Área que clasifica. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

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

Partes clasificadas.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPÍTULO I

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

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO "*VILLA CONCHA*" EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto

Construcción y operación del proyecto "*Villa Concha*" en Isla Holbox, Quintana Roo.

Objetivo:

Obtener la Autorización de Impacto Ambiental (AIA) emitida por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT, para desarrollar las diferentes etapas que integran al proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, a través de la evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) del mismo que se llevará a cabo mediante el procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA).

Descripción general:

El proyecto a construir y operar, "*Villa Concha*", consiste en edificar una villa residencial (casa habitación) de uso eventual (de descanso o vacacional) en distintos períodos del año, para una familia de diez integrantes. La casa es una obra nueva a construir en un predio ubicado al oeste de Isla Holbox, la cual queda dentro del Área Natural Protegida (ANP) *Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam*. Si bien, el predio por aprovechar está en la poligonal del ANP, específicamente se encuentra en la subzona de *Asentamientos Humanos Holbox*, en la cual se contempla como actividades permitidas la construcción de obra pública y privada y turismo de bajo impacto ambiental. Aunado a ello, las principales actividades en la Isla de Holbox son los servicios de hospedaje, servicios turísticos, servicios de apoyo para la comunidad, estacionamiento y transporte de víveres. Por lo anterior, "*Villa Concha*" es un proyecto que coincide con el uso de suelo actual de la región y compatible con las obras que la integran y actividades permitidas.

La obra nueva a establecer no generará fragmentación adicional al ecosistema natural de la isla; en la actualidad, el predio se ubica en una zona en el que el paisaje original fue modificado y fragmentado desde el pasado con los inicios de aprovechamiento de la localidad de Holbox, durante el cual se realizó la instalación de la infraestructura básica municipal, vialidades y lotificación, así como obras civiles del sector privado. A pesar de la modificación del paisaje original, dentro del asentamiento humano que corresponde a la localidad de Holbox se mantienen parches dispersos de vegetación nativa, los cuales suelen estar colindantes a obras civiles y, en ocasiones, rodean las casas de la zona o se encuentran en los patios de los terrenos. Entre los parches de vegetación se encuentran algunos conformados por manglar, representados por la dominancia de una o hasta las cuatro especies de mangle que se desarrollan en la región; el manglar dentro de la subzona de *Asentamientos Humanos Holbox* suele estar en el borde de terrenos o caminos, al lado de casas o en los patios de los predios, brindando servicios ambientales a los pobladores.

Particularmente, el predio seleccionado para el desarrollo del proyecto cuenta con elementos de flora nativa de la región, entre las que se encuentra una comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar de 685.485 m^2, conformado principalmente de Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y con presencia de Mangle negro (*Avicennia germinans*), ambas en categoría de Amenazadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARMAT-2010; esta comunidad de manglar también se integra de especies de flora arbustiva y herbácea como *Pithecellobium keyense* y *Batis maritima.* Además del parche de manglar, dentro del predio también se encuentra superficie sin cobertura vegetal (suelo desnudo) y superficie cubierta de plantas herbáceas dominada por *Distichlis spicata* y con presencia de *Flaveria linearis* y *Sesuvium portulacastrum*. La superficie sin cobertura vegetal dentro del predio es resultado del impacto previo en el área por el tránsito de pobladores, turistas y vehículos de motor, con lo cual abrieron caminos que durante años utilizaron para acceder a la playa y a los club de playa cercanos al predio de interés; si bien, existen acceso públicos a la playa, las personas optaban por usar esos caminos como vía alterna.

Considerando las componentes ambientales visibles del predio, las disposiciones de los ordenamientos jurídicos en materia ambiental que rigen la zona y los lineamientos del Programa de Manejo del ANP Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, como parte del anteproyecto de "*Villa Concha*" se realizó un análisis de las características y condiciones del terreno con la finalidad de incluir sus elementos bióticos y abióticos en el diseño del proyecto. Como resultado, se proyectó una obra con un concepto "más amigable" con el ambiente, con una solución arquitectónica que emplace áreas sin vegetación o sin cobertura de especies protegidas como el manglar y con la reducción del impacto directo sobre la superficie del terreno.

Dentro de este contexto, la obra a establecer se considera de bajo impacto al aprovechar una superficie previamente modificada por la actividad humana de la localidad de Holbox. Asimismo, como parte del proyecto se contemplaron elementos y un diseño estructural que contribuye con: mantener áreas verdes con vegetación nativa del predio; conservar la comunidad de manglar; mantener superficie permeable para la infiltración del agua pluvial (más del 80% del terreno); permitir el tránsito de especies de fauna silvestre; conectividad de los elementos naturales del predio con áreas colindantes, así como el armonizar con el paisaje de la zona. Cabe mencionar que, el diseño de la casa fue orientada hacia la eficiencia energética a través del uso de eco técnicas como la ventilación, iluminación natural y uso de elementos ahorradores de energía durante la operación, además de contemplar la recolección de agua de lluvia, uso de biodigestor y reúso de aguas tratadas por medio de filtración de agua, contribuyendo de este modo a reducir la presión sobre el sistema de drenaje y agua potable de la isla, además de evitar la contaminación del ambiente.

Entre otros beneficios a generar con el desarrollo de "*Villa Concha*" se encuentra la generación de empleos directos temporales y permanentes, así como empleos indirectos por la demanda de servicios e insumos

locales. Por lo tanto, llevar a cabo el proyecto también producirá impactos positivos sobre el medio socioeconómico de la región. Es de destacar que, el desarrollo de la obra no generará desequilibrio ecológico y no pondrá en riesgo la permanencia de especies de la región, tampoco producirá contaminación del agua, suelo o aire, de esta forma, el promovente contribuye a mantener un ambiente sano para el desarrollo y bienestar de la población de Holbox, incluyendo visitantes de la localidad, así como los ocupantes de la casa. Cabe mencionar que, durante todas las etapas del proyecto se dará cumplimiento a lo dispuesto en los instrumentos normativos que rigen la zona, además, para el diseño final se contempló la participación de personal de las áreas de arquitectura, biología y derecho ambiental, para optar por alternativas viables, las cuales se establecieron conforme se fue elaborando la presente manifestación de impacto ambiental.

Antecedentes del proyecto

"*Villa Concha*" es un proyecto diseñado con base en la distribución de los componentes ambientales en el predio y áreas colindantes, la normatividad ambiental que rige la zona y el Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam. Con el análisis de los instrumentos jurídicos y las características ambientales del terreno, sitios adyacentes y de la región, se eligieron los procedimientos, materiales, distribución, orientación, formas y colores más amigables con el ambiente, con el objeto de reducir el impacto sobre los componentes ambientales y, así, proteger y conservar elementos naturales clave de la zona que contribuyan a mantener un ambiente sano para el desarrollo de los pobladores de Holbox y la vida silvestre, asimismo, se mantendrán servicios ambientales y no se producirá desequilibrio ecológico sobre los ecosistemas del ANP.

Es importante mencionar que, en el predio donde se ubicará el proyecto "*Villa Concha"*, anteriormente se consideró ejecutar el proyecto "Villa Holbox", el cual fue sujeto al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) en 2022 mediante una MIA-R. Sin embargo, durante el transcurso de la evaluación a cargo de la DGIRA, tanto de la MIA-R como de la Información adicional solicitada, se presentaron diversos eventos como: la llegada de fenómenos hidrometeorológicos (tormentas y ciclones tropicales; ciclón extra tropical); modificación de la zona donde se ubica el predio; tránsito e ingreso al predio por parte de turistas, pobladores y vehículos; por la condición del predio, éste se tomó como basurero (depósito de residuos sólidos) a cargo de extraños; construcción de obras nuevas y remoción de vegetación en predios colindantes. Con base en lo expuesto, se observó una afectación sobre la cobertura vegetal del predio y la zona, una imagen descuidada del sitio por presencia de residuos sólidos y obstrucción de acceso fácil al terreno. Ante ello, el promovente, tomando en cuenta que busca desarrollar un proyecto sustentable, mediante la asesoría de especialistas en diseño, construcción, impacto ambiental y derecho ambiental, acordó realizar modificaciones y el reforzamiento de elementos del diseño original (Villa Holbox), derivando en el desistimiento del trámite para realizar los ajustes necesarios de forma oportuna (para *Villa Concha*).

Entre los ajustes más significativos se encuentran el de la cisterna, el biodigestor, el almacén de agua tratada y el registro de lodos, para garantizar que no existan fugas de aguas residuales y que ante un encharcamiento del predio, no se llene de agua dichas áreas y no se mezcle con los residuos; reforzar el diseño de las instalaciones eléctricas; reubicar el camino elevado para no afectar vegetación; verificar superficies de desplante; establecer medidas de prevención y atención de contingencias ambientales e hidrometeorológicas; entre otros. Es importante señalar que, actualmente el promovente NO ha construido ningún elemento previamente mencionado ni de los elementos sujetos al procedimiento de EIA a través de la presente MIA-R; los cambios y ajustes se realizaron sobre el diseño y los planos de la obra, en complemento se llevó a cabo la actualización del inventario ambiental para las nuevas modificaciones.

Obras y Actividades sujetas al procedimiento de EIA

Considerando la mejora del proyecto para reducir el impacto sobre el ambiente de Isla Holbox, se presenta ante la DGIRA para su evaluación en impacto ambiental, el proyecto *Construcción y operación del proyecto* "*Villa Concha*" *en Isla Holbox, Quintana Roo*, por lo que quedan sujetos al procedimiento de EIA las siguientes obras y actividades:

- Villa residencial, con los siguientes elementos:

  Casa con tres niveles: planta baja, nivel 01 y nivel 02 (azotea); la construcción estará elevada a 1.50 m del nivel de terreno mediante muros de carga discontinuos, manteniendo así superficies permeables y el tránsito de fauna.

- Sala exterior, terraza, deck exterior, alberca y deck de soporte, sendero con material permeable y regaderas, temazcal, zona de asador, huellas de escaleras y muretes de soporte para malla sombra.
- Camino elevado sobre postes de madera.
- Cerco de giles de madera con pasos de fauna, para delimitar el terreno.
- Construcción/instalación de Cisterna de 12500 L, cuarto de máquinas, almacén de aguas tratadas, biodigestor y registro de lodos, cuarto de máquinas de la alberca y caseta de servicios complementarios, así como instalaciones eléctricas e hidrosanitarias que se necesiten para el funcionamiento de la casa.
- Designar como *Área de conservación* a la comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar del terreno, con una superficie de 685.485 m^2 equivalente al 41.030 % de la superficie total del predio.

Obras temporales

- Delimitación de un área provisional dentro del predio, para habilitar un almacén temporal, el cual estará construido con material precario (materiales temporales). Dicho almacén tendrá la función de resguardar

los materiales y herramientas utilizados en la ejecución de la obra. De igual forma, el almacén temporal servirá para vigilancia diurna y nocturna durante la etapa de construcción.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se desarrollará en el Predio 012, Manzana 0131, Zona 002, ubicado en la calle Paseo Carey, de la Isla de Holbox, municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo, de acuerdo con la Escritura Pública ; el predio cuenta con una superficie de 1,670.68 m^2 y está identificado con la clave catastral 05040020131012000. Particularmente, el predio posee superficies sin vegetación, superficies con cobertura de plantas herbáceas y superficies con vegetación secundaria arbustiva de manglar; en el interior del terreno NO existen construcciones civiles como casa u obras de concreto, por lo que es un predio de tipo rústico previamente impactado por actividades humanas (ajenas al promovente).

La zona donde se encuentra el predio de interés cuenta con superficies desprovistas de vegetación, vías de arena (como en toda la isla) previamente establecidas para las actividades humanas que se desarrollan en la zona, obras civiles como residencias y restaurantes, además, en la zona marina cercana existe un muelle. Cabe señalar que, la zona es frecuentada por turistas y locales debido a que, a menos de 70 m, del lado de la costa, se encuentra Playa Punta Cocos, un sitio turístico de buena demanda que cuenta con mobiliario no permanente en la zona de playa.

