Para la etapa de construcción se identificaron 71 interacciones entre las actividades consideradas a realizar en esta etapa, de estas interacciones 45 interacciones son negativas y 26 positivas, de estas se identifican **8 interacciones importantes negativas**.

Las acciones que mayores interacciones registran es la cimentación en el área del proyecto y lo trabajos de albañilería, así mismo se observa el factor de la generación de residuos con más interacciones, por lo que es indispensable la aplicación de medidas de mitigación, es de resaltar que en el aspecto socioeconómico se observa una constante interacción con el proyecto debido a la generación de empleos (Ver Tabla IV-62).

Tabla IV-62 Matriz de Impactos generados para la etapa de construcción del proyecto MESÓN MELABELLE

| MATRIZ CAUSA EFECTO | | Actividades a realizar | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | Compra de materiales e insumos | Instalación de bodegas provisionales | Cimentación | Construcción de la piscina | Operación de maquinaria | Trabajos de albanilería | Acabados | Pintura | Instalación de planta de tratamiento | Limpieza de la zona de trabajo | Programa de vigilancia ambiental |
| FASE DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | | | | |
| Abiótico | Suelo | Modificación de la topografía | | | + | | | | | | | |
| | | Pérdida de suelo fértil | | | | | | | | | | |
| | | Erosión | | | | | | | | | | |
| | | Generación de residuos | | | | | | + | | | | |
| | | Uso y modificación del suelo | | | + | | | | | | | |
| | Atmósfera | Confort sonoro | | | x | | + | | | | | |
| | | Sensación térmica | | | | | | | | | | |
| | | Emisión de GEI | | | | | + | | | | | |
| | | Dispersión de polvos | | | | | | | | | | |
| | Agua | Contaminación del agua | | | | | | | | | | |
| | | Pérdida de infiltración | | | + | + | | | | | | |
| | | Desvió de escorrentías pluviales | | | + | | | | | | | |
| | | Afectación manto freático | | | | | | | | | | |
| | | Uso y consumo del recurso | | | | | | | | | | |
| | Paisaje | Aspecto | | | | | | | | | | |
| | | Calidad visual | | | | | | | | | | |

| MATRIZ CAUSA EFECTO | | Actividades a realizar | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|--|
| | | Compra de materiales e insumos | Instalación de bodegas provisionales | Cimentación | Construcción de la piscina | Operación de maquinaria | Trabajos de albanilería | Acabados | Pintura | Instalación de planta de tratamiento | Limpieza de la zona de trabajo | Programa de vigilancia ambiental | | |
| | | FASE DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | | | | |
| Biótico | Flora | Diversidad y abundancia | | | | | | | | | | | | |
| | Fauna | Diversidad y abundancia | | | | | | | | | | | | |
| Socio-económico | Pobl. | Calidad de vida | | | | | | | | | | | | |
| | Economía | Generación de empleos | | | | | | | | | | | | |
| | | Sector privado | | | | | | | | | | | | |
| | | Plusvalía | | | | | | | | | | | | |

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 IV-63).

Tabla IV-63 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 tratadas | 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 | | | | | |
| | | 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 | + | | | | |
| | | Desvió de escorrentías | | | | | |
| | | Afectación manto freático | + | | | | |
| | | Uso y Consumo del recurso | | + | + | | |

| 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 tratadas | Mantenimiento y operación de la piscina | Habitabilidad | Operación de restaurante | Limpieza y mantenimiento |
| | | | FASE DE OPERACIÓN | | | | |
| | Paisaje | Aspecto | | | | | |
| | | Calidad visual | | | | | |
| Biótico | Flora | Diversidad y abundancia | | | | | |
| | 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 construcción la **creación de la cimentación del proyecto**, ya que esta sería la primer actividad en modificar la naturalidad del predio, por lo que será de vital importancia ejecutar medidas de compensación para este impacto (Tabla IV-64).

Tabla IV-64 Valoración cuantitativa de los principales impactos identificados con la realización del proyecto "MESÓN MELABELLE"

| Etapa | Factor | Impactos negativos relevantes del proyecto | Actividad detonadora | Medida de mitigación | Escala espacio | Escala Tiempo | Reversible | Tipo de impacto | Promedio |
|--------------|-----------|--|---|----------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|----------|
| Preparación | Suelo | Perdida de suelo fértil | Excavación y movimiento de tierra | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 |
| Preparación | Suelo | Generación de residuos | Contratación de personal | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Construcción | Suelo | Modificación topográfica | Cimentación | 3 | 1 | 5 | 2 | 2 | 3 |
| Construcción | Suelo | Generación de residuos | Trabajos de albañilería | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Construcción | Suelo | Uso y modificación del suelo | Cimentación | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 |
| Construcción | Atmosfera | Confort sonoro | Operación de maquinaria | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Construcción | Atmosfera | Emissiones GEI | Operación de maquinaria | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Construcción | Agua | Perdida de infiltración | Cimentación | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 |
| Construcción | Agua | Perdida de infiltración | Construcción de la piscina | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 |
| Construcción | Agua | Desvió de escorrentías pluviales | Cimentación | 2 | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 |
| Operación | Suelo | Contaminación del suelo | Habitabilidad | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Operación | Agua | Contaminación del agua | Ajardinar áreas verdes y riego con aguas tratadas | 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 con aguas tratadas | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| Etapa | Factor | Impactos negativos relevantes del proyecto | Actividad detonadora | Medida de mitigación | Escala espacio | Escala Tiempo | Reversible | Tipo de impacto | Promedio |
|-----------|--------|--|---|----------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|----------|
| 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.

Se identifica dentro de la operación del proyecto la actividad del riego de **áreas ajardinadas con las aguas tratadas** como un impacto positivo con un impulso antagónico importante, ya que el agua tratada adecuadamente y dentro de los parámetros establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996, podría ser reintegrada al ciclo natural (Ver Tabla IV-63 y Tabla IV-65).

Tabla IV-65 Valoración del impacto positivo importante identificado con la realización del proyecto

| Etapa | Factor | Impactos positivos relevantes del proyecto | Actividad detonadora | Tipo de impulso |
|-----------|--------|--|---|-----------------------------------|
| Operación | Agua | Pérdida de infiltración | Ajardinar áreas verdes y riego con aguas tratadas | Impulso antagónico importante (1) |

Tabla IV-66 Descripción de los impactos ambientales negativos significativos identificados en la matriz cualitativa de impacto ambiental para la etapa de preparación del sitio.

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Descripción |
|-------------------------|-------------------------|---|
| Contaminación del suelo | Operación de maquinaria | Con la operación de maquinaria sin la supervisión y mantenimiento adecuado, posiblemente existan derrames de aceite o de otras sustancias que afecten y contaminen el suelo, los cuales podrían generar contaminación al suelo natural del solar urbano y/o del sistema ambiental. Por otro lado, el impacto derivado de esta actividad es local, ya que con un mal manejo podría afectar solo el área del proyecto, con una escala espacial a largo plazo debido a la permanencia de este tipo de residuos en el ambiente y es un impacto mitigable ya que con la aplicación de medidas |

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Descripción |
|----------------------------------|--|---|
| | | de mitigación se puede evitar |
| Generación de residuos | Contratación de personal. | La generación de residuos es quizá, uno de los impactos con mayor significancia dentro de las etapas del proyecto. De aquí derivan acciones correctivas relacionadas a su correcto manejo, a fin de evitar un descontrol y por lo tanto una fuente de contaminación significativa. La generación de residuos afecta gran cantidad de los procesos constructivos por su naturaleza. Por tanto, todo producto valorizable que ya no pueda ser utilizado para ejecutar una actividad definida inicialmente deberá ser considerado como residuo. Este impacto ambiental es el único negativo perdurable a lo largo de las etapas del proyecto, podría ser un impacto local por la afectación al área de proyecto y/o sistema ambiental, sin embargo es mitigable. |
| Afectación al manto freático | Excavación y movimiento de tierra; movimiento de tierra. | Las actividades a realizar durante la etapa de preparación, serán de manera manual, por lo que los impactos resultantes serán poco perceptibles, sin embargo debido a la importancia que mantiene el manto freático, se deberán de establecer medidas de mitigación para evitar cualquier afectación por mínimo que fuese. Este impacto es mitigable y evitable con la aplicación de buenas prácticas. y la aplicación de las medidas propuestas. |
| Diversidad y abundancia de fauna | Ahuyentamiento de fauna; deshierbe | El programa de ahuyentamiento de fauna del sitio generará que haya una disminución de la diversidad y abundancia natural del proyecto. Sin embargo, es un impacto reversible, mitigable y compensable, el impacto es directo y puntual en el área de proyecto. |

Tabla IV-67 Descripción de los impactos ambientales negativos significativos identificados en la matriz cualitativa de impacto ambiental para la etapa constructiva del proyecto.

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Descripción |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| Modificación de la topografía | Cimentación | La colocación de la cimentación del proyecto afectará la condición natural de la topografía. El impacto es puntual para el área del proyecto y es reversible a largo plazo. |
| Perdida de suelo fértil | Cimentación, Construcción de Piscina | La colocación de la cimentación y la piscina ocupará el lugar del suelo fértil y natural del solar urbano, perdiendo con ello área fértil para el crecimiento de especies vegetales. El impacto es puntual ya que solo se observa para el área del proyecto, así como reversible a largo plazo. |
| Uso y modificación del | Cimentación, | La condición natural del solar urbano se verá modificada debido a la colocación de la cimentación y |

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Descripción |
|---|--|--|
| suelo | Construcción de Piscina | de la piscina, se utilizará suelo natural para la estabilización, esto debido a las cargas que soportarán compactarán el suelo. El impacto es puntal y reversible a largo plazo. |
| Pérdida de infiltración | Cimentación, Construcción de Piscina | Debido al sellamiento del suelo con concreto por la creación de la cimentación y de una piscina, repercute en la disminución de área de infiltración, es impacto es puntual y reversible a largo plazo. |
| Generación de residuos y Contaminación del suelo | Trabajos de albañilería, operación de maquinaria | Con la realización de los trabajos de albañilería se generan residuos de manejo especial, derivado de los sobrantes de material, estos podrían causar impactos al suelo. De la generación de residuos derivan acciones correctivas relacionadas a su correcto manejo, a fin de evitar un descontrol y por lo tanto una fuente de contaminación significativa. La generación de residuos afecta gran cantidad de los procesos constructivos por su naturaleza. Por tanto, todo producto valorizable que ya no pueda ser utilizado para ejecutar una actividad definida inicialmente deberá ser considerado como residuo. Este impacto ambiental es el único negativo perdurable a lo largo de las etapas del proyecto. |
| Confort sonoro | Operación de maquinaria | Se realizarán actividades que implicaran ruido lo cual impactará directamente en el confort sonoro del sitio del proyecto, el impacto es puntual y mitigable, ya que este no rebasará los límites máximos establecidos por las normas y se aplicarán medidas para disminuir la generación de ruidos. |
| Emisión de GEI | Operación de maquinaria | El uso de maquinaria para las actividades de construcción del proyecto utiliza combustibles los cuales generan emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera. Este impacto es local ya que podría afectar tanto el área del proyecto como el sistema ambiental, es un impacto mitigable |
| Desvió de escorrentías y afectación al manto freático | Cimentación | La colocación de la losa de cimentación y zapatas desviarán en pequeña escala las escorrentías pluviales naturales, debido a que estas se crearan a profundidades de 100 cm a partir del nivel del subsuelo, sin embargo esta cimentación, es muy poco invasiva en comparación de una cimentación tradicional. El impacto es mínimo, puntual y perdurable durante la vida útil del proyecto, pero reversible a largo plazo. |

Tabla IV-68 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 de la planta de tratamiento, que seguirá puntualmente los criterios de la norma técnica aplicable, generará aguas tratadas las cuales se utilizarán para el riego de las áreas ajardinadas del proyecto, y que aunque existe la cercanía del manto freático con el nivel del suelo, este no se verá afectado, contaminado y/o modificado en tanto se cumpla cabalmente los criterios técnicos de la normatividad en la materia. Esto se acreditará mediante los análisis fisico-químicos avalados por laboratorio acreditado por la EMA 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, será 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 generarán 16 impactos ambientales de importancia, de los cuales 15 serán negativos y 1 impacto positivo alto.

De los impactos de importancia generados, 2 se producirán en la etapa de preparación del sitio; 8 en la etapa constructiva; y 6 en la etapa operativa, observando un mayor impacto durante la construcción del proyecto.

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.

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, es importante asegurar que el presente proyecto no aumentará el impacto ya existen en la zona, por lo que se vuelve de vital importancia la aplicación de medidas de mitigación para desarrollar y operar un proyecto con una conciencia de sustentabilidad

De este modo, y en términos ambientales, el 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 el desarrollo del proyecto, se puede concluir que el proyecto con las acciones ambientales que se tienen consideradas establecer, producirá impactos ambientales significativos o relevantes, no obstante en ninguna etapa del proyecto se prevén impactos irreversibles o irremediabiles, todos los impactos observados se consideran como 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 de mitigación para asegurar su sobrevivencia.

No implica aislar un ecosistema, puesto que el proyecto se desarrollará 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 "MESÓN MELABEILLE".

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

Debido a que se considera establecer un proyecto sustentable y con conciencia ambiental, el proyecto plantea una serie de acciones en pro del medio ambiente, las cuales serán consideradas como medidas de mitigación debido al beneficio que aportan en la disminución de impactos ambientales.

El proyecto considera plantear una serie de reglas y buenas prácticas durante todas las etapas del proyecto lo cual establecerá lo siguiente:

1. El trabajo se limitará únicamente en el área del proyecto.
2. Se establecerá un horario de trabajo: de 8:00 am a 6:00 pm, de lunes a viernes y sábados de medio turno.
3. Las instalaciones donde se hará el almacenamiento provisional de los insumos y residuos del proyecto se establecerán de conformidad a los criterios de la normatividad en la materia y en área que no afecten las condiciones naturales del solar urbano ni tengan riesgo de contaminar el suelo y subsuelo.
4. Se respetarán las medidas de seguridad establecidas por la autoridad de protección civil municipal durante la construcción de la obra.
5. Los sitios donde se resguardarán los insumos para la ejecución del proyecto se mantendrán en buen estado, evitando derrames de aceite, combustibles u otros materiales. Asimismo, se acondicionará la infraestructura necesaria para en caso de cualquier contingencia neutralizar la contingencia de manera adecuada.
6. El mantenimiento de los equipos se realizará fuera del área del proyecto. En caso de emergencia se colocará la protección necesaria para no contaminar el sitio y los residuos serán manejados de manera adecuada. En caso de cualquier derrame, se aplicarán los protocolos de saneamiento inmediatos para restaurar el sitio, con base en los criterios establecidos por la SEMARNAT.
7. Se colocarán mamparas plásticas para la delimitación de las áreas de obras y así hacer contención de ruido. Además se realizará un estudio de ruido perimetral para acreditar el cumplimiento de la NOM 081 SEMARNAT-1994.
8. El acceso de personal y maquinaria se realizará por los caminos indicados.
9. En la zona de obra se contará con material para primeros auxilios necesario en caso de una emergencia. En caso de ser necesario, el personal lesionado será trasladado al centro de salud más cercano.
10. Los residuos generados en la zona de obra y de almacenamiento provisional serán debidamente trasladados a un sitio de disposición final avalado por las autoridades con recolector autorizado que expida los manifiestos correspondientes. Los contenedores de residuos sólidos urbanos en el sitio estarán clasificados en orgánicos, inorgánicos y sanitarios y permanecerán siempre cerrados para evitar la dispersión de residuos.
11. Se contará con una supervisión ambiental permanente que aplicará un programa de cultura y educación ambiental en las distintas etapas del proyecto.

En cuanto a los impactos identificados, las medidas de mitigación a realizar para compensar el impacto ambiental ocasionado por el desarrollo del proyecto se muestran en la Tabla IV-69:

Tabla IV-69 Medidas de mitigación

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Medida de Mitigación o de Compensación | Descripción Medida |
|------------------------|---|--|---|
| Generación de residuos | Contratación de personal, trabajos de albañilería, habitabilidad, | Manejo integral de los residuos. Buenas prácticas, capacitación ambiental, supervisión ambiental, Programa de Manejo de residuos Sólidos urbanos que incluya la separación, difusión ambiental, baños portátiles, planta de tratamiento, mantenimiento y uso adecuado del equipo de trabajo, composteros, equipo de atención de derrames | <p>Operar adecuadamente el plan de manejo y gestión integral de residuos sólidos urbanos, colocar y operar composteros para los residuos orgánicos, reutilizar material existente.</p> <p>Capacitar al personal para la correcta disposición de los residuos sólidos.</p> <p>Establecer un contrato con una empresa autorizada.</p> <p>Se colocará en el área de proyecto material gráfico y señalética alusiva al cuidado de medio ambiente y al manejo adecuado de los residuos.</p> <p>Se contratará el servicio de baños portátiles para la operación de estos durante las actividades de construcción. Los sanitarios contarán con su mantenimiento periódico asentado en bitácora para evitar riesgos sanitarios. Se contratará a empresa autorizada.</p> <p>Durante la operación del proyecto, debido a la falta de drenaje y al tipo de proyecto sustentable, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales, las aguas tratadas conforme a la norma aplicable, serán utilizadas en el riego de áreas ajardinadas; se realizarán estudios y análisis periódicos de la calidad del efluente por laboratorio acreditado ante la EMA y la CONAGUA, lo cual se apegará a la NOM-001 y a la Ley de Aguas Nacionales.</p> |
| | | | Con la finalidad de modificar lo menos posible la topografía, además de mantener el flujo hidrológico sin afectación |