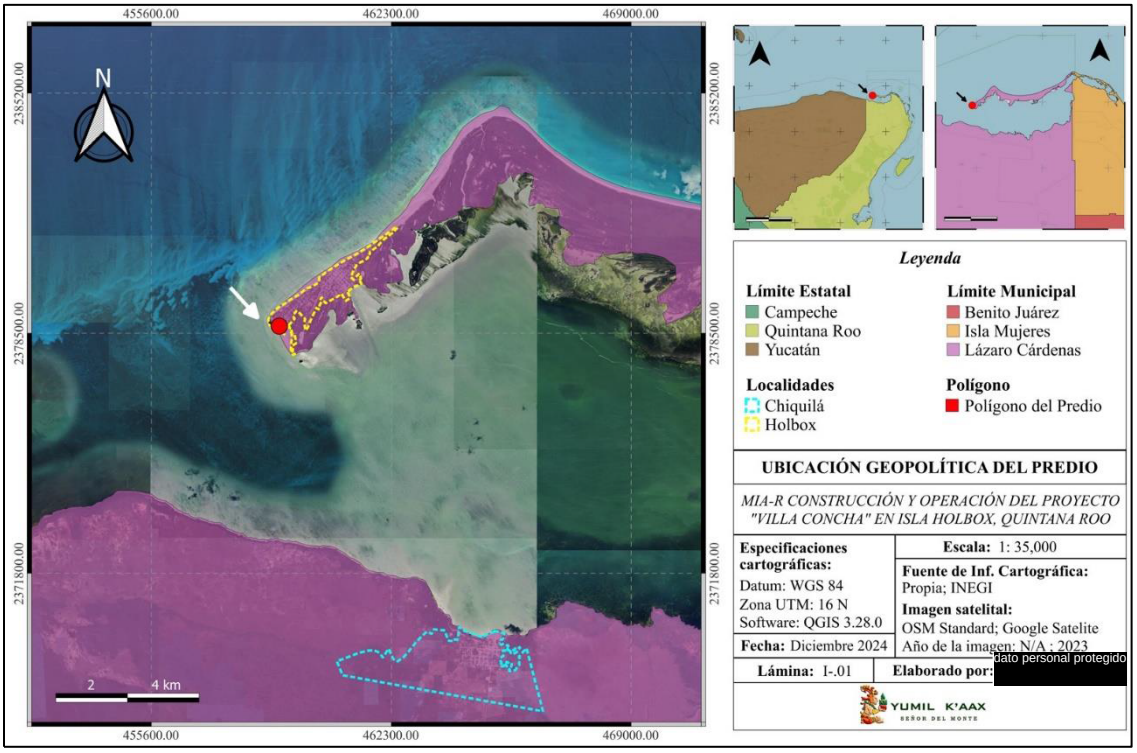


Lámina I.1. Ubicación del predio en Isla Holbox.

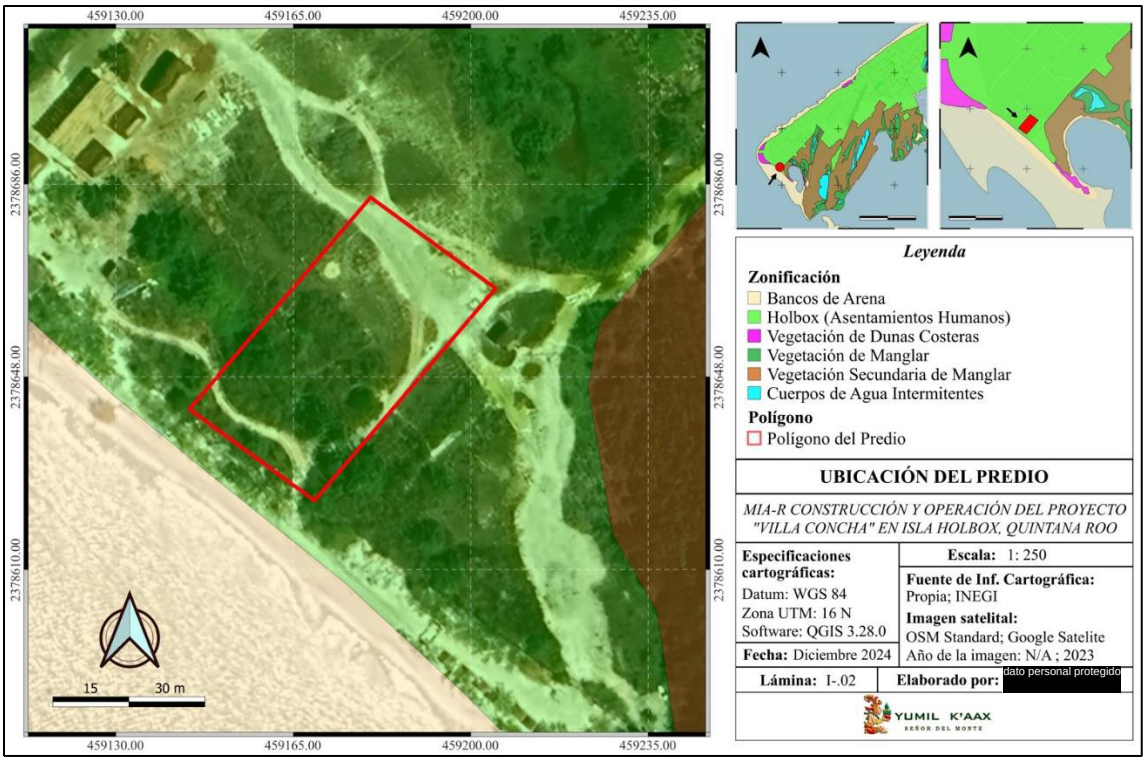


Lámina I.2. Ubicación del predio en Isla Holbox.

El predio presenta las siguientes colindancias:

- Al norte colinda con vías de arena sin cobertura vegetal y con el predio 002 sin uso aparente, con partes sin cubierta vegetal cercanas a las vías existentes. Un tramo de la vía coincide con el predio.
- Al este con vías de arena y el predio 011 sin uso aparente con y sin cubierta vegetal. De igual forma, un tramo de la vía coincide con el terreno.
- Al sur con la calle Paseo Carey y Zona Federal Marítimo Terrestre.
- Al oeste con Zona Federal Marítimo Terrestre, sujeto a aprovechamiento para actividades turísticas, así como el predio 014 con y sin cobertura vegetal, en parte con uso turístico.

Es importante mencionar que un tramo de la vía norte coincide en la zona norte del predio para el proyecto, este camino fue establecido desde años previos por pobladores y turistas del área debido a que el terreno no contaba con delimitación física, por ello, las personas transitaban con facilidad por el terreno de interés y sitios colindantes para llegar y aprovechar los sitios turísticos cercanos el predio, derivando en el establecimiento de vías de acceso, sin contemplar si eran o no predios particulares, lo que también se aprecia en los predios colindantes. Lo anterior propició que, al no existir restricción de paso en el predio, este sea

utilizado también como "baño" de turistas que visitan la zona y para la disposición de residuos sólidos, incluso sobre el manglar. Por ello, el establecimiento de la obra propuesta ayudará a restringir el paso de ajenos al predio y mantenerlo limpio, generando así un beneficio ambiental al evitar la contaminación del suelo, además de establecer como superficie de conservación la comunidad de manglar presente en el terreno, contribuyendo con su protección.

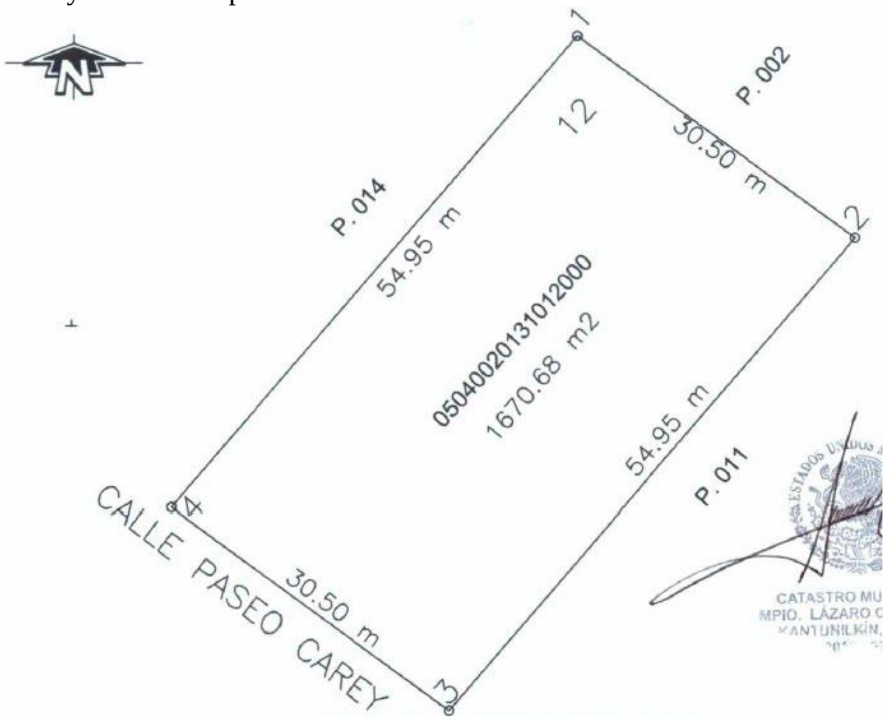


Figura I.1. Dimensiones del predio de acuerdo con la Escritura Pública

La Villa residencial se establecerá en la zona del terreno sin cobertura vegetal (que coincide con el tramo existente que fue utilizado como vía) y en parte de superficie cubierta con plantas herbáceas, por lo tanto, NO se afectará la comunidad de manglar presente en el predio. La remoción de vegetación se centrará en plantas herbáceas, ya que no existen árboles o arbustos por remover en el área de desplante. La villa será elevada, en este sentido, la superficie en contacto con el terreno natural se reduce a los elementos de soporte estructural conformados por pilotes, dados y columnas, así como los equipos necesarios para las instalaciones de la casa habitación a construir. Considerando los elementos de soporte estructural de la casa y las obras exteriores, se estima una superficie de 186.76 m^2 de suelo natural que será impactada directamente por el establecimiento de "*Villa Concha*", lo que equivale al C.O.S. De este modo, 1, 483.92 m^2 se superficie del terreno se mantendrán con sus características originales, en este sentido, se mantendrá 88.82% de suelo original con sus características originales y superficie permeable; en este porcentaje se incluye la superficie de 685.485 m^2 del *área de conservación* de manglar a establecer.



Figura I.2. Estrategia arquitectónica general de "*Villa Concha"*.

El predio se ubica en el Área Natural Protegida *Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam*, con una superficie del 100% del total del terreno que coincide con la subzona *Asentamientos Humanos Holbox*.

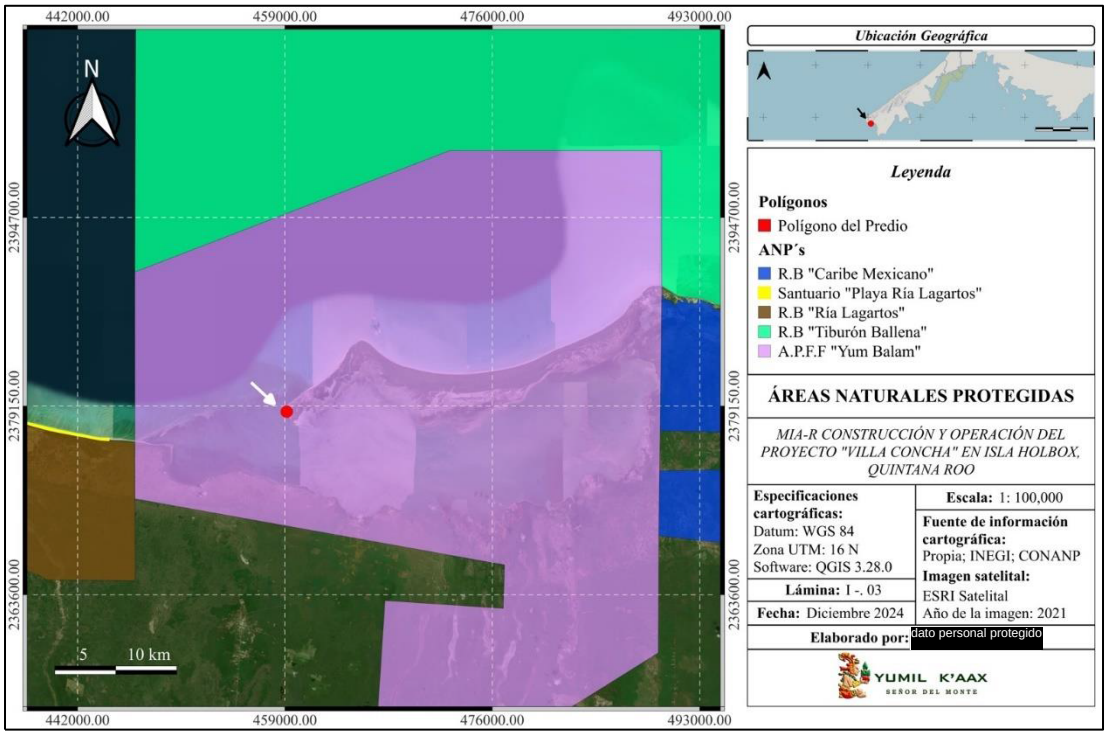


Lámina I.3. Ubicación del predio en el ANP Yum Balam.