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Medida de Mitigación o de Compensación | Descripción Medida |
|-------------------------------|--|---|--|
| Afectación al manto freático, | Excavación y movimiento de tierras; movimiento de tierras, colocación de cimentación, manteamiento de áreas verdes | Aislamiento de excavaciones para cimentación, operación de la planta de tratamiento, restauración y mejoramiento del flujo hidrológico en zonas de manglar y buenas practicas | <p>la construcción de la cimentación se aislará con polímeros de alta resistencia.</p> <p>La colocación de hules de alta resistencia, debe evitar la contaminación <i>in-situ</i> de los mantos freáticos.</p> <p>Durante la operación del proyecto, debido a la falta de drenaje y al tipo de proyecto sustentable, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales, las aguas tratadas conforme a la norma aplicable, serán utilizadas en el riego de áreas ajardinadas; se realizarán estudios y análisis periódicos de la calidad del efluente por laboratorio acreditado ante la EMA y la CONAGUA, lo cual se apegará a la NOM-001 y a la Ley de Aguas Nacionales.</p> <p>A manera de compensación el proyecto pretende implementar un plan de restauración y mejoramiento hidrológico en las zonas de manglar, el cual se enfocará principalmente en hacer la limpieza de estas zonas, tanto de residuos sólidos como de rellenos ilegales que realiza otros pobladores de la zona, beneficiando una gran extensión de manglar en la zona, esto se detalla dentro del programa de restauración hidrológica anexo.</p> |
| Pérdida de suelo fértil | Excavación y movimiento de tierra, construcción de piscina, cimentación continua | Construcción de cimentación, rescate y reubicación de flora y de la capa fértil | <p>Con la finalidad de disminuir la pérdida del horizonte fértil, será necesario rescatar la capa de suelo fértil que se ubique en las zonas donde se pretenden establecer la cimentación.</p> <p>El suelo fértil será almacenado en el área destinada para el resguardo de materiales y se reutilizará en las áreas verdes del proyecto.</p> |
| | | | El proyecto prevé la retención del suelo en el sitio, para lo cual se mantendrá como medida de mitigación mantener y proteger |

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Medida de Mitigación o de Compensación | Descripción Medida |
|-------------------------|---|--|--|
| Erosión | Excavación y movimiento de tierras; operación de maquinaria | Mantener el 60% de áreas verdes permeables, establecer áreas ajardinadas, rescate y reubicación de especies | <p>debidamente toda la vegetación existente en el solar urbano, durante todas las etapas del proyecto, lo cual funcionará para la retención del suelo.</p> <p>El proyecto contempla la aplicación de un programa de rescate y reubicación de especies, las cuales serán plantadas en las áreas ajardinadas del proyecto, junto con el presente estudio se presenta el programa para su evaluación por parte de la autoridad.</p> |
| Compactación | Excavación y movimiento de tierras; operación de maquinaria; tránsito de maquinaria y vehículos y cimentación | Buenas prácticas, capacitación ambiental, supervisión ambiental, rescate y reubicación de especies, áreas verdes, letreros y folletos. | Con la finalidad de disminuir la compactación del suelo en el sitio del proyecto, se establecerán las zonas de trabajo, se identificará y establecerá en términos de la norma en la materia, un área para la colocación de los residuos de manejo especial, como el escombros y se capacitará al personal encargado de la construcción para no transitar en áreas destinadas para espacios ajardinados. |
| Contaminación del suelo | Movimiento de tierras, tránsito de maquinaria y vehículos, uso de maquinaria | Buenas prácticas, capacitación ambiental, supervisión ambiental, programa de manejo de residuos, Colocación de composteros, letreros y folletos, baños portátiles, planta de tratamiento, supervisión ambiental. | Control de las bitácoras de mantenimiento de la maquinaria a utilizar, mantener un kit de antiderrames (material absorbente), charlas informativas para el personal que labora en la construcción, instalar contenedores para la separación de los residuos sólidos, colocar letreros y folletos alusivos al cuidado del suelo, establecer un almacén temporal y contenedores tapados para el escombros antes de ser retirado de la zona de trabajo. |
| | | | Para mitigar este impacto ambiental, el proyecto pretende apegarse a los lineamientos establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994 sin rebasar los límites máximos permisibles de emisión de ruido que ésta señala en sus diversos horarios. En este sentido, se realizará un estudio de ruido perimetral para acreditar lo conducente; se colocarán lonas delimitando el área de proyecto para evitar |

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Medida de Mitigación o de Compensación | Descripción Medida |
|------------------------|--|---|---|
| Confort sonoro | Excavación y movimiento de tierra; tránsito de maquinaria y vehículos | Buenas prácticas, mantener el 60% de áreas verdes, supervisión ambiental, | la propagación del sonido y de los polvos generados por la construcción. Asimismo, no se trabajará en horario nocturno. Además se pretende dejar el arbolado en sitio, de esta manera se tendrá un efecto de sofocamiento del sonido evitando la propagación del mismo. La maquinaria deberá contar preferentemente con su verificación vehicular y bitácora de mantenimiento, con esta práctica se reduce el riesgo de maquinaria en mal estado y con afectaciones o contaminación auditiva. Únicamente se realizarán actividades en el horario establecido |
| Dispersión de polvos | Excavación y movimiento de tierras; tránsito de maquinaria. | Delimitación de las zonas de trabajo, mantener el 60% de área verde, instalación de lonas de protección | Se delimitarán las zonas de trabajo con lonas de protección para evitar la dispersión de polvos. Asimismo, se colocarán lonas a los camiones utilizados, se humedecerán con agua tratada los caminos y la zona del proyecto. Con la vegetación existente será posible frenar las fuertes corrientes de viento que pudieran ocasionar la dispersión accidental de los polvos. |
| Contaminación del agua | Cimentación, contratación de personal, uso de maquinaria, mantenimiento de | Buenas prácticas, capacitación ambiental, supervisión ambiental, programa de manejo de residuos, baños portátiles, planta de tratamiento, supervisión ambiental, aislamiento con hule de alta | Para evitar tener cualquier afectación sobre este factor, se considera la excavación para la cimentación por medios manuales, además colocar hules de alta densidad para evitar el contacto del cemento con el agua, para evitar cualquier modificación. Como ya se mencionó anteriormente se contará con kit antiderrames en cada máquina utilizada por el proyecto además de que deberán asegurar que se encuentra en óptimas condiciones para su funcionamiento en el proyecto. Así mismo se considera la capacitación del personal en temas ambientales para evitar posibles impactos al recurso. Se contará con casetas sanitarias portátiles para los trabajadores durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Se deberá |

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Medida de Mitigación o de Compensación | Descripción Medida |
|---|---|--|--|
| | áreas verdes | densidad. | contar al menos con 1 caseta por cada 15 trabajadores con sus mantenimientos respectivos acentados en las bitácoras correspondientes. La disposición del residuo deberá ser exclusivamente en los sitios autorizados bajo entrega de manifiesto. Se operará la planta de tratamiento dentro de la NOM-001 y la Ley de Aguas Nacionales, se analizará con laboratorio acreditado por la EMA, el efluente para poder hacer el riego de las áreas verdes. |
| Perdida de infiltración, uso y modificación del suelo | Cimentación, creación de la piscina. | Mantener el 60% de áreas verdes, programa de restauración del flujo hidrológico del manglar. | Se mantendrá un 60% de áreas verdes con plantas nativas, áreas totalmente para infiltración. El proyecto prevé la compensación de este impacto, ejecutando un programa de restauración y mejoramiento de manglares con la finalidad beneficiar los ecosistemas de manglar de la zona. |
| Diversidad y abundancia de fauna | Ahuyentamiento de fauna; deshierbe | Programa de restauración del flujo hidrológico de manglares, platicas ambiental, supervisión ambiental, material de difusión | Este impacto es compensable, debido a que el proyecto pretende restablecer el flujo hidrológico del manglar que se ubica en sistema ambiental, con lo cual se recupera y beneficiara el ecosistema de manglar de la zona, influyendo en la conservación de la diversidad de la región. |
| Contaminación del agua | Contratación de personal, Habitabilidad, riego de áreas ajardinadas | Planta de tratamiento de aguas residuales, trampas de grasas, baños portátiles | Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la generación de aguas residuales en las distintas etapas del proyecto, el proyecto prevé la colocación de baños portátiles, así como una planta de tratamiento para el manejo de las aguas negras y grises, apegándose a lo especificado en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y en la Ley de Aguas Nacionales y presentando los análisis de laboratorio acreditado por la EMA, que sean periódicos a la autoridad del agua de la calidad del efluente. El agua tratada será utilizada en el riego |

| Impacto ambiental | Actividades impactantes | Medida de Mitigación o de Compensación | Descripción Medida |
|---------------------------|---|--|---|
| | | | <p>de áreas verdes y en usos dentro del proyecto que no conlleve el consumo directo del recurso.</p> <p>Así mismo se prevé la colocación en las tarjas del restaurante la colocación de trampas de grasas para evitar que estas se incorporen a las aguas residuales del proyecto.</p> |
| Uso y consumo del recurso | Habitabilidad y operación de la piscina | Equipo de bajo consumo de agua, Sistema de captación de agua pluvia. | <p>El proyecto contempla la instalación de grifos, regaderas y WC ahorradores de agua para un uso eficiente del recurso, así mismo se contempla como medida de mitigación la instalación de un sistema de captación de agua pluvial para disminuir el uso del agua potable proveída por la Comisión Estatal.</p> <p>Para el llenado de la piscina se considera realizarlo mediante pipas, el agua utilizada, será clorada, tratada y oxigenada para mantenerla en perfecto estado durante toda la vida útil de la piscina, solo se rellenará el agua que se pierda por evaporación.</p> |

VI.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

VI.2.1 Medida propuesta: INSTALACIÓN DE LETREROS

Naturaleza de la medida: medida preventiva que será aplicada para evitar que los impactos identificados como perturbación del hábitat y contaminación del medio, se manifiesten durante el desarrollo de esta etapa del proyecto.

Momento de aplicación de la medida: previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio.

Descripción de la medida: Consiste en la instalación de letreros alusivos a la protección de la flora y la fauna, así como al manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los letreros estarán dirigidos al personal de la obra responsable de ejecutar la etapa de preparación del sitio.

Acción de la medida: Se rotularán diversas leyendas en los letreros, alusivas a la protección de los recursos naturales del sitio del proyecto, entre las que destacan las siguientes:

- ✓ Prohibido alimentar o molestar a la fauna.
- ✓ Prohibido extraer flora silvestre.
- ✓ Prohibido cazar, capturar o dañar a la fauna silvestre.
- ✓ Prohibido generar ruido ajeno a las actividades propias de la obra.
- ✓ Prohibido tirar residuos.
- ✓ Depositar los residuos en los contenedores diferenciados por tipo de residuo.

Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende del grado de supervisión que se tenga sobre las actividades de preparación del sitio, a fin de que se cumpla las restricciones establecidas en los letreros; por lo que esta medida requiere de otras adicionales para alcanzar el 100% de éxito en su aplicación.

VI.2.2 *Medida propuesta: INSTALACIÓN DE CONTENEDORES CLASIFICADOS PARA RESIDUOS*

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, estará enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación del medio, particularmente por la generación de residuos sólidos.

Momento de aplicación de la medida: previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio.

Descripción de la medida: Se instalarán contenedores clasificados en términos de la norma aplicable de residuos que se generen (latas, papel, vidrio, residuos orgánicos, residuos de construcción, etc.), los cuales estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores de la obra puedan usarlos, promoviendo así la separación de los residuos para un posible reciclaje de la misma. Esta medida va en conjunto con un programa de cultura ambiental para la disminución en la fuente.

Acción de la medida: Los contenedores servirán de reservorios temporales para los residuos sólidos que se generen durante esta etapa del proyecto, y dado el grado de hermeticidad que tendrán, impedirán que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores del medio, evitando que se dispersen hacia áreas con vegetación natural; favoreciendo la NO contaminación de tales recursos. En las siguientes imágenes se ejemplifican estos tipos de contenedores.



Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende del grado de supervisión que se tenga sobre las actividades de preparación del sitio; ya que será necesario que los obreros hagan un uso adecuado de los contenedores, para que estos puedan cumplir su función como reservorios temporales de residuos; por lo que esta medida requiere de otras adicionales para alcanzar el 100% de éxito en su aplicación.

VI.2.3 *Medida propuesta: INSTALACIÓN DE COMPOSTERO*

Naturaleza de la medida: De carácter preventivo, se establecerá un compostero para disminuir la generación de residuos entregados al servicio municipal.

Momento de aplicación de la medida: Durante la Construcción y Operación

Descripción de la medida: La mayor parte de la basura generada en Holbox corresponde a residuos orgánicos, se establecerán contenedores de 450 litros, especializados para la generación de Composta.

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas.

El compostero se colocará en un área seca, donde no existan riesgos de inundación, estará en constante ventilación, el material a colocar dentro del compostero no deberá de rebasar los 20 cm de diámetro, una vez lleno con la materia orgánica deberá de retirarse el compost después de 3 a 4 meses, este se mantendrá en constante alimentación, el compost resultante podrá ser utilizado como abono orgánico en las áreas verdes.

Acción de la medida: Disminuir la cantidad de basura entregada al sistema municipal y hacer uso de estos residuos para su aprovechamiento en el proyecto, además de crear una conciencia ambiental en los huéspedes.

Eficacia de la medida: para la eficiencia de esta medida, será indispensable realizar las pláticas informativas, colocar material gráfico para la información y realizar la supervisión ambiental, esta acción se podrá medir su éxito al comparar la basura generada y transformada en composta.

COMPOSTERO



DESCRIPCIÓN

Contenedor diseñado para producir composta a partir de residuos orgánicos como alimentos, restos de poda y jardinería, paja y césped, ceniza de madera etc. Fabricado en polietileno de media densidad resistente a intemperie.

CARACTERÍSTICAS

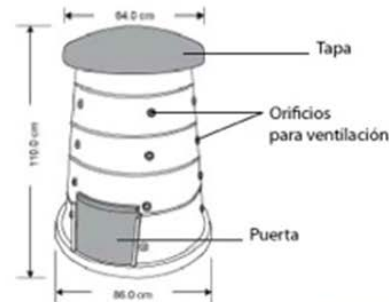
- * Protección a los rayos U.V.
- * CAPACIDAD: 450 Lts o 118 Gal
- * PESO: 0 kg
- * MEDIDAS: Largo: 86 cm
Ancho: 64 cm
Alto: 110 cm
- * Colores cuerpo: Verde.
Tapa y puerta: Negro.

UTILIZACIÓN

El compostero, se puede ubicar a la intemperie en cualquier patio o jardín y se debe llenar como lo indica la gráfica.



Evita poner:
Desechos de mascotas, carne y huesos, productos lácteos, grasas y aceites



Grupo Alpromex, SA de CV
Calzada de la Viga 791
Barrio Santiago Norte
Iztacalco
08240 México, D.F.
T. 5532 6544 LADA.01 800 225 7766
www.alproshop.com

INFORMACION TÉCNICA

VI.2.4 Medida propuesta: INSTALACIÓN DE SANITARIOS MÓVILES

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, estará enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación del medio, particularmente por la generación de aguas residuales.

Momento de aplicación de la medida: previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio.

Descripción de la medida: Se instalará un sanitario por cada 15-20 trabajadores que se emplean en la obra, que para

el caso de la etapa de preparación del sitio, se cumple con este parámetro con la instalación de 1 sanitario. El sanitario contará con su mantenimiento periódico, avalado por la bitácora correspondiente mediante contratista autorizado que expida los manifiestos correspondientes.

Acción de la medida: Los sanitarios funcionarán como reservorios temporales de las aguas residuales que se generen por la micción y defecación de los trabajadores; evitando que estos se produzcan al aire libre. Posteriormente, las aguas residuales serán retiradas por la empresa arrendadora de los sanitarios, quien será la responsable de su manejo y disposición final. En las siguientes imágenes se ejemplifican estos dispositivos instalados en obra.

Eficacia de la medida: En la industria de la construcción, la instalación de sanitarios móviles resulta ser la medida más efectiva, para evitar la micción y defecación al aire libre, y por ende, la contaminación del medio en sitios donde no existen las instalaciones adecuadas para atender estas necesidades propias de la obra.



VI.2.5 Medida propuesta: Programa de Supervisión, Capacitación y gestión ambiental

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo mediante un taller de capacitación con un temario especializado de la gestión ambiental que incluya temática de gestión integral de residuos, impacto ambiental, ruido, calidad del aire, manejo hídrico, etc., y estará enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación del medio, así como afectaciones al hábitat de la flora y la fauna.

Momento de aplicación de la medida: previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en la impartición de pláticas del cumplimiento de la normatividad ambiental local, estatal y federal, dirigidas al personal responsable de ejecutar la etapa de preparación del sitio. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal: hacer del conocimiento al personal, los términos y condicionantes bajo los cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento. Asimismo se realizará una supervisión en todas las etapas del proyecto para la correcta gestión ambiental del mismo. Dicha acción será por personal con experiencia acreditada en la materia.

Acción de la medida: La capacitación ambiental se llevará a cabo de manera previa a la etapa de preparación del sitio; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como de los términos y condicionantes que se establezcan en la autorización de impacto ambiental del proyecto.

Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende del nivel de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de los letreros, así como la instalación de los contenedores de residuos y los sanitarios móviles, así como la generación del estudio de ruido, entre otras.