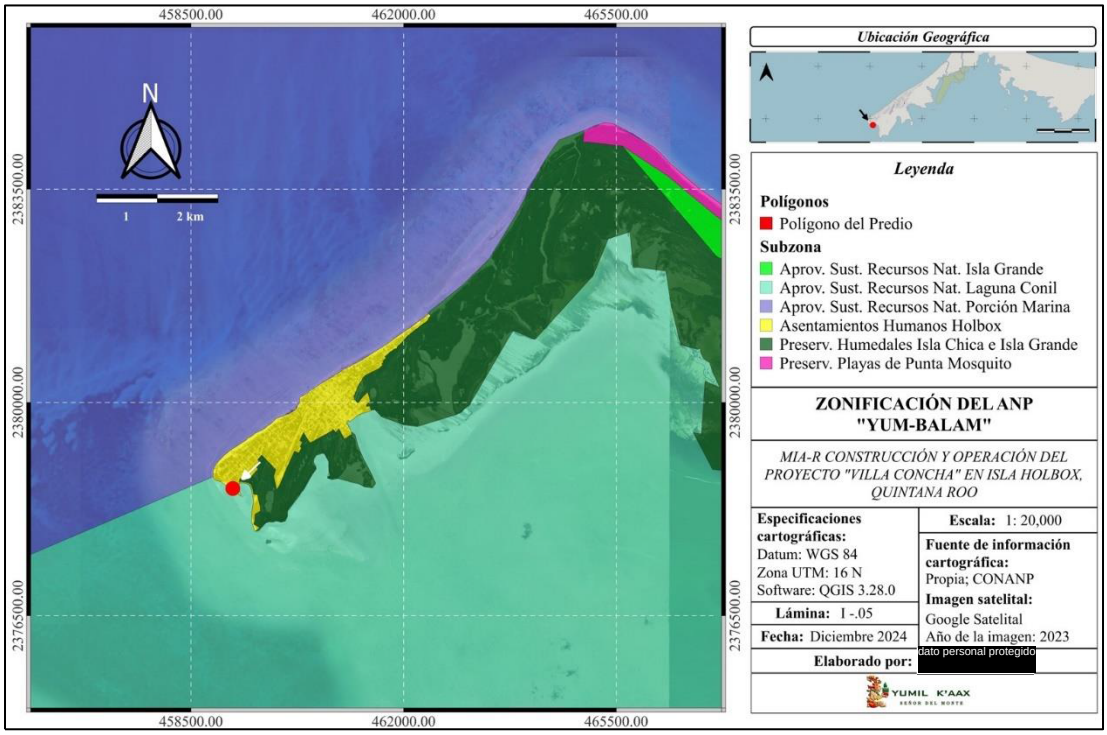


Lámina I.4. Ubicación del predio en la subzona Asentamiento Humanos Holbox.

El *Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam* (APFF Yum Balam) se encuentra en el estado de Quintana Roo, en el municipio de Lázaro Cárdenas, la cual fue establecida como ANP mediante Decreto Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 6 de junio de 1994, sin embargo, su Plan de Manejo se publicó en el DOF hasta el 5 de octubre de 2018. Esta ANP cuenta con una superficie total de 154, 052.25 ha.

De acuerdo con las Láminas I.3 y I.4, el proyecto se establecerá en un predio dentro del polígono de Asentamientos Humanos de Holbox. Por lo tanto, no se afectarán subzonas de preservación o recuperación. La subzona de asentamiento humano Holbox colinda con subzonas de aprovechamiento sustentable de la Laguna Conil y la porción Marina, en la que son permitidas las actividades de turismo de bajo impacto. Respecto a la subzona de *Asentamientos Humanos Holbox*, el campismo, la colecta científica de ejemplares de la vida silvestre, la colecta científica de recursos biológicos forestales, la construcción de obra pública y privada, la educación ambiental, el establecimiento de UMA, la investigación científica, el mantenimiento de infraestructura, los senderos interpretativos, el turismo de bajo impacto ambiental y el uso de vehículos terrestres, son actividades permitidas. Por lo tanto, el desarrollo del proyecto es compatible con los lineamientos establecidos en el Programa de Manejo del ANP (en el capítulo III se presenta la vinculación con los lineamientos de regulación del programa del ANP).

I.3. Duración del proyecto

Para la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se contempla un plazo de 12 meses. En específico, y de acuerdo con el programa de trabajo incluido en el capítulo II de la presente MIA-R, se prevé emplear un tiempo efectivo de 8 meses para las dos etapas en mención, sin embargo, por la ubicación del predio en una isla, en la que el tránsito es limitado y que además está expuesta a distintos eventos meteorológicos (como ciclones y tormentas), es posible que se generen imprevistos ajenos al promovente lo que pudiera retrasar el desarrollo de la obra, motivo por el cual se solicitan 12 meses. Cabe mencionar que, el promovente dará aviso del inicio de obras y el término de estas, por lo tanto, en caso de concluir la etapa de construcción antes de los 12 meses, la Secretaría será notificada mediante el informe final.

En cuanto al tiempo de vida útil del proyecto, se estima en 60 años, no obstante, con el mantenimiento preventivo y correctivo de las obras e infraestructura es posible que se aplace el tiempo estimado, motivo por el cual no se contempla la etapa de abandono del sitio. En este sentido, se puede prever una vida útil indefinida de la obra. Cabe mencionar que, en caso de que la autoridad ambiental requiriera el abandono del sitio (fundado y motivado) en un plazo menor al tiempo de vida útil estimado, el promovente responsable del proyecto presentará el correspondiente *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Villa Concha".* Para dicho programa se considerará el total y tipo de obras presentes en el predio; las actividades de desmantelamiento y/o retiro de obras; manejo de residuos a generar; acciones de rehabilitación de áreas susceptibles a recuperar; la normatividad ambiental vigente; y se plantearán pronósticos ambientales posterior al abandono del predio.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

Como parte de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el promovente anexa otros documentos para sustentar el escrito y cumplir con los requisitos de la Secretaría, así como los establecidos en los distintos instrumentos normativos, con el fin de obtener los permisos necesarios para ejecutar el proyecto de *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox.* A continuación, se listan los documentos anexados a la presente, necesarios para el proceso de evaluación realizado por la Secretaría:

- **ANEXO 1-DOCUMENTOS LEGALES**
  - 🗁 Copia de la identificación del promovente
  - 🗁 Copia de la escritura pública
  - 🗁 Copia de la escritura pública
- **ANEXO 2-PLANOS DEL PROYECTO**
  - 🗁 SERIE AR0 - INFORMACIÓN GENERAL

- 🗁 SERIE AR1-PLANTAS ARQUITECTÓNICAS
- 🗁 SERIE AR2- FACHADAS GENERALES
- 🗁 SERIE AR3- SECCIONES
- 🗁 SERIE AR6- CORTES
- 🗁 SERIE AR8- PLANOS DE ÁREAS
- 🗁 SERIE AR9- PLANOS DE TRAZO
- 🗁 PLANOS DE INSTALACIONES

- **ANEXO 3-FOTOGRÁFICO**

Archivo fotográfico con imágenes del predio y colindancias, así como elementos del Sistema Ambiental Regional. Las fotografías incluyen evidencias de flora y fauna registrada en la zona, vistas generales del predio, vista de la vía de acceso y elementos naturales y urbanos de la zona.

Asimismo, se incluyen estudios técnicos complementarios (geohidrológico y mecánica de suelos) listados en el Capítulo VIII de la MIA-R.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente

I.2.3. Clave Única de Registro de Población (CURP) del promovente

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

Teléfono

Correo electrónico

I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio

- **Nombre o Razón Social**

Proyecto Ambiental y Sustentable S.C.

- **Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

- **Nombre del responsable técnico del estudio**

- **Colaboradores:**

- **Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del responsable técnico**

- **Clave Única de Registro de Población del responsable técnico**

- **Número de Cédula profesional del responsable técnico**

- **Dirección del responsable técnico**

- **Teléfono y correo electrónico**

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO "*VILLA CONCHA*" EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

"*Villa Concha*" es una obra nueva residencial con interés de desarrollar en un predio particular de 1,670.68 m^2 en el asentamiento humano de Isla Holbox, perteneciente al municipio de Lázaro Cárdenas, en el estado de Quintana Roo. La obra propuesta consiste en una casa de tres niveles, a construir con el objetivo de establecer un sitio de uso eventual para hospedar una familia de diez integrantes durante su estancia en Isla Holbox en distintos períodos del año. Por su naturaleza, en la villa residencial se desarrollarán actividades con características domiciliarias (domésticas) en períodos vacacionales, a cargo de la familia que se hospedará en ella. Para su correcto funcionamiento y cumplir su objetivo, "*Villa Concha*" poseerá elementos como: biodigestor, cisterna, alberca, cuarto de máquinas, temazcal, terraza, regaderas, entre otros.



Imagen II.1. Propuesta de diseño de "*Villa Concha*".

El diseño de "*Villa Concha*" se determinó con base en criterios de funcionalidad, estética, paisaje, orientación, uso responsable del suelo y elementos naturales del predio, normatividad ambiental, comodidad, estilo y gusto personal del promovente. El resultado, una casa con un diseño muy particular que evoca a la forma de una concha de molusco, por medio del cual se logra integrar ecotecnias que permitirán reducir el impacto en el ambiente por la construcción y operación de la obra, al prevenir, mitigar y/o compensar los efectos sobre los componentes naturales del predio seleccionado para edificar la villa y de la región. Para la propuesta de desplante de la casa dentro del predio se tomó en cuenta la superficie disponible y factible de aprovechamiento, el tipo de suelo, la vegetación existente y la presencia de especies protegidas.

Considerando sus características, "*Villa Concha*" se concibe como una obra armónica con el entorno que busca impactar lo menos posible los elementos naturales del terreno donde se va a establecer; el concepto de la casa incluye una solución arquitectónica que permitirá el aprovechamiento de superficies sin vegetación, espacios previamente impactados y áreas sin cobertura de manglar. A través del diseño propuesto de la casa sobre muros de carga discontinuos que elevan la obra a 1.50 m del nivel del terreno, se minimiza el contacto directo de los elementos estructurales con el suelo con lo cual se evita: alterar la dirección del flujo y escurrimiento de agua en el terreno; obstaculizar la infiltración de agua pluvial; impedir el tránsito de fauna silvestre; afectar la permanencia del manglar en el predio; y debilitar el suelo. Asimismo, la solución estructural reduce la vulnerabilidad física de la obra que estará expuesta a fenómenos naturales.



Imagen II.2. El concepto del diseño de "*Villa Concha*" se centra en una casa funcional, estética y que busca reducir el impacto sobre componentes ambientales, que a su vez, protege elementos naturales como el suelo, flora y fauna del predio.

Los elementos que integrarán el proyecto a establecer, tanto estructurales como para su funcionamiento, y los procedimientos que se involucran para su construcción y operación, posibilitan su desarrollo en el predio de interés; por la vocación de uso de suelo y las actividades permitidas en el área es factible desarrollar la obra en el sitio seleccionado. Asimismo, por las condiciones ambientales, sociales y económicas de la región donde se establecerá la villa residencial, se considera viable su desarrollo. Por lo anterior, se sujeta al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R), la obra de interés bajo la denominación de *Construcción y*

operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo, a través de la cual la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) evaluará y resolverá la viabilidad técnica, legal y ambiental del proyecto en mención con el objeto de obtener favor del promovente la Autorización de Impacto Ambiental (AIA) para la ejecución de las obras y actividades propuestas.

La EIA permite identificar de forma oportuna los efectos que potencialmente se generarán en el ambiente durante las diversas etapas de desarrollo del proyecto (Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento). Asimismo, se evalúan las medidas ambientales que el promovente propone para prevenir, mitigar y compensar los impactos que se produzcan sobre el ambiente y los elementos que lo integran. Si bien, actualmente toda actividad humana genera un impacto sobre los componentes ambientales, las acciones adecuadas pueden minimizar la intensidad, la cantidad y/o tamaño de aquellos impactos con efectos negativos, y favorecer la proliferación, intensidad y/o mantenimiento de aquellos con efectos positivos. Por ello, es necesario una evaluación integral del proyecto y sus elementos.

Dentro de este contexto, a través del presente Capítulo II (en complemento con documentos anexos a la MIA-R) se brinda información de las actividades y obras que se llevarán a cabo para desarrollar el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo.* La descripción de las características de "*Villa Concha*" permitirá identificar los elementos relevantes del proyecto que pudieran generar los impactos sobre el ambiente, así como afectaciones al medio natural y socioeconómico de la región donde se establecerá. En consecuencia, se podrán proponer las medidas más adecuadas para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales que se identifiquen; cabe recordar que, desde el diseño "*Villa Concha*" ya se plantea una solución arquitectónica que reduce el impacto sobre el ambiente en comparación con obras de naturaleza similar con diseños convencionales en su estructura.

La propuesta de proyecto posee características para que su desarrollo no genere algún desequilibrio ecológico en la zona ni ponga en riesgo la existencia o permanencia de especies de vida silvestre de la región. También, la oportuna atención de los impactos sobre el ambiente evitará generar escenarios que afecten de forma significativa al sector social de Holbox que, al encontrarse en una isla, está expuesta a distintas situaciones y eventos que pudieran comprometer su salud y/o el ambiente en el que se desarrollan. Aunado a ello, Isla Holbox forma parte del Área Natural Protegida (ANP) Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFF Yum Balam), por lo que la ejecución de obras y actividades debe estar orientada a un desarrollo de bajo impacto para no aumentar significativamente la problemática ambiental de la zona, con el objetivo de proteger y conservar los ecosistemas claves del ANP que albergan especies de gran importancia biológica, social, cultural y económica.

II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" es Isla Holbox, Quintana Roo* es una obra nueva que consiste en el establecimiento de una casa habitación para uso particular del promovente y su familia de forma eventual para descanso o vacacional, es decir, que la villa residencial será ocupada en distintos períodos al año por una familia que desarrollará actividades domésticas, para descanso y recreación de bajo impacto, durante su estancia en Isla Holbox. En este sentido, el uso de la obra a construir y operar se limitará al aprovechamiento por una familia específica como residencia estacional para su goce particular.

La obra posee un diseño que busca ser un referente al plantear una intervención responsable en un predio dentro de un área de conservación, a través de la disminución del impacto de forma significativa mediante estrategias de construcción y operación congruentes con el espíritu y los objetivos que motivaron la creación del ANP APFF Yum Balam, área protegida a la que pertenece la Isla de Holbox. La finalidad de reducir el impacto sobre los elementos naturales del predio seleccionado es la de contribuir con la protección y componentes ambientales de la región, las cuales integran y mantienen en equilibrio tanto los ecosistemas naturales de la isla como del ANP Yum Balam. Asimismo, un aprovechamiento responsable del terreno y una planificación oportuna de desarrollo del proyecto contribuye a reducir la vulnerabilidad física y social de la obra a construir, atendiendo de este modo los efectos de fenómenos naturales y del cambio climático.

La casa y sus áreas complementarias, que en general integrarán "*Villa Concha*", fueron concebidas como componentes para que impacten lo menos posible el sistema ambiental del predio y, adicionalmente, que se favorezca la protección directa de elementos naturales del sitio seleccionado, así como de la región de Yum Balam. Para ello, la solución arquitectónica contempla el desplante de la casa y sus elementos en áreas previamente impactadas para aprovechar superficies sin vegetación o únicamente con presencia de herbáceas, pero sin cobertura de manglar para asegurar la conservación de las especies protegidas *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y *Avicennia germinans* (mangle negro). Aunado a ello, el diseño estructural incluye elevar la casa a 1.50 m del nivel del terreno mediante muros de carga discontinuos, favoreciendo la conservación de suelo original y permeable al reducir la superficie de impacto directo.

Para el diseño de la casa se tomaron en cuenta las condiciones del paisaje de la zona donde se ubica el predio y la forma en que es aprovechado actualmente por la población local y el turismo; lo anterior permitió determinar una obra con características que armonicen con el entorno y los elementos naturales del sitio, a través de los materiales, formas, dimensiones y colores que poseerá "*Villa Concha*" de forma integral. Para la forma y estructura de la casa se consideró, además, la funcionalidad, la estética y la distribución de los elementos naturales del sitio para favorecer visualmente la obra y, al mismo tiempo, para conservar dichos componentes ambientales tanto por su importancia ecológica como por la belleza que aporta al proyecto.



Imagen II.3. Representación de "*Villa Concha*" en el predio seleccionado.

La obra resultó en una propuesta creativa que cubrirá la demanda de servicios para las necesidades y comodidad de la familia que se hospedará en "*Villa Concha*", la cual desarrollará actividades domésticas (domiciliarias) durante la etapa de operación de la obra. Es importante señalar que, reducir el impacto para proteger el ambiente no se limita únicamente a seleccionar los elementos estructurales y físicos de una obra más amigables con el ecosistema, estos deben ser complementados con acciones por parte del personal de construcción y operación que fungirán como medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales. Las acciones a proponer deben considerar el medio social y económico de la región donde se establecerá el proyecto, al ser factores fundamentales para contribuir con la protección de los ecosistemas y sus componentes naturales; incluir el medio social y económico en conjunto con el ecológico durante el diseño de una obra, atiende los principios del desarrollo sustentable (desarrollo sostenible).

Ejemplo de acciones que se llevarán a cabo y fungirán como medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, es el *Manejo integral de residuos acorde con las características y la dinámica social de la isla.* El manejo integral de residuos contempla la generación y adecuada separación, acopio temporal, transporte y disposición final, incluyendo la aplicación de estrategias de reúso y reciclaje; estas acciones evitan la dispersión de residuos sólidos, lixiviados y residuos líquidos en el suelo o cuerpos de agua de la región, dando como resultado la prevención de la contaminación de esos componentes naturales, tanto de forma puntual como difusa. No obstante, este manejo de residuos estará adecuado a la situación actual de Holbox.

Al ser una isla, los residuos sólidos generados son transportados a sitios de disposición final en Kantunilkín, en la zona continental del municipio de Lázaro Cárdenas. Lo anterior implica el empleo de volquetes y ferry de transporte continuo que requieren insumos de combustible y generan emisiones a la atmósfera. La frecuencia de transporte se debe a la cantidad de residuos que se generan en la isla, la cual, desde hace años se posicionó como una de las principales problemáticas de Holbox propiciada por el aumento de insumos para el turismo y las malas prácticas de manejo de residuos sólidos. En cuanto al manejo de residuos líquidos (aguas negras), Holbox cuenta con un sistema de drenaje sanitario de capacidad limitada y rebasada.

Por ello, en la actualidad en la isla se llevan a cabo campañas de educación y concientización ambiental, de difusión ambiental y de limpieza de playas para contribuir con la mejora del manejo de residuos de Isla Holbox, a través de la aplicación de estrategias de reducción de generación de residuos, de adecuada separación y acopio, de solución (limpieza y recolecta de residuos), de reúso y de preparación para su reciclaje. Estas campañas se llevan a cabo bajo la orientación de organismos como la Fundación Tláloc A.C. la cual presentó el programa *Holbox Circular*, realizado en colaboración con distintas instituciones públicas (como CONANP) y privadas, así como organismos de cooperación internacional.

Por lo tanto, para desarrollar el proyecto de *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" es Isla Holbox, Quintana Roo* las acciones de manejo de residuos deben estar alineadas con la situación actual de la isla (social, ambiental y económica), el programa de manejo del ANP, estrategias y campañas como las de *Holbox Circular*, así como garantizar el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental. De este modo, las acciones durante el desarrollo del proyecto de "*Villa Concha*" se sumarán a aquellas que ejecutan la población residente y el turismo en la isla, con la finalidad de contribuir a reducir la problemática ambiental por generación de residuos y así evitar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua. Para ello se presenta el *Programa de Manejo Integral de Residuos*, que contiene las estrategias de separación, acopio temporal, transporte y reúso de los residuos, entre otras, durante todas las etapas del proyecto.

Dentro de este contexto, el proyecto a desarrollar fue planeado y diseñado como una obra que busca: reducir el impacto en el ambiente en comparación con una construcción convencional; contribuir a proteger componentes naturales protegidos, como el manglar; ser una obra que mitigue y se adapte a los efectos del cambio climático; reducir la vulnerabilidad física de la casa; ser una estructura resistente a fenómenos naturales; contribuir a la reducción de la vulnerabilidad social al cambio climático y riesgos por fenómenos naturales en la isla; ser compatible con las obras permitidas en la región; apegarse a las reglas y lineamientos de regulación del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam; cumplir las disposiciones jurídicas de leyes, reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas; contribuir con la economía local y regional; no generar desequilibrio ecológico para mantener un ambiente sano; y no afectar el desarrollo social local.

Considerando lo previamente expuesto, "*Villa Concha*" tendrá un uso particular y doméstico a cargo de una familia que aprovechara la casa en distintos períodos al año, es decir, de forma eventual; la casa no se establecerá con fines comerciales o de servicios a terceros, por lo tanto, la obra es de naturaleza privada y de tipo residencial. Considerando la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) México 2023, la construcción de la casa es una actividad que corresponde al grupo:

- 23 Construcción[T]
  - 236 Edificación[T]
    - 2361 Edificación residencial[T]
      - 23611 Edificación residencial[T]
        - 236111 Edificación de vivienda unifamiliar

Con base en la Clasificación para Actividades Económicas proporcionada por el INEGI, la construcción de la casa se encuentra en la categoría 23 Construcción → 2362 Autoconstrucción residencial.

Para la operación de "*Villa Concha*" se contempla el uso de eco-técnicas orientadas hacia la eficiencia energética entre las que se incluye aprovechar la iluminación y ventilación natural, recolectar agua de lluvia y reutilizar por medio de sistema de filtración las aguas residuales previamente tratadas en el biodigestor. Además, el sistema constructivo (por la forma y los materiales) ayudará al aislamiento térmico; la mayoría de los materiales de construcción a utilizar serán locales y de poco mantenimiento.

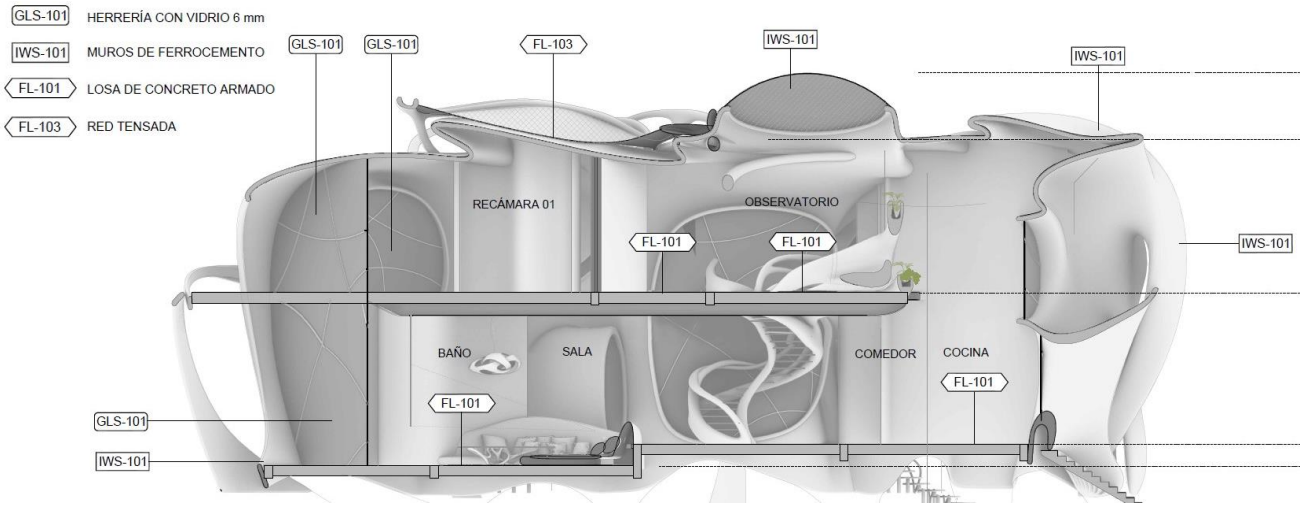


Imagen II.4. "*Villa Concha*" poseerá elementos para aprovechar la iluminación y ventilación natural.

Como medida de protección ambiental se establecerá como *área de conservación* del predio la superficie cubierta con una comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar conformado principalmente de Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y con presencia de Mangle negro (*Avicennia germinans*), ambas en categoría de Amenazadas (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARMAT-2010; aunado a ello, la elevación de la casa a +1.50 m sobre el nivel del suelo en conjunto con la protección del manglar se consideran acciones de adaptación ante los efectos del cambio climático y reducen la vulnerabilidad del ambiente en el sitio.