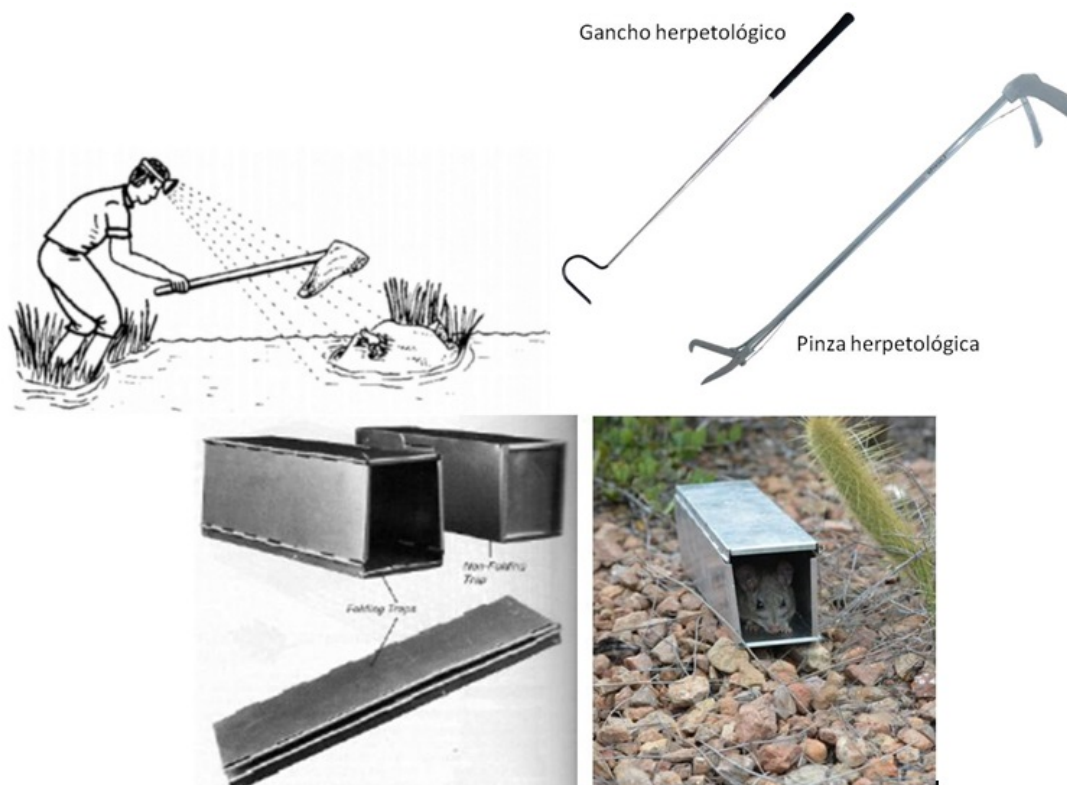
VI.2.6 Medida propuesta: RESCATE Y AHUYENTAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE

Naturaleza de la medida: de carácter mitigante, está enfocada a reducir los impactos ambientales sobre la fauna silvestre dentro de la zona de aprovechamiento, particularmente de aquel identificado como reducción y pérdida del hábitat.

Momento de aplicación de la medida: previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en la ejecución del programa de rescate de fauna silvestre que se anexa.

Acción de la medida: Las acciones a realizar se encuentran descritas en el programa correspondiente. Esto se ejemplifica en las siguientes imágenes.



Eficacia de la medida: Con el rescate y reubicación de la fauna, se asegura su permanencia dentro del sistema ambiental, por lo que no se verán reducidas sus poblaciones, ni habrá pérdida de especies, de tal manera que se espera

alcanzar el 100% de efectividad en la aplicación de la medida.

VI.2.7 *Medida propuesta: INSTALACIÓN DE LONAS DE PROTECCIÓN*

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, está enfocada a evitar afectaciones directas a la flora y la fauna fuera de la zona de aprovechamiento; esto permite reducir el efecto de los impactos por la perturbación del hábitat y la generación de polvo.

Momento de aplicación de la medida: Durante los trabajos de delimitación de la zona de aprovechamiento.

Descripción de la medida: Consiste en la instalación temporal de lonas en el perímetro a la zona de aprovechamiento, conocidas como lonas de protección perimetral; tal como se ejemplifica en las siguientes imágenes.



Acción de la medida: estos paneles funcionarán como una barrera perimetral que impedirá que los residuos sólidos que se generen durante la preparación del sitio, así como los sedimentos en suspensión; se dispersen fuera de la zona donde se realizarán los trabajos; conteniéndolos dentro de la zona de aprovechamiento, lo cual facilitará su manejo y posterior retiro. También impedirá que los trabajadores se introduzcan dentro de áreas ajenas al proyecto, evitando que se afecten recursos naturales no contemplados.

Eficacia de la medida: La colocación de lonas de protección, se ha destacado como una de las medidas más efectivas para contener y evitar la dispersión de residuos durante los trabajos involucrados en una obra; por lo tanto, se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida preventiva.

VI.2.8 *Medida propuesta: HUMEDECIMIENTO DE LAS ÁREAS DE APROVECHAMIENTO*

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, está enfocada a evitar o reducir el efecto del impacto identificado como suspensión de polvo o sedimentos.

Momento de aplicación de la medida: Durante los trabajos de deshierbe y movimiento de tierras.

Descripción de la medida: Consiste en el humedecimiento con agua preferentemente tratada de las zonas con posible generación y dispersión de material particulado, con la finalidad de evitar la suspensión de sedimentos o partículas.

Acción de la medida: Evitará que la acción del viento suspenda sedimentos y partículas del suelo durante las distintas actividades involucradas en la preparación del sitio.

Eficacia de la medida: El humedecimiento de las zonas de trabajo, son prácticas comunes para evitar la suspensión de sedimentos, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la medida propuesta.

VI.2.9 Medida propuesta: MANTENIMIENTO Y USO ADECUADO DEL EQUIPO DE TRABAJO

Naturaleza de la medida: medida preventiva enfocada a prevenir derrames de hidrocarburos provenientes de la maquinaria que será utilizadas durante la ejecución de los trabajos preliminares, particularmente la remoción de vegetación, suprimiendo de esta manera el impacto al suelo por contaminación del medio.

Momento de aplicación de la medida: Durante los trabajos constructivos.

Descripción de la medida: Consiste en utilizar maquinaria que cuenten con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, llevado a cabo en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio que cada equipo que opere durante esta etapa, cuente con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar los hidrocarburos o lubricantes vertidos al suelo por fugas accidentales.

Acción de la medida: Se verificará que la maquinaria que entre en funcionamiento durante la construcción, cuenten con los mantenimientos preventivos adecuados, lo cual se registrará en bitácora; así mismo, se revisará que cada operador, cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales.

Eficacia de la medida: Esta medida es una práctica probada con gran eficacia durante el desarrollo de un proyecto, de tal manera que, si se cuenta con la correcta aplicación de la misma, se puede alcanzar el 100% de efectividad.

VI.2.10 Medida propuesta: PROGRAMA DE MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, está enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación del medio, particularmente por la generación de residuos de todo tipo, en particular los sólidos urbanos y de manejo especial (de la construcción) y aguas residuales;.

Momento de aplicación de la medida: Desde el inicio del proyecto y durante la vida útil de éste.

Descripción de la medida: Consiste en la ejecución de un plan de manejo de residuos que se elaborará, que contempla el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos que pudieran llegar a generarse durante el proyecto.

Acción de la medida: Las acciones a realizar se encuentran descritas en el Plan de manejo de residuos.

Eficacia de la medida: La correcta aplicación de las medidas descritas en el plan de manejo de residuos del proyecto, así como la supervisión adecuada de su cumplimiento, permitirán asegurar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida preventiva.

VI.2.11 Medida propuesta: EQUIPO DE ATENCIÓN A DERRAMES

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, estará enfocada a la remediación por derrames accidentales de

sustancias potencialmente contaminantes del medio, que pudieran ocurrir durante el desarrollo de esta etapa del proyecto. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste.

Momento de aplicación de la medida: en caso de que ocurra algún derrame accidental de sustancias potencialmente peligrosas o contaminantes durante los trabajos proyectados.

Descripción de la medida: Para atender la necesidad de controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación del medio, se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas. Dada la particular característica de estos productos, que absorben líquidos no polares, están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible en la obra durante todo momento.

Acción de la medida: En caso de que ocurra algún derrame accidental durante la preparación del sitio, se seguirá un plan de acción (descrito en el plan de manejo de residuos) utilizando productos de la marca Crunch Oil® o similar, específicamente el Loose Fiber® o similar, o en su caso, polvo de piedra.

El Loose Fiber está confeccionado con fibras orgánicas naturales Biodegradables que actúan sobre cualquier tipo de Hidrocarburo o aceite vegetal. Es una nueva forma de contener los hidrocarburos, 100% natural y orgánico. Producto biodegradable no tóxico e inerte que tiene la capacidad de absorber y encapsular todo tipo de hidrocarburos y aceites derramados (cualquiera sea su volumen) mucho más rápido que la mayoría de los productos que existen hoy en el mercado, tanto sea sobre superficies de tierra o agua. Después de absorber y de encapsular, tiene la capacidad de biodegradar los hidrocarburos mediante un proceso con bacterias, luego de un periodo de tiempo que dependerá del hidrocarburo absorbido.