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) define *Adaptación* como las "*medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos";* la LGCC reconoce en su artículo 29 como acciones de adaptación: "*II. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos*" la cual adopta el proyecto "*Villa Concha*" a través del establecimiento del *área de conservación* del predio con una superficie de 685.485 m^2 con presencia de las especies de mangle *Conocarpus erectus y Avicennia germinans*, en comunidad con otras especies de zonas costeras incluidas especies pioneras que colonizan sitios impactados como los pastos. Aunado a lo anterior se implementarán acciones de protección y monitoreo del mangle propuestas en el *Programa de Conservación del Manglar* del proyecto (presentada en Anexos de esta MIA-R). En este sentido, se garantiza la protección de especies bajo la categoría de Amenazada (A) según la NOM-059-SEMARNAT-2010, al mantener un 41.03 % de la superficie del predio como *área de conservación*.

Se debe considerar que, en la *zona de asentamiento humano* de Holbox (la superficie urbanizada) se mantienen dispersos entre los comercios, hoteles, casas y caminos parches de vegetación, muchos con presencia de una o varias de las cuatro especies de manglar que se distribuyen en la región. La presencia de parches de manglar y otras plantas nativas entre las edificaciones es resultado de la fragmentación de las comunidades de vegetación por la urbanización de la localidad, provocando un impacto por la remoción de plantas, el cambio de uso de suelo, el paso de peatones y vehículos, así como las inundaciones periódicas en ciertas áreas, moldeando así los fragmentos de cobertura vegetal que actualmente se encuentran en la localidad. No obstante, ante el reconocimiento de la importancia de proteger la vegetación nativa y el manglar dentro del *asentamiento humano,* se han implementado acciones para proteger la flora de Holbox, con las cuales también se da cumplimiento a la normatividad ambiental.

Las acciones de protección de la vegetación nativa y el manglar adoptadas para el proyecto "*Villa Concha*" incluyen precisamente el establecimiento del *área de conservación* del predio, la cual es considerada una medida de adaptación al cambio climático. Cabe mencionar que, la distribución de los elementos que

integrarán la villa residencial se determinó de forma que se aproveche superficie previamente impactada del terreno, tanto área sin cobertura vegetal como superficie con presencia únicamente de plantas herbáceas las cuales son de amplia distribución en la isla, es decir, que están bien representadas; de este modo, se evitará afectar parches de vegetación arbustiva o arbórea distribuidos en el *asentamiento humano* o la isla en general, incluyendo el fragmento de manglar del predio el cual fue impactado en el pasado por la creación de caminos, el paso frecuente de peatones, bicicletas y vehículos (carritos de golf o cuatrimotos). En este sentido, con la construcción del proyecto no se generará afectación sobre ninguna comunidad de manglar de la localidad ni de áreas de protección cercanas.

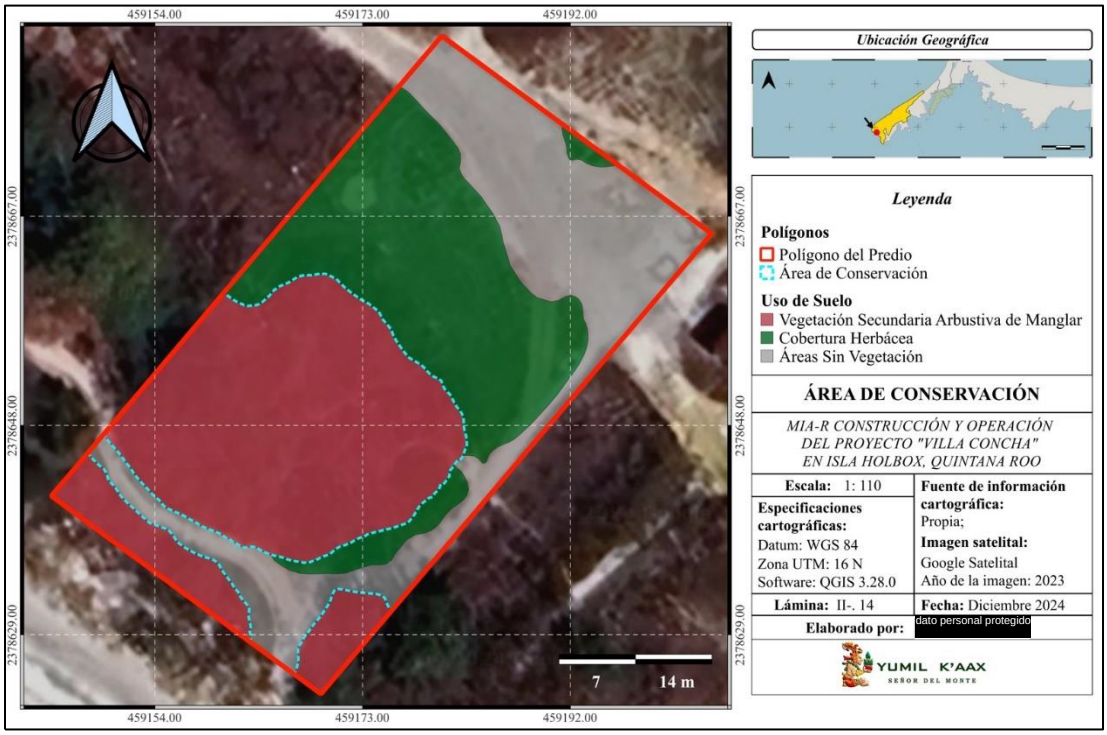


Lámina II.1. La superficie con cobertura de manglar será destinada como *área de conservación*.

Otra acción de adaptación de acuerdo con la LGCC es*: "X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos*"; el proyecto "*Villa Concha*" contribuye con esta acción al proteger y conservar la comunidad secundaria arbustiva de manglar del predio, ya que, a pesar de ser un parche previamente impactado se han registrado especies de fauna silvestre, principalmente aves, que van transitando entre este fragmento y parches de sitios colindantes, los cuales suman y favorecen a las comunidades bien conservadas de manglar de la isla que fungen como corredor biológico. Además, establecer una obra buscando reducir el impacto ambiental contribuye con la protección de los componentes ambientales del ANP APFF Yum Balam del cual forma parte la isla de Holbox.

Si bien, la casa se construirá en un predio con uso de suelo de *asentamientos humanos*, al estar en una localidad dentro de un ANP se deben aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos que contribuyan a mantener elementos naturales protegidos dentro del ANP, aun estando dentro del *Asentamiento Humano*. Para el desarrollo del proyecto previsto, se contemplan medidas como: prohibir extracción de flora y fauna nativa; establecer un área de conservación de la comunidad de manglar; implementar un programa de manejo integral de residuos; utilizar eco-técnicas (uso de biodigestor, captación de aguas pluviales y aprovechamiento de luz natural); establecer una obra compatible con el uso de suelo de la zona y que armonice con el entorno natural; durante la construcción hacer uso de sanitarios portátiles para acopio de aguas residuales; y verificar los vehículos para que la emisión de gases a la atmósfera no rebase los límites máximos permisible, así como evitar derrames de sustancias contaminantes.

"II. El establecimiento de centros de población o asentamientos humanos, así como en las acciones de desarrollo, mejoramiento y conservación de los mismos" es otra acción de adaptación, con la cual el proyecto contribuirá a su aplicación al establecer una obra con elementos distribuidos de manera estratégica para reducir el impacto en el suelo y la vegetación del predio, así como proteger elementos en riesgo; en este sentido, el desarrollo de la obra coadyuvará con la protección de componentes naturales de la región. Esta obra, al ser privada, deberá asegurar el cuidado de los componentes naturales dentro del predio seleccionado; al cercar el terreno con giles de madera se limitará el acceso a este, lo que frenará el paso de peatones y vehículos los cuales afectaron y modificaron la superficie de manglar, aunado a la dispersión de residuos (utilizado como tiradero y baño), por lo tanto, la acción también contribuirá con la protección del manglar. Es relevante aclarar que, el cercado del predio NO afectará ni obstruirá caminos de acceso público a la playa que se encuentran en sitios colindantes; el predio era utilizado como un atajo a un club de playa.

Durante la construcción y operación del proyecto se realizará limpieza, monitoreo y vigilancia de la zona cubierta de manglar y superficies sin desplante de obra, con lo cual se contribuirá a evitar la contaminación del medio. La protección de elementos naturales del predio durante el desarrollo del proyecto, a través de la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, permitirá el mejoramiento de componentes naturales del terreno como el fragmento de vegetación secundaria de manglar, el cual se sumará a la presencia de parches aislados dentro del *asentamiento humano* Holbox. De este modo, se va a coadyuvar con la aplicación de acciones de adaptación ante los efectos del cambio climático. Con ello se evidencia que es posible desarrollar proyectos menos invasivos, más amigables con el ambiente y orientados bajo los criterios de sustentabilidad, además de dar cumplimiento a distintas disposiciones jurídicas en materia ambiental y al Programa de Manejo del ANP Yum Balam. Con lo anterior, se garantiza que el proyecto "*Villa Concha*" se apega a los criterios de protección de la región.

A continuación, se señalan de manera general las obras y actividades del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo,* que quedan sujetas al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental a cargo de la DGIRA de SEMARNAT; a través de este capítulo II se presentarán los detalles del proyecto.

Obras permanentes

El proyecto se integrará de los siguientes elementos y áreas permanentes:

- Villa residencial con tres niveles: planta baja, nivel 01 y nivel 02 (azotea); elevada a 1.50 m del nivel de terreno mediante muros de carga discontinuos, manteniendo así superficies permeables en el terreno y espacio para el tránsito de fauna.
- Sala exterior, terraza, deck exterior, alberca y deck de soporte, sendero con material permeable y regaderas, temazcal, zona de asador, huellas de escaleras y muretes de soporte para malla sombra.
- Camino elevado sobre postes de madera.
- Cerco de giles de madera con pasos de fauna, para delimitar el terreno.
- Construcción/instalación de Cisterna de 12500 L, cuarto de máquinas, almacén de aguas tratadas, espacio para biodigestor y registro de lodos, cuarto de máquinas de la alberca y caseta de servicios complementarios; e instalaciones eléctricas e hidrosanitarias para el funcionamiento de la casa.
- Designar como *Área de conservación* a la comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar del terreno, con una superficie de 685.485 m^2 equivalente al 41.030 % de la superficie total del predio.

Obras temporales/provisionales

- Delimitar un área provisional dentro del predio para habilitar un almacén temporal, el cual estará construido con material precario (materiales temporales como madera). Dicho almacén tendrá la función de resguardar los materiales y herramientas utilizados en la ejecución de la obra; de igual forma, el almacén temporal servirá para vigilancia diurna y nocturna durante la etapa de construcción. También se instalará una oficina de campo temporal.
- Instalación, uso y limpieza temporal de sanitarios portátiles, a razón 1:10.

Actividades para desarrollar el proyecto

Para el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo* se realizarán diversas actividades divididas en tres etapas: *preparación del sitio* (preliminares), *construcción* y *operación y mantenimiento*. Las primeras dos etapas abarcan el período para

preparar el terreno, construir y acondicionar la casa y las áreas que la integrarán; durante estas etapas las actividades se llevarán a cabo de forma temporal, en este sentido, al concluir la construcción de la residencia no se continuará con la ejecución de aquellas. La tercera etapa abarca el período para operar el proyecto establecido; en esta etapa las actividades a ejecutar se consideran permanentes debido a que se llevarán a cabo de forma frecuente durante todo el tiempo de vida útil del proyecto.

Distinguir las actividades a ejecutar permitirá identificar los impactos que podrían generarse durante el desarrollo del proyecto; cabe mencionar que, los impactos ambientales que potencialmente se generarán pueden ser temporales o permanentes, independiente a que la actividad generadora sea temporal o no. Lo anterior permitirá proponer las medidas de prevención, mitigación y compensación más adecuadas para atender la generación de los impactos ambientales identificados; entre las medidas estarán las de aplicación temporal y las permanentes (aquellas por aplicar durante todo el tiempo de operación del proyecto).

Las actividades a ejecutar durante el desarrollo del proyecto son las siguientes:

Actividades a desarrollar durante la preparación del sitio

- Limpieza del predio (recolecta de residuos sólidos).
- Acondicionamiento del área provisional e instalación del almacén temporal y oficina de campo.
- Uso de sanitarios portátiles a razón 1:10.
- Ahuyentar o reubicar fauna silvestre susceptible de afectación.
- Trazado topográfico.
- Excavaciones y remoción de plantas herbáceas.
- Nivelación del terreno y relleno de terreno para base del temazcal.

Actividades a desarrollar durante la construcción

- Instalación de cerco con giles de madera.
- Supervisión ambiental e implementación de medidas para prevenir, mitigar y compensar impactos.
- Cimentación.
- Instalación de estructuras y albañilería.
- Acabados.
- Instalación de herrería, carpintería y de los sistemas eléctrico, hidráulico y sanitario.

- Equipamiento de casa y *landscape* (jardineras).
- Desmantelamiento de obras temporales y área provisional; retiro de sanitarios portátiles.
- Limpieza del predio y obra previo a entrega final.

Actividades a desarrollar durante la operación y mantenimiento

- Actividades domésticas en la casa y el predio como preparación de alimentos; recreación y descanso.
- Uso de energía eléctrica; uso de agua potable y pluvial; uso de baños.
- Seguimiento y cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.

La descripción de las obras, actividades y procedimientos que se llevarán a cabo durante el desarrollo del proyecto se presentan en el apartado *II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa* del presente capítulo II.

Es importante manifestar que, las obras y actividades previamente listadas se llevarán a cabo dentro del predio particular. En la zona de playa colindante al terreno no se establecerán obras que integrarán "*Villa Concha*"; no obstante, el promovente y los huéspedes de la casa coadyuvarán a la sociedad en general de la isla a mantener limpia la playa adyacente a su predio, a través de un manejo integral de los residuos que se generen en la casa con las actividades de los huéspedes. Además, para el desarrollo del proyecto se hará uso de caminos de la isla para el transporte de materiales y personal de construcción, por ello, se implementarán medidas de prevención para evitar generar impactos en los sitios a transitar (área de influencia).

Objetivos de protección ambiental

Llevar a cabo obras y actividades durante el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo* podría generar impactos sobre los componentes ambientales del predio seleccionado y/o de la región, específicamente, en Isla Holbox. Por ello, es necesario implementar diversas medidas ambientales que sean congruentes con las disposiciones de los instrumentos jurídicos que rigen la zona, con el fin de evitar afectaciones significativas sobre el sistema natural del predio o el sistema ambiental regional, en especial porque ambos forman parte del ANP APFF Yum Balam.

Para determinar las medidas ambientales a implementar durante el desarrollo del proyecto se establecieron distintos objetivos en materia de protección ambiental, los cuales orientan la selección de acciones para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que podrían generarse con la obra propuesta, así como para mitigar o adaptarse a los efectos del cambio climático. La adecuada implementación de las

medidas ambientales permitirá alcanzar los objetivos propuestos favoreciendo la conservación de componentes del sistema ambiental regional y evitando la generación de desequilibrio ecológico en el ecosistema costero de Isla Holbox.

Los objetivos y acciones para la protección ambiental y mitigación/adaptación a los efectos del cambio climático durante las etapas de *preparación del sitio* y *construcción* del proyecto son:

Tabla II.1. Objetivos y acciones de desarrollo en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Objetivo	Acciones
Proteger componentes ambientales del sistema natural del predio donde se desarrollará el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo* para coadyuvar en mantener el equilibrio ecológico del ecosistema costero de la región.	▪ Establecer la obra en el interior del predio seleccionado, en las superficies propuestas en la presente MIA-R, y respetar los trazos topográficos para la construcción, con el fin de no afectar el suelo natural fuera de las áreas autorizadas. ▪ No establecer obras, temporales o permanentes, en la zona de playa colindante al predio. ▪ Realizar la remoción de plantas en la superficie manifestada en el presente estudio, la cual corresponde a zona de herbáceas, previa autorización de la Secretaría. ▪ No realizar el desmonte en ninguna superficie cubierta de manglar. ▪ Delimitar como *área de conservación* del proyecto a la comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar del interior del predio. ▪ Realizar el manejo integral de los residuos sólidos y líquidos a generar con el proyecto para evitar la contaminación del suelo y el agua (subterránea y superficial) de la región. ▪ Verificar que los vehículos involucrados con el desarrollo del proyecto se encuentren en buen estado para no rebasar los límites máximos permisibles de emisiones de gases, con el objeto de no contaminar la atmósfera. ▪ Establecer el área provisional en una superficie que no tenga cobertura de manglar. ▪ Establecer los elementos de la obra acorde con lo manifestado en la presente MIA-R para favorecer el mantener superficie permeable y suelo en condiciones originales en el predio. ▪ Mantener limpia (sin residuos dispersos) la superficie con vegetación de manglar, para evitar la posible contaminación de dicha comunidad. ▪ Mantener en el predio especies de plantas nativas de la región para contribuir a conservar recursos para el desarrollo de fauna silvestre nativa de la región. ▪ Realizar el aprovechamiento del terreno seleccionado con base en las reglas y actividades permitidas del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam, para asegurar la preservación de recursos naturales y del ecosistema costero del ANP. ▪ Obtener insumos y materiales, necesarios para el proyecto, de proveedores que cuenten con autorización de las autoridades

Objetivo	Acciones
	correspondientes para su venta y suministro, con el fin de evitar la sobreexplotación de recursos naturales de la región o el estado.
Proteger los componentes ambientales de mayor vulnerabilidad en el predio donde se desarrollará el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, así como de sitios colindantes, para evitar poner en riesgo su existencia o desarrollo en la región.	El manglar es una comunidad que brinda diversos servicios ambientales de gran relevancia para el ecosistema costero al contribuir con su protección y evitar el desequilibrio ecológico en este, además de brindar, directa e indirectamente, beneficios que contribuyen con el desarrollo del ser humano; asimismo, su presencia y protección ayuda a mitigar y/o adaptarse a ciertos efectos del cambio climático. Sin embargo, los manglares están amenazados por actividades humanas como el cambio de uso de suelo, desmonte, fragmentación y contaminación, lo que ha propiciado el deterioro o pérdida de las comunidades de mangle; por ello, son considerados sistemas naturales vulnerables a peligros de origen antrópico y, aquellos ya deteriorados, a los efectos del cambio climático al no contar con las condiciones que permitan mitigar la intensidad de distintos fenómenos naturales. Por lo anterior, es importante y necesario conservar la cobertura de manglar existente en los ecosistemas naturales para mantener los servicios ambientales que brinda, así como llevar a cabo acciones que favorezcan su desarrollo y/o mejora de condiciones para afrontar los efectos de fenómenos naturales de gran intensidad. Dentro de este contexto, durante el desarrollo del proyecto de "*Villa Concha*" se aplicarán medidas de protección y conservación del manglar que actualmente se encuentra en el predio. Entre las acciones para proteger y conservar el manglar del predio están: ▪ No se realizará desmonte o remoción de manglar. ▪ No se obstruirá el flujo de agua que alimenta la vegetación del manglar, a través de: establecer obras en el predio que permitan el escurrimiento natural de agua pluvial en el terreno; mantener las zonas de anegamiento del manglar; no establecer pozos de extracción de agua en el predio; y no establecer obras permanentes dentro del parche de manglar del terreno. ▪ Realizar el manejo integral de los residuos sólidos y líquidos para evitar la contaminación del suelo y el agua que nutre el manglar ▪ Establecer como *área de conservación* del proyecto la superficie del predio cubierta con manglar. Otro sistema natural fundamental para mantener el equilibrio ecológico del ecosistema costero de Isla Holbox es la playa, por los servicios ecosistémicos que aporta. Sin embargo, este sistema natural es frágil y vulnerable a peligros de origen antrópico como la contaminación, la modificación de línea de costa, el establecimiento de obras civiles y la erosión por actividades humanas, lo cual compromete el estado de la playa y, con ello, modifica los servicios ambientales y la dinámica de los seres vivos que la habitan. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo acciones para proteger las playas y contribuir a prevenir/desacelerar/retrasar la erosión costera, además de reducir su vulnerabilidad al cambio climático. Particularmente, el predio para desarrollar el proyecto "*Villa Concha*" colinda con playa arenosa, cerca de la denominada Playa Punta Cocos. Para evitar la afectación de ese sistema natural se consideran las siguientes acciones:

Objetivo	Acciones
	▪ El proyecto no contempla la construcción de obras civiles en la playa colindante al predio. ▪ No se construirán obras en zona marina para no afectar la dinámica de transporte de sedimentos, ni alterar el oleaje. ▪ Las obras del proyecto se establecerán dentro de los límites del predio seleccionado. ▪ No se extraerá arena de la playa y no se realizarán excavaciones en ella. ▪ Se llevará a cabo el manejo integral de los residuos sólidos y líquidos que se generen con el desarrollo del proyecto, para prevenir la contaminación de la playa. ▪ Con la obra no se va a remover ni se va a afectar ningún ejemplar de planta de la playa. ▪ Posterior al paso de un ciclón tropical o tormenta, se realizará inspección de la playa para detectar que no exista ningún elemento del proyecto disperso en esta. En caso de detectar impactos ambientales severos, se notificará a las autoridades de la CONANP, encargadas de la vigilancia del ANP Yum Balam. ▪ Se establecerá como *área de conservación* la comunidad de manglar del predio, contribuyendo así a mantener una barrera natural que fije el suelo colindante a la playa y amortigüe posibles inundaciones.
Proteger especies de vida silvestre en alguna categoría de riesgo registradas en el predio o sitios colindantes, mediante acciones que aseguren su permanencia y desarrollo en el sistema ambiental de la zona.	▪ No se realizará desmonte en la comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar, asegurando de esta forma la permanencia de los individuos de Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y Mangle negro (*Avicennia germinans*) presentes en el predio, ambas en categoría de Amenazada (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. ▪ Se implementará el *Programa de Conservación del Manglar del proyecto "Villa Concha"* (anexo a la presente MIA-R), en el que se establecieron acciones de protección y monitoreo de la comunidad de mangle del predio, para asegurar que continúe su desarrollo y permanencia. Entre las acciones propuestas se incluyen: ➢ Manejo integral de residuos en todas las etapas del proyecto. ➢ Prohibido usar fuego en el *área de conservación* del predio. ➢ Vigilar la construcción del proyecto para asegurar que no se afecte el mangle por remoción o daño. ➢ Inspección del *área de conservación* posterior al impacto de un fenómeno hidrometeorológico en la isla, para verificar las condiciones de la comunidad de manglar del terreno y determinar si se requieren actividades para favorecer su restauración. ➢ Brindar mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones del proyecto para no afectar al manglar por derrames, fugas, desprendimiento de partes o cortocircuitos. ➢ Realizar el monitoreo de la comunidad de manglar del predio para vigilar que se esté dando cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. ➢ Se prohíbe extraer el manglar del predio. ▪ En el predio se registró la presencia de la Iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) en la comunidad de manglar, por

Objetivo	Acciones
	ello, establecer el *área de conservación* del predio contribuirá a mantener el hábitat de la iguana, donde podrá desarrollarse. ▪ Durante la construcción del proyecto se va a ahuyentar a los individuos de fauna que transiten en el área de trabajo, incluyendo el ejemplar de iguana negra de cola espinosa en caso de observarla en el sitio; los ejemplares podrán desplazarse al *área de conservación* o a predios colindantes. ▪ Se llevará a cabo el manejo integral de residuos para asegurar que los individuos de fauna del predio no consuman o sean afectados por residuos sólidos dispersos en el terreno. ▪ Se establecerá un cerco de giles de madera con pasos de fauna para permitir el tránsito de fauna silvestre desde el predio hacia sitios colindantes y viceversa. ▪ Capacitar al personal de obra para concientizar sobre el cuidado y la importancia de la vida silvestre en el predio y su protección. ▪ Llevar a cabo la Supervisión ambiental para asegurar que se implementen las medidas ambientales propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales. ▪ Se prohíbe la extracción de especies de vida silvestre del predio; el personal de obra no podrá capturar, consumir o dañar a ningún ejemplar de flora o fauna que se encuentre en el terreno.
Reducir la generación de impactos sobre el ambiente durante el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo.*	▪ Se realizó la revisión de leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam, para diseñar el proyecto con características que den cumplimiento a los instrumentos de regulación mencionados, con lo cual se garantiza la protección del sistema ambiental de la zona al incluir elementos de obra que reducen el impacto ambiental en el predio y el ecosistema costero en la isla. Entre los elementos de diseño se encuentran: ➢ Realizar el desplante de la casa sobre el terreno natural a +1.50 m de altura, establecido sobre muros de carga discontinuos integrado por dados y pilotes. Con lo anterior, se reduce el área de impacto directo y se mantiene suelo natural con sus características originales que permitirán el escurrimiento e/o infiltración del agua pluvial o del agua del subsuelo y del mar/humedales durante las *crecidas* en la isla (el nivel freático en la isla sube por diversos factores como el clima y la proximidad al mar, lo que provoca anegamiento o inundaciones en distintas áreas de Holbox al subir el nivel del agua o al escurrir desde cuerpos de agua cercanos como humedales). Permitir el flujo hidrológico natural en el predio contribuye a mantener la comunidad de manglar del terreno y a evitar inundaciones severas en este. Cabe señalar que, uno de los efectos de la urbanización es la alteración del drenaje natural del terreno, al disminuir considerablemente la superficie disponible para que el agua se infiltre o escurra modificando la dinámica natural del flujo de agua y provocando que se acumule en áreas colindantes a las obras y que resultan en inundaciones. Para prevenir lo anterior, al elevar la casa existirá superficie disponible para mantener el drenaje natural en el sitio, esta medida también disminuye la