Eficacia de la medida: Siguiendo el plan de acción ante la ocurrencia de un derrame de sustancias líquidas, descrito en el plan de manejo de residuos, se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

VI.3 MEDIDAS PARA LA ETAPA CONSTRUCTIVA

VI.3.1 *Medida propuesta: DELIMITACIÓN FÍSICA DE LA VEGETACIÓN CONSIDERADA POR LA NOM EN LA MATERIA.*

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, estará enfocada en evitar cualquier daño a la vegetación existente en dentro del área de proyecto, con vital atención a aquellas especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, con la barrera física será posible delimitar el área de raíces para con ello evitar cualquier afectación.

Momento de aplicación de la medida: durante la construcción del proyecto.

Descripción de la medida: Se colocará una banda de advertencia en un diámetro de protección que considera la totalidad del follaje de las especies vegetales que se mantendrán en el área del proyecto.

Acción de la medida: La delimitación física mantendrá prevenidos a los trabajadores de las áreas que deberán de mantenerse intactas, con el fin de asegurar la conservación ilesa de los individuos vegetales que permanecerán en proyecto, y con ello cumplir con lo establecido en la legislación ambiental.

Eficacia de la medida: La conservación del 100% de los árboles que se encuentran en el solar urbano podrán ser revisado con base a los listados de vegetación presentados, la conservación de todos los individuos podrán asegurar que el cumplimiento de la medida efectuada.

VI.3.2 **Medida propuesta:** COLOCACIÓN DE HULES DE ALTA DENSIDAD PARA AISLAR LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, estará enfocada en evitar cualquier daño a Los mantos freáticos y a la contaminación del suelo.

Momento de aplicación de la medida: durante toda vida útil del proyecto.

Descripción de la medida: colocar una membrana impermeable elástica de poliuretano o bentonita, que tiene la función de proteger el contacto de la construcción de la cimentación con el agua y suelo del predio

Posterior se colocará una membrana de drene, la cual tiene doble función: La primera es proteger la membrana impermeabilizante del daño que pueda ocasionarle el relleno de tierra y piedras, y en segundo lugar, va a drenar el agua que llegue a estar cerca para evitar cualquier afectación o modificación a este recurso.

Acción de la medida: la colocación de la membrana evitará contaminar o modificar las condiciones del manto freático y la modificación contaminación del suelo

Eficacia de la medida: el aislamiento de los metros lineales de los pozos donde se construirán la cimentación, será la unidad de medida para dar por cumplida esta medida.



Figura IV-44 Ejemplificación de la medida de mitigación para aislar la construcción de la cimentación con el suelo y el manto freático

VI.3.3 **Medida propuesta:** INSTALACIÓN DE SEÑALÉTICA Y LETREROS PREVENTIVOS

Descripción de la medida: Los letreros que fueron instalados en la etapa de preparación del sitio, se mantendrán durante la etapa constructiva, a fin de que sigan cumpliendo con su función, promoviendo la protección de la flora y la fauna, y el manejo adecuado de los residuos sólidos; con particular énfasis de no afectar áreas ajenas al solar urbano del proyecto; y seguirán estando dirigidos al personal de la obra responsable de ejecutar la etapa constructiva. Medida preventiva, enfocada a evitar que los impactos identificados como perturbación del hábitat y contaminación del medio se manifiesten.

VI.3.4 **Medida propuesta:** INSTALACIÓN DE CONTENEDORES CLASIFICADOS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS

Descripción de la medida: Los contenedores de basura para residuos que fueron instalados en la etapa de preparación del sitio, permanecerán instalados en la etapa de construcción, a fin de que sigan cumpliendo su función como reservorios temporales; y seguirán estando al servicio de los trabajadores responsables de los trabajos constructivos, quienes podrán hacer uso de los mismos, promoviendo así la separación y clasificación de los residuos 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.3.5 Medida propuesta: INSTALACIÓN DE SANITARIOS MÓVILES

Descripción de la medida: Los sanitarios móviles que fueron instalados en la etapa de preparación del sitio, se mantendrán al servicio de los trabajadores responsables de los trabajos constructivos, a razón de 1 por cada 15-20 trabajadores; por lo tanto, con la instalación de un sanitario adicional al instalado en la etapa de preparación del sitio (2 en total), se cumple con este parámetro. Medida preventiva, enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio, particularmente por la generación de aguas residuales, se manifieste.

VI.3.6 Medida propuesta: SUPERVISIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL

Descripción de la medida: Se continuará con la impartición de un curso de cuidado y gestión ambiental; sin embargo, en esta ocasión estarán dirigidas al personal responsable de ejecutar los trabajos constructivos. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal, hacer del conocimiento al personal, los términos y condicionantes bajo los cuales se autorice en materia de impacto ambiental la etapa constructiva del proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento. El taller se llevará a cabo de manera previa al inicio y durante los trabajos constructivos; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen para la etapa constructiva en el presente capítulo y en general para el debido cumplimiento de la ley ambiental; así como el correcto desarrollo del proyecto, en apego a la descripción del proceso constructivo contenido en el capítulo 2 del presente estudio. Medida preventiva, enfocada a evitar que los impactos identificados como perturbación del hábitat y contaminación del medio, se manifiesten.

VI.3.7 Medida propuesta: RESCATE DE FAUNA SILVESTRE

Descripción de la medida: Al momento de estarse realizando los trabajos constructivos, se continuará ejecutando el programa de rescate de fauna anexo, a fin de salvaguardar la integridad de los ejemplares de fauna silvestre que pudieran incidir dentro de la zona de aprovechamiento. También se contempla la reubicación de la fauna rescatada dentro de las áreas de reubicación propuestas. De carácter preventivo, estará enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como perturbación del hábitat, se manifieste.

VI.3.8 Medida propuesta: PLAN DE MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Descripción de la medida: Al momento de estarse realizando los trabajos constructivos, se continuará ejecutando el plan de manejo de residuos del proyecto, el cual contempla el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos en sitios autorizados 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 urbano y de manejo especial (de la construcción) en lo particular y en su caso los peligrosos.

VI.3.9 Medida propuesta: EQUIPO DE ATENCIÓN A DERRAMES

Descripción de la medida: de carácter preventivo, estará enfocada a la remediación por derrames accidentales de sustancias potencialmente contaminantes del medio, que pudieran ocurrir durante el desarrollo de esta etapa del proyecto. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste. Este equipo será el mismo que se propone para la etapa de preparación del sitio.

VI.3.10 *Medida propuesta: ÁREAS PERMEABLES*

Naturaleza de la medida: de carácter mitigante, estará enfocada a reducir el efecto de los impactos ambientales identificados como sellado del suelo y reducción de la superficie permeable.

Momento de aplicación de la medida: Durante todo el tiempo que dure esta etapa.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en mantener el 60% del sitio del proyecto como área permeable.

Acción de la medida: La superficie destinada como área permeable, permitirá la captación de agua hacia el subsuelo alimentando los mantos acuíferos, lo que beneficia la captación de agua en calidad, aun cuando la zona en la que se ubica el solar urbano se clasifica como material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero.

Eficacia de la medida: Las áreas permeables que propone el proyecto, serán respetadas como tales, incluso durante la operación del proyecto, por lo que se garantiza que el 60% del sitio del proyecto será permeable.

VI.3.11 *Medida propuesta: INSTALACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO Y TRAMPAS DE GRASAS*

Naturaleza de la medida: de carácter mitigante, estará enfocada a evitar que el efecto del impacto ambiental identificado como contaminación de la hidrología se manifieste.

Momento de aplicación de la medida: Durante la operación de la planta de tratamiento para el manejo de aguas negras y grises.

Descripción de la medida: Consiste en llevar a cabo la instalación de una planta de tratamiento, con una capacidad de tratamiento de 8.3 m³ por día (8,300 litros), para el proyecto se consideró una generación de aguas negras diaria de 346.4 litros por persona y se consideran 12 habitantes para el proyecto (4,156.8 litros), por lo que la planta será suficiente, la planta de tratamiento realiza un tratamiento biológico, un proceso anaerobio, un proceso aeróbico, una decantación de sedimentos y una clarificación del agua.

Acción de la medida: la instalación adecuada de la planta de tratamiento permite el manejo adecuado y sustentable de las aguas negras y grises generadas con la habitabilidad del proyecto, las aguas resultantes serán reutilizadas para el riego de áreas verdes y para la limpieza de algunas zonas.

Eficacia de la medida: la adecuada instalación de la planta de tratamiento asegura el manejo de aguas negras y grises de manera sustentable, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la aplicación de la medida.

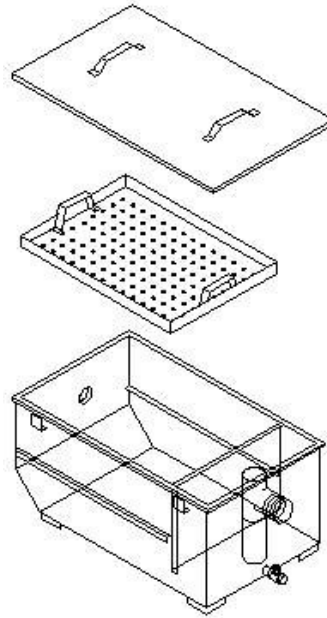


Figura IV-45 Trampa de grasas considerada para su instalación en las tarjas del restaurante.