Objetivo	Acciones
	vulnerabilidad física de la obra. En el predio no se construirán pozos para drenaje pluvial. Para la propuesta de diseño también se tomó en cuenta el estudio de mecánica de suelos y el estudio geohidrológico realizados en el predio. ➢ La selección de colores, formas, dimensiones y distribución de los elementos que integrarán el proyecto, permite hacer uso de ecotecnias que reducen el uso de energía eléctrica y agua potable a través del aprovechamiento de la ventilación natural y luz natural, un buen aislamiento térmico y el reúso de agua previamente tratada en el biodigestor. Asimismo, debido a su diseño el proyecto será armónico con el entorno y sus elementos naturales, lo cual reduce el impacto visual en el paisaje. ➢ En el pasado, el tránsito no regulado de personas y vehículos motorizados en el predio provocó la creación de caminos, pérdida de vegetación, compactación de suelo, dispersión de residuos sólidos y afectación del manglar, por ello, con el objetivo de proteger los componentes naturales que se encuentran en el predio y reducir el impacto negativo, se construirá la casa en las áreas sin vegetación y una parte en áreas con cobertura únicamente de plantas herbáceas; se delimitará con un cerco el predio para impedir el paso no regulado de personas y vehículos motorizados; se realizará la limpieza del terreno para retirar residuos sólidos dispersos; se establecerá como *área de conservación* la comunidad de manglar; se aprovechará una brecha existente en el predio para acceder desde la casa hacia la playa colindante, en ella se construirá un camino de madera elevado sobre postes de madera para no afectar la dinámica del flujo de agua pluvial entre parches de manglar del terreno y favorecer la extensión de raíces de plantas del área de conservación. ▪ Se verificará que los vehículos motorizados o eléctricos que se empleen durante la construcción del proyecto estén en buenas condiciones para evitar derrames de sustancias contaminantes por fugas y para no rebasar los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera. ▪ Establecer medidas ambientales que contribuyan a prevenir la generación de impactos sobre el ambiente. ▪ Realizar la vigilancia del desarrollo del proyecto para garantizar que se apliquen las medidas ambientales propuestas. ▪ Realizar la supervisión ambiental para detectar la efectividad de la aplicación de las medidas ambientales propuestas e identificar los impactos ambientales que se generen para atenderlos de forma oportuna y evitar que afecten de forma significativa el sistema ambiental, en este sentido, el control y seguimiento de los impactos ambientales también contribuye a reducir la intensidad con la que se manifiestan y su extensión. ▪ Brindar a los trabajadores pláticas sobre la aplicación de las medidas de manejo ambiental. ▪ Realizar un manejo integral de los residuos generados.

Objetivo	Acciones
	▪ No realizar la quema de residuos en el predio ni en ningún sitio colindante. Los residuos generados con la construcción de la obra y los que resulten de la limpieza del terreno serán enviados al sitio de acopio de residuos de la isla o, en su caso, reutilizados en otra área del proyecto. ▪ El material resultado de las excavaciones en el terreno será reutilizado para conformar la base del temazcal y el excedente se dispersará en el predio dentro de los senderos sin vegetación existentes o áreas sin cobertura de plantas dentro de la comunidad de manglar. Con estas acciones se asegura que el material original del suelo se mantendrá dentro del terreno. ▪ Queda prohibido fumar durante la construcción del proyecto.
Mitigar los impactos ambientales que se generen durante el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, para reducir los efectos adversos sobre el ambiente.	▪ Ante la generación de impactos ambientales, se aplicarán medidas que contribuirán a minimizar la intensidad con la que se manifiesten los efectos adversos sobre el sistema ambiental. ▪ Realizar la vigilancia de la aplicación de las medidas ambientales propuestas en la presente MIA-R. ▪ Realizar la supervisión ambiental para detectar la efectividad de las medidas ambientales aplicadas durante la construcción del proyecto. ▪ Brindar a los trabajadores pláticas sobre la correcta aplicación de las medidas ambientales propuestas. ▪ Durante la construcción del proyecto se realizará la inspección y monitoreo de los componentes ambientales del predio para registrar su estado y detectar posibles efectos adversos sobre sus elementos. ▪ La construcción de una obra civil genera impacto permanente sobre el suelo de un predio (modificación puntual de su estructura, modificación de la superficie permeable disponible y alteración de la dinámica natural del flujo de agua), los cuales no se pueden evitar. Sin embargo, estos se pueden mitigar y controlar para reducir su intensidad y extensión de impacto. Para el proyecto, su diseño permitirá que el impacto en el suelo sea puntual en las zonas de desplante y que sea menor al que una casa de dimensiones similares pero con cimientos convencionales generaría; con la distribución estratégica de las obras se asegura mantener un 88.82% del suelo del predio en condiciones originales, favoreciendo el drenaje pluvial natural y permitiendo el flujo de agua en el sitio que evitará la inundación de sitios colindantes derivado de la presencia de la obra. ▪ El paisaje de la zona donde se encuentra el predio, y que corresponde al asentamiento humano de la isla, presenta una combinación de elementos naturales y antrópicos, en el que la vida silvestre, los humedales y los recursos naturales se dispersan entre casas, hoteles y comercios; particularmente, el predio está en un área con mayor presencia de elementos naturales que de origen antrópico debido a que varios predios colindantes aun siendo particulares no han sido aprovechados, aunado a que el sitio está cerca de los límites de la zona urbanizada. Por lo anterior, para el proyecto de "*Villa Concha*" se establecerán obras que armonicen con los elementos naturales predominantes

Objetivo	Acciones
	del área para no generar un impacto significativo sobre el paisaje. Una estrategia de gran relevancia para desarrollar el proyecto es aprovechar superficie sin comunidad de vegetación arbustiva o arbórea del predio o la región, esto contribuirá a mantener parches de cobertura vegetal existentes en la isla los cuales fungen como hábitat de vida silvestre, brindan servicios ambientales y ayudan a amortiguar los efectos del cambio climático. En este sentido, el proyecto no se sumará a la problemática de pérdida de hábitat ni a la fragmentación de comunidades de vegetación nativa arbustiva o arbórea. Para establecer la casa y sus elementos se aprovechará superficie que no cuenta con cobertura vegetal o, en su caso, área únicamente con cobertura de plantas herbáceas, sin embargo, la última acción no compromete la presencia o existencia de las especies por impactar ya que son comunes en la isla y están bien representadas en la zona de asentamiento humano de Holbox; cabe mencionar que, el impacto a plantas herbáceas es parcial, por lo tanto, aún se mantendrán las especies presentes en el predio del proyecto. ▪ Proteger los parches de vegetación arbórea y arbustiva de Holbox amortiguan los impactos en la calidad visual del paisaje al tener un papel fundamental en la conservación estética y el equilibrio visual de un entorno natural y/o urbano. Para mantener la riqueza visual natural de la zona donde se construirá el proyecto, se edificará una casa con materiales y colores que no produzcan un contraste drástico en el paisaje, además, el empleo de luces externas (dentro del predio) serán tenues para no interferir con el comportamiento de la fauna silvestre crepuscular o nocturna. Cabe mencionar que, en el predio la fauna registrada se encontró en su mayoría en la comunidad de manglar del terreno, por lo que, mantener esta cobertura favorece la conservación de hábitat natural para el uso de los animales. La presencia de parches de vegetación en el predio y terrenos colindantes actuarán como una pantalla natural al ayudar a ocultar elementos del proyecto, si bien, la casa tendrá una altura mayor que el manglar del terreno, su diseño es estético y agradable visualmente que no alterará drásticamente el paisaje natural; la altura máxima de la casa será de 10.05 m sobre el nivel del terreno, dando cumplimiento a la Regla 90 del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam que indica que las edificaciones no deberán exceder tres niveles y que en zonas de riesgo por inundación y por marea de tormenta no deberán rebasar los 12 metros. Conservar la comunidad de manglar del predio también propiciará una continuidad visual que facilitará una percepción más fluida y menos disruptiva del entorno natural. En zonas costera, los manglares y arbustos costeros protegen el paisaje visual y actúan como barrera natural que ayuda a mitigar la erosión del suelo y mejora la biodiversidad de la zona.
Reducir la presencia de fuentes generadoras de impactos ambientales durante el desarrollo del proyecto *Construcción y*	▪ Establecer convenios con empresas y proveedores para reducir la generación de residuos sólidos y peligrosos, a través de

Objetivo	Acciones
operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo.	adquirir los insumos en mayores cantidades para disminuir embalajes particulares. ▪ Verificar las condiciones y el buen funcionamiento del equipo y vehículos a emplear durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, con el objeto de prevenir fugas, derrames de sustancias contaminantes y contaminación del suelo o agua; asimismo, para asegurar que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera establecidos en la normatividad ambiental. ▪ Implementar acciones como humedecer el material fino para prevenir la suspensión de partículas en la atmósfera. ▪ Apegarse a los procesos constructivos propuestos. ▪ El predio del proyecto se encuentra en un ecosistema costero, colindante a zona de playa, por lo que queda expuesto a posibles inundaciones o anegamientos por marea de tormenta y/o aumento del nivel freático en la isla. Por ello, durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto se dará seguimiento a los pronósticos locales del clima para identificar posibles peligros naturales como tormentas tropicales, ciclones tropicales/extra tropicales o cambios abruptos en las mareas para retirar equipos, unidades, materiales y residuos del predio, así como asegurar aquellos elementos, incluyendo los ya construidos o en proceso, que no puedan ser retirados del sitio, con la finalidad de evitar la generación de impactos ambientales (como la contaminación) a causa de elementos artificiales (de origen humano) por su dispersión, incendio o daño provocado por el paso del agua o los fuertes vientos. Posterior al impacto de fenómeno natural, se verificarán las condiciones del predio y se realizará la limpieza del mismo en caso de requerirlo; las actividades del proyecto se retomarán una vez que las condiciones de trabajo sean seguras y que no existe riesgo de contaminación en los componentes ambientales del área. Cabe mencionar que, durante el desarrollo del proyecto se implementarán los siguientes programas: *Programa de Conservación del Manglar*, *Programa de atención de Contingencias Ambientales e Hidrometeorológicas y Efectos del Cambio Climático* y *Programa de Manejo Integral de Residuos*. ▪ El diseño de la obra contempla elevar la casa a +1.50 m del nivel natural del terreno lo cual contribuye a: reducir la vulnerabilidad física de la obra por inundaciones; reducir el impacto directo sobre el suelo natural; mantener superficie permeable y el drenaje natural del terreno (que permita escurrir o infiltrar agua); mantener especies de plantas herbáceas que se distribuyen en la zona; permitir el tránsito de fauna silvestre en el terreno, lo que se complementa con los pasos de fauna en los cercos de giles de madera a instalar en el límite del predio, ya que la fauna silvestre podrá transitar a otros sitios con vegetación nativa. ▪ Instalar unidades de acopio temporal de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, que estén en buenas condiciones para evitar fugas o dispersión de residuos.