VI.3.12 Medida propuesta: MONITOREO PERIODICO DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, estará enfocada a evitar que el efecto del impacto ambiental identificado como contaminación de la hidrología se manifieste.

Momento de aplicación de la medida: Durante la operación de la planta de tratamiento para el manejo de aguas negras y grises.

Descripción de la medida: las muestras se deberán tomar de manera directa del inicio de la salida del efluente de la planta de tratamiento, los frascos del muestreo *in situ* utilizados, deberán estar acordes a la técnica propuesta por Chappie y Burton (1997), que consiste en cortar de la parte central de un frasco de plástico de aproximadamente 200 mL, un cuadrado de 2 cm, y cubrir el hueco con malla de 50 μ m para evitar la salida de los organismos.

Se colocarán seis frascos, tres de ellos en el influente y los tres restantes en el efluente de la planta tratadora. Durante cada monitoreo se deberán colocar en los mismos puntos antes señalados, las muestras serán entregadas a un laboratorio certificado para tal análisis, evaluado los niveles DBO, GQO, SST, pH y grasas.

Los resultados obtenidos deberán de ser informados y entregados a la autoridad de agua para la comprobación de mantenerse en los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996

Acción de la medida: la presentación de dicha información se apega a lo establecido por la Ley de Aguas Nacionales, y permite asegurar que la calidad del agua utilizada en el riego de áreas verdes está dentro de los parámetros establecidos para evitar la contaminación del manto freático

Eficacia de la medida: reportes entregados semestralmente

VI.4 MEDIDAS PARA LA ETAPA OPERATIVA

VI.4.1 *Medida propuesta: MATERIAL DE DIFUSIÓN*

Naturaleza de la medida: De carácter preventivo, se diseñará material de difusión, para los habitantes y visitantes con la finalidad de crear una conciencia sustentable, donde se manifiesten las acciones necesarias para los cuidados de los recursos naturales del ANP Yum Balam, 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 conciencia 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.4.2 *Medida propuesta: INSTALACIÓN DE CONTENEDORES CLASIFICADOS PARA RESIDUOS*

Descripción de la medida: Los contenedores de basura para residuos que fueron instalados en la etapa de preparación del sitio y en la construcción del proyecto, permanecerán instalados en la etapa operativa, a fin de que sigan cumpliendo su función como reservorios temporales; y seguirán estando al servicio de los trabajadores responsables de la operación del hotel y de los usuarios del mismo, 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.4.3 *Medida propuesta: PLAN DE MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS*

Descripción de la medida: Durante toda la vida útil del proyecto, se continuará ejecutando 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.4.4 *Medida propuesta: RECOLECCIÓN-CAPTACIÓN 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 instalarán 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.4.5 *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 de áreas en estado natural en **856.62 m²** que corresponden al 66% de la superficie del sitio del proyecto.

Acción de la medida: Los espacios ajardinados o áreas verdes 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.4.6 *Medida propuesta: CURSOS DE EDUCACIÓN Y CULTURA AMBIENTAL PARA EL CUIDADO DE LOS RECURSOS NATURALES DEL ANP*

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 todas las etapas del proyecto

Descripción de la medida: Consiste en establecer un orden a la hora de realizar las acciones de construcción y 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, maquinarias y equipo, uso racional del agua y de la energía, así como el cuidado general del medio ambiente en el área natural protegida.

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 natural protegida donde estará el 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.4.7 *Medida propuesta: PANELES SOLARES-ENERGÍA LIMPIA*

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 contemplará 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.

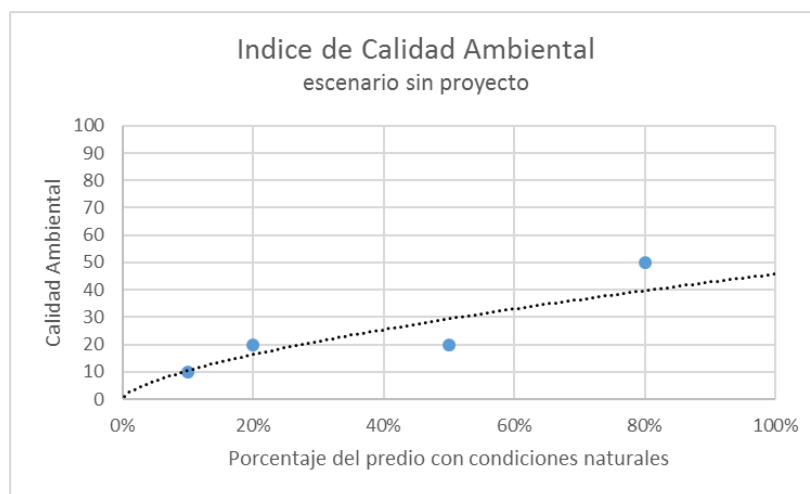
Se realizó un índice de calidad ambiental (ICA) general para clarificar los escenarios, en estado cero, con proyecto y con medidas, se realizó una sumatoria ponderada de la conservación natural del sitio considerando, un estado óptimo o prístino con valor 1, un estado con poca perturbación 0.75, con 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.

En la superficie actual del solar urbano no se desarrollan actividades de Aprovechamiento, ya que el ecosistema se encuentra modificado, debido a que este se ubica dentro de la mancha urbana de Isla de Holbox, actualmente en solar urbano se observan algunos individuos vegetales, sin embargo derivado del constante desarrollo urbano que existe en la zona, este solar urbano se ha visto afectado, a pesar de mantener el solar urbano en estado natural este se vería afectado por las distintas obras y desarrollo urbano de la zona.

Según el índice de calidad ambiental realizado, considerando la conservación natural de solar urbano, 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 (Ver Grafica IV-3).



Grafica IV-3 Índice de Calidad Ambiental "sin proyecto".

Debido a que la alteración el terreno no ofrece los servicios ambientales que podría ofrecer una zona en conservación,

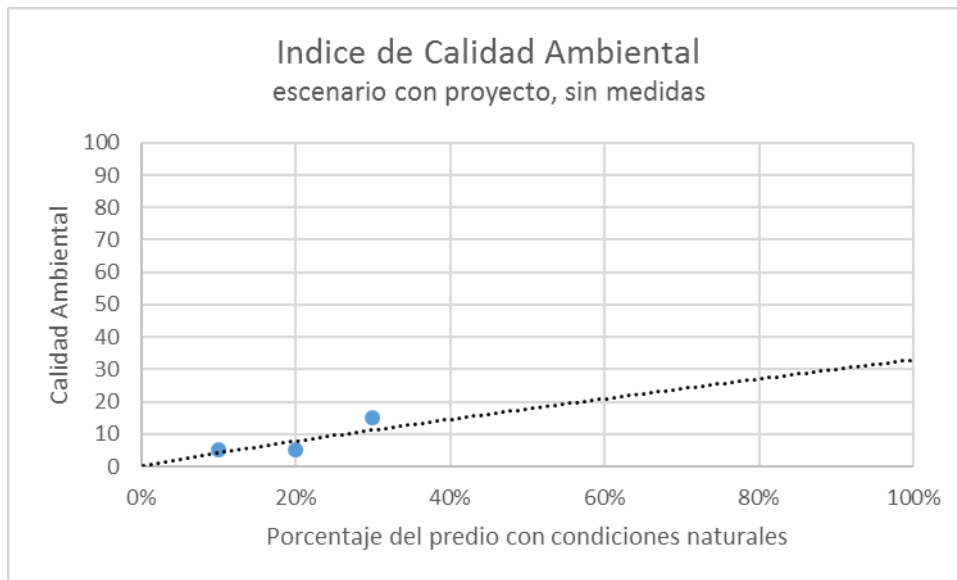
en los solares urbanos aledaños a estos existe actualmente la misma condición de impacto, rompiendo totalmente con la conectividad del ecosistema natural de la zona.

El solar urbano en la actualidad no funciona como zona de refugio, alimentación o reproducción para la fauna.

VII.2 ESCENARIO AMBIENTAL CON EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El solar urbano donde se realizará actualmente tiene una alta perturbación, derivado del desarrollo urbano que existe en la zona, al iniciar 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% (Ver Grafica IV-4).



Grafica IV-4 Índice de Calidad Ambiental "con proyecto y sin la aplicación de medidas de mitigación".

Al utilizar maquinaria fuera de norma se emitirían más CO₂ de lo que se podría regular, 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.

Por otro lado, Se espera un aumento en la población dentro del área de estudio debido a la disponibilidad de hospedaje que ofrece el proyecto, por lo que, también se espera un aumento en la circulación de vehículos y por lo tanto aumento en las emisiones de gases de combustión y ruido.

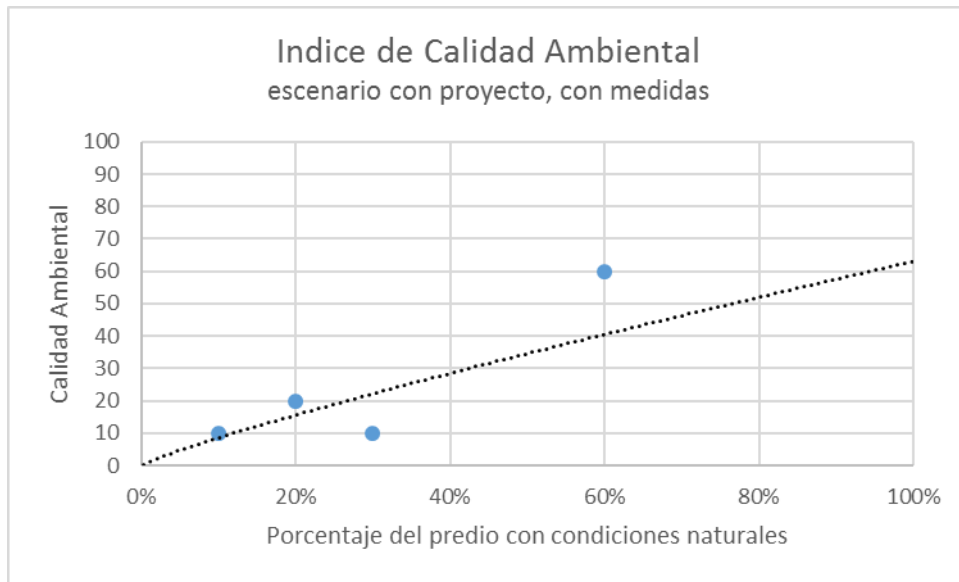
Las personas que ocupen las habitaciones del proyecto generarán principalmente residuos sólidos y aguas residuales.

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 realización el 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.

Según el índice, es posible observar que derivado de la aplicación de las medidas de mitigación donde se considera mantener el 17% de áreas ajardinadas con especies nativas de la zona, esto mantendrá, según el índice un valor de .60, derivado de esto la curva potencia, pronostica un 63% de calidad ambiental, con la aplicación del proyecto y con sus respectivas medidas (Ver Grafica IV-5).



Grafica IV-5 Índice de Calidad Ambiental "con proyecto y con la aplicación de medidas de mitigación"

De acuerdo a que en el área del proyecto, se pretende realizar un proyecto turístico 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 Promovente 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 trabajando alrededor de 15 personas en turno de 8 horas. Se estima que una persona genera 0.905 kg de basura al día (Generación: los principales generadores de estos residuos serán el personal que labore).

1. No obstante, dentro del sitio del proyecto y de acuerdo a las actividades a desarrollar, se considerará que una persona generará al día 0.301 kg de residuos urbanos ya que será turno de 8 horas. De acuerdo a lo anterior, se calcula que diariamente se generarán 4.5 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 el desarrollo y Operación del Proyecto se llevará a cabo la separación primaria.

Para el correcto manejo de estos residuos, en los lugares de trabajo 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.4 Programa de monitoreo de Flora y Fauna (rescate)

El encargado del programa supervisará la superficie donde se realizan las actividades en su caso de encontrar alguna especie se anotará en una bitácora, tendrá a su cargo también el supervisar que no se utilice fuego o herbicidas.

Ejemplo:

| PROGRAMA DE MONITOREO | | | |
|----------------------------------|------------------------------|--|-----------------------------|
| ACTIVIDAD: RESCATE DE VEGETACIÓN | | | |
| FECHA | SUPERFICIE DONDE SE LOCALIZO | SECCIÓN DONDE SE REMOVIO LA VEGETACIÓN | MATERIAL O EQUIPO UTILIZADO |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Ejemplo:

| PROGRAMA DE MONITOREO DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA | | | | | | | |
|---|---------|----------|--------|-------------|----------|--------|-------------|
| Nombre del Supervisor | | | | | | | |
| No. | Especie | Visita 1 | | | Visita 2 | | |
| | | Fecha | | | Fecha | | |
| | | vivo | Muerto | comentarios | vivo | muerto | Comentarios |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Programa de Rescate de Fauna

Este rescate se realizará con todo el cuidado necesario de detectar mamíferos pequeños en este caso crías se procurará no tocar con las manos dado que los mamíferos los olores son importantes y pueden los padres en rechazar a la cría, de ser necesario se dará aviso a la SEMARNAT al Centro Integral de Vida Silvestre para su traslado o bien para su resguardo, las actividades antropogénicas dentro del solar urbano delimitan la distribución natural de las especies que habitan la región, generalmente los mamíferos y reptiles se alejan del ruido de la misma forma las aves, las cuales es más fácil su traslado de un sitio a otro,

En el caso de los rescates, los individuos capturados deben ser trasladados a un ambiente predefinido. El ambiente de la liberación debe ser lo más cercano posible al sitio de captura, fuera del área de influencia del proyecto e idealmente en áreas naturales protegidas. El ambiente puede ser mejorado para facilitar la recolonización por parte de los individuos rescatados (SAG, 2004). Pero esto dependerá de la valoración de los especialistas.

Para el presente programa de rescate, dos días previos a las actividades de preparación del sitio, especialistas en fauna llevaran a cabo recorridos, con el propósito de capturar la fauna de baja movilidad (anfibia, reptil) para su posterior liberación en sitios cercanos al proyecto. Durante este periodo se llevarán a cabo también capturas nocturnas de mamíferos, utilizando trampas Sherman, para su posterior reubicación en sitios similares a los encontrados en el proyecto. Las especificaciones de las metodologías para la captura de mamíferos mediante trampas de caja tipo Sherman pueden consultarse en el trabajo de Mills et al. (1998).

Si una vez comenzadas las obras se detecta alguna especie animal de baja movilidad dentro del solar urbano, se procederá a dar aviso al Técnico o gerente Ambiental asignado para la obra, quien procurará su rescate y liberación a un lugar más seguro. Al momento de realizar el desmonte y el despalme se tendrá cuidado de no lastimar ningún mamífero sobre todo aquellos que tienen sus refugios y madrigueras en el suelo. El Técnico Ambiental estará pendiente para permitir que el animal se desplace a otro sitio antes de que pase la maquinaria.

Este programa se describe a detalle dentro del anexo presentado en este estudio para el capítulo VI

Programa de Restauración

Para poder llevar un control sobre el éxito o fracaso de la restauración y limpieza del flujo hidrológico de un ecosistema de manglar, se desarrollará un programa para el monitoreo de las áreas, en sus diferentes etapas. Para agilizar esta labor, se crearán formatos de verificación semanal que tendrán que ser llenados por el Técnico o Supervisor Ambiental.

Ejemplo:

| PROGRAMA DE MONITOREO DE ÁREAS DE FORESTACION Y JARDINERIA | | | | | | |
|--|------|------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|
| NOMBRE DEL SUPERVISOR | | | | | | |
| Fecha | Zona | Etapas De Restauración | Porcentaje Árboles Vivos | Porcentaje Árboles Muertos | Posibles Causas De Muerte | Observaciones |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Todo lo anterior está planteado a un escenario ambiental esperado pero hipotético. Las medidas y especificaciones de los programas de monitoreo y vigilancia ambiental, así como los planes derivados de los mismos, deberán ser flexibles y adaptarse a las condiciones que se presenten en el escenario real y evaluar las mejores alternativas, con el fin de obtener resultados favorables en cuanto a la restauración del sitio del proyecto.

VII.5 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 generarán 16 impactos ambientales de importancia, de los cuales 15 serán negativos; así mismo, se prevé la generación de 1 impactos positivos.

De los impactos negativos generados, 2 se producirán en la etapa de preparación, 8 en la etapa de construcción y 6 en la etapa operativa.

Si bien se registran impactos ambientales, estos en su totalidad son prevenibles, mitigables y compensables, porque el proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

A pesar que se identifican 16 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 el desarrollo del proyecto, se puede concluir que el proyecto hotelero no producirán 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 como se menciona en capítulos anteriores, el solar urbano actualmente se encuentra un ecosistema en estado secundario, derivado del desarrollo urbano. Por lo que la diversidad que existe es mínima, la cual será mantenida en su totalidad en el sitio del proyecto

No implica aislar un ecosistema, puesto que este ya se encuentra 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 a Ambiental, 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 pretende realizar 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 un zona fuera del ecosistema del manglar, por lo que se puede concluir que la realización del presente proyecto **no pondrá en riesgo la integralidad del ecosistema de manglar** que se encuentra en la zona, con la aplicación de las medidas de mitigación será posible mejorar las condiciones generales actuales del solar urbano, mejorando la diversidad.

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:

8.2.1. *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 a la República Mexicana.

VIII.2 BIBLIOGRAFÍA

- American Ornithologist' Unión (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://digaohm.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.