Objetivo	Acciones
	▪ Realizar la construcción de las obras señaladas en la presente MIA-R, en las superficies que sean autorizadas para reducir el impacto sobre el suelo y la vegetación del predio. ▪ Establecer como área de conservación la comunidad de manglar del predio. ▪ Dar cumplimiento a las reglas contenidas en el Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam. ▪ Se realizará la construcción de una cisterna de 12,500 L que se llenará con agua transportada en una pipa, y será complementada con un sistema de recolecta y filtración de agua de lluvia; estos elementos proveerán agua para la operación de la casa. En el predio no se realizará la construcción de pozos de extracción de agua, con lo cual se evitará afectar el flujo hidrológico del área. ▪ La isla de Holbox tiende a inundarse y a anegarse en distintos sectores, derivado del incremento del nivel freático o del nivel del mar principalmente durante fenómenos hidrometeorológicos. Algunos sitios de la isla se inundan por la saturación natural del suelo con agua o por el desnivel del terreno que propicia que se acumule; en algunos espacios, las inundaciones ocurren por la presencia de obras que alteran significativamente el drenaje natural del suelo (se observa principalmente en caminos del centro del asentamiento humano). Estas inundaciones han provocado en distintas ocasiones que el sistema de drenaje sanitario de la isla rebose, siendo un foco de infección para los seres humanos y la vida silvestre; asimismo, el agua arrastra residuos sólidos o líquidos que no son resguardados/acopiados de forma adecuada, dispersándolos en espacios con vegetación lo que puede poner en riesgo de contaminación el suelo y afectar el desarrollo de las plantas, además, la fauna silvestre puede consumir o quedar atrapada en los residuos. También, se ha observado que algunos sistemas de energía eléctrica no son protegidos adecuadamente, provocando que cables o elementos del sistema queden expuestos y dentro del agua en sitios inundados, poniendo en riesgo a la fauna silvestre, pobladores y turistas. Considerando lo anterior, para el proyecto "*Villa Concha*" se realizará la construcción de elementos que eviten la generación de los problemas señalados y de este modo prevenir impactos ambientales y sociales. Entre los elementos contemplados están: ➢ Para la canalización eléctrica se realizará una transición aéreo-subterránea desde la casa hasta la acometida eléctrica municipal suministrado por la CFE, para evitar posibles daños al sistema o generar situaciones de riesgo, la conexión se encontrará sobre el nivel de inundación en recinto protegido e impermeabilizado. ➢ Como medida de protección para las canalizaciones enterradas se emplearán tuberías de polietileno de alta densidad o PVC resistente a la corrosión, ambos aptos para resistir el contacto con agua subterránea y su variabilidad de niveles; las juntas serán herméticas, utilizando juntas elastoméricas de goma de alta

Objetivo	Acciones
	resistencia que aseguren un sellado adecuado y minimizan el riesgo de filtraciones en las conexiones; las tuberías estarán vestidos con materiales anticorrosivos que protejan la superficie interna de las tuberías contra los efectos del agua salina, agentes químicos presentes en aguas residuales y la corrosión provocada por condiciones de humedad prolongada. ➢ Como medida de protección adicional, las tuberías serán encapsuladas con refuerzo estructural de recubrimiento de mortero impermeabilizante o revestimientos anticorrosivos, que proporcionan una barrera adicional contra la infiltración del agua; este recubrimiento también ayuda a proteger las tuberías de los efectos de las fluctuaciones de nivel freático. ➢ Se construirá una cavidad de aislamiento para instalar en su interior el biodigestor para el tratamiento de aguas residuales durante la operación. Este elemento es necesario para asegurar que no existirá fugas de aguas residuales hacia el entorno natural, además, evita que el agua ingrese al biodigestor durante inundaciones con lo cual se asegura que no existirá reboso ni intercambio de aguas negras con el medio exterior. Cabe señalar que, la superficie del concepto *espacio del biodigestor* (presentada más adelante) corresponde a la cavidad de aislamiento adentro del cual se depositará la unidad. ➢ La cisterna, el cuarto de máquinas, el almacén de aguas tratadas, el registro de lodos provenientes del biodigestor y el cuarto de máquinas de la alberca, poseerán impermeabilización asfáltica en trasdós de muro y acabado aplanado fino con impermeabilizante integrado. Con lo anterior, se evitará fugas de líquidos hacia el exterior y el ingreso de agua desde afuera, previniendo la contaminación del medio natural.
Dar cumplimiento a las disposiciones normativas en materia ambiental, de carácter federal, estatal y municipal.	▪ Identificar los instrumentos normativos que rigen la región donde se encuentra el predio, para dar cumplimiento a las disposiciones jurídicas, criterios y lineamientos, que tienen como finalidad regular el desarrollo de obras de origen humano y proteger los elementos naturales del sistema ambiental. ▪ Contar con un supervisor ambiental que observe las actualizaciones a la normatividad ambiental aplicable al proyecto a desarrollar, para continuar implementando las disposiciones jurídicas que contribuyan a proteger el ambiente. ▪ Brindar a los trabajadores pláticas de actualización sobre los criterios, lineamientos y disposiciones jurídicas en materia ambiental a implementar durante el desarrollo del proyecto.
Construir el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo* respetando los límites de desplante establecidos, para evitar el impacto sobre el suelo en mayor superficie de la prevista.	▪ La propuesta del proyecto implica un impacto directo en el suelo en una superficie de 186.76 m^2, lo que equivale al 11.18% de la superficie total del predio. Con lo anterior, se mantendrá 1,483.92 m^2 equivalente al 88.82% de la superficie total del predio, con un suelo en condiciones originales, libre de obras que ocasionen su modificación puntual. Del 88.82% de la superficie a mantener libre de impacto directo, se destinará 685.485 m^2

Objetivo	Acciones
	como *área de conservación* del proyecto, en donde se distribuye el manglar del terreno; esta superficie equivale al 41.03% de la superficie total del predio, en la cual se conservará manglar y no se establecerán obras civiles permanentes. ▪ Realizar la Vigilancia ambiental durante el desarrollo del proyecto para garantizar que se respeten las superficies de desplante de acuerdo con lo propuesto en la presente MIA-R. ▪ Realizar el trazado y topografía en los sitios de construcción y desplante de obras, previo al inicio de cada obra para respetar las superficies de impacto señaladas. ▪ Las jardineras que se establezcan en la casa como parte del paisajismo y estética de la obra, deberán conformarse por plantas nativas de la región. ▪ Posterior a desmantelar el área provisional del proyecto (donde se encontrará el almacén temporal y otros elementos temporales durante la construcción del proyecto), en los espacios que no sean empleados (no coincidan) para establecer obras permanentes propuestas, se deberá realizar limpieza y en los sitios que originalmente tenían plantas herbáceas se evitará el desarrollo de actividades humanas que compacten el suelo, con la finalidad de favorecer la recuperación y/o recubrimiento del área con las especies de hierbas del predio. ▪ Realizar la Supervisión ambiental para asegurar que se implementen las medidas ambientales para proteger el suelo del predio. ▪ Realizar el manejo integral de los residuos a generar. ▪ Conservar vegetación original del predio. ▪ Respetar el *área de conservación* de manglar. ▪ No se realizarán excavaciones en el *área de conservación*. ▪ El material de suelo que resulte de las excavaciones en el sitio de desplante de las obras será reutilizado para conformación de la base del temazcal (el cual estará sobre una base compacta de 40 cm de alto), el excedente será dispersado en otras áreas del terreno donde no sepulte vegetación, para asegurar que la arena obtenida del predio se mantendrá dentro de este.
Desarrollar el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo* sin contaminar el suelo del predio, áreas colindantes y/o del Sistema Ambiental Regional (SAR).	▪ Realizar el manejo integral de residuos sólidos, líquidos y peligrosos a generar: clasificación, acopio temporal y transporte a sitios de disposición final autorizados en la isla. ▪ Instalación de unidades de acopio temporal de residuos sólidos y líquidos dentro del predio: contenedores con tapa y sanitarios portátiles. ▪ Se debe verificar que las unidades de acopio con tapa estén bien cerradas para evitar que la fauna silvestre realice el saqueo de residuo. En el caso del mantenimiento de los sanitarios portátiles, se debe vigilar que el retiro de las aguas negras sea con cuidado para no generar derrames de estas; las unidad deberá mantener la puerta cerrada para evitar el ingreso de fauna silvestre en ella. ▪ Realizar la protección del suelo mediante la instalación de lonas sobre las superficies a ocupar para revisión de equipos para evitar derrames de sustancias contaminantes. Asimismo, los

Objetivo	Acciones
	contenedores de acopio de residuos en estado líquido o con presencia de ellos (como lixiviados) deberán estar sobre lonas de protección. ▪ Valorización, acopio temporal y disposición final en sitios autorizados, de residuos generados con el proyecto que sean susceptibles a reúso y reciclaje. ▪ Realizar Vigilancia ambiental para garantizar que se apliquen las medidas de manejo ambiental propuestas.
Desarrollar el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo* sin contaminar el aire/atmósfera del predio, áreas colindantes y/o del Sistema Ambiental Regional (SAR).	▪ Identificar y dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas que establecen los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera. ▪ Verificar que el equipo y vehículos empleados durante el desarrollo del proyecto se encuentren en óptimas condiciones para respetar las disposiciones normativas en materia de emisiones a la atmósfera. ▪ No realizar la quema de residuos sólidos en el predio, sitios colindantes o el SAR. ▪ Realizar Vigilancia Ambiental para garantizar que se apliquen las medidas ambientales propuestas en la presente MIA-R. ▪ Humedecer los materiales finos para evitar la suspensión de partículas en el aire. ▪ Cubrir con lona los materiales finos o polvos en caso de que no se puedan humedecer por la naturaleza del producto, con el fin de evitar suspensión de partículas en la atmósfera.
Proteger especies de flora y fauna silvestre de la región, para no comprometer la existencia o permanencia de las especies nativas del ANP APFF Yum Balam.	▪ Establecer como *área de conservación* del proyecto la superficie con cobertura de manglar en el predio. ▪ Construir el proyecto en las superficies que sean autorizadas por la Secretaría ambiental. ▪ Los vehículos de transporte de materiales, equipo y personal durante la preparación del sitio y construcción, deberán circular en caminos de la isla aptos para el tránsito de los mismos, en este sentido, se deberá seguir la ruta preestablecida (presentada más adelante) para no dañar caminos angostos y no propiciar la remoción de vegetación arbustiva ni arbórea. ▪ No se realizará remoción de manglar en el predio ni en cualquier otro sitio de la región. ▪ Para establecer el proyecto dentro del predio se priorizará el aprovechamiento de la superficie sin cobertura vegetal; adicionalmente se aprovechará parcialmente superficie que posee únicamente cobertura de plantas herbáceas. Por su estrategia de reproducción y dispersión, el impacto parcial de las hierbas dentro del predio no compromete ni pone en riesgo la permanencia o existencia de las mismas en la región, ya que se con comunes y están bien representadas en la zona. ▪ El diseño elevado de la casa, a +1.50 m sobre el suelo, permitirá mantener suelo en condiciones originales del predio, además esta estrategia reduce el impacto directo sobre el suelo, por lo que se asegura mantener superficies con cobertura de plantas herbáceas que actualmente se encuentran en el predio.

Objetivo	Acciones
	▪ El diseño de la casa elevada permitirá el tránsito de fauna silvestre de la zona. ▪ Los elementos complementarios de la casa (terrazas, alberca, temazcal, etc.) tienen un diseño constructivo que no representa un riesgo para la vida silvestre del predio o que transite en este. Los elementos que tengan puertas o tapas deberán mantenerse cerrados cuando no estén en uso para evitar que la fauna silvestre quede atrapada en ellos. ▪ Se instalará un cerco perimetral de giles de madera que poseerá pasos de fauna (presentado más adelante) para permitir que los animales silvestres terrestres de la región puedan transitar entre el predio y terrenos colindantes, de este modo, se mantendrá la comunicación de individuos con otros organismos localizados en la región, lo que evita el aislamiento y favorece la interacción ecológica en el ecosistema costero. ▪ A los trabajadores se les brindará pláticas ambientales sobre la importancia ecológica de la presencia y protección de la fauna silvestre de la región y del ANP APFF Yum Balam. ▪ Quedará prohibido extraer vida silvestre del predio o de la región. La remoción de vegetación herbácea será permitida solo en los puntos autorizados por la Secretaría, para establecer la obra; los residuos de hierbas serán triturados y dispersados dentro del *área de conservación* del predio para permitir el proceso de descomposición natural y favorecer el ciclo de nutrientes del suelo, al reciclar nutrientes de la materia orgánica. ▪ Previo y durante la construcción, se ahuyentará a la fauna silvestre que transite en los sitios de desplante de obra, para que se desplace al *área de conservación* del predio o a terrenos colindantes. Cabe mencionar que, la fauna observada en el sitio del proyecto fue escasa y conformada principalmente por aves, un grupo de animales de fácil desplazamiento. En cuanto a la iguana negra de cola espinosa, la especie podrá resguardarse en el *área de conservación* entre el manglar, sitio donde fue registrada. El área de desplante directo de la obra, al ser un espacio abierto con superficie con gran parte sin vegetación y otra con presencia de plantas herbáceas, no posee las características para albergar comunidades estables de fauna silvestre por lo que los escasos animales observados circulan ocasionalmente en la superficie destinada a edificar la casa; los animales se desplazan a las áreas con vegetación arbustiva o arbórea de la zona, donde se refugian o alimentan, por lo que, conservar la comunidad de manglar del terreno asegura mantener y proteger hábitat natural y, a la vez, fauna silvestre. Aún con la presencia de la obra, los animales silvestres podrán circular en el terreno con facilidad; la fauna que se desplaza a nivel del suelo podrá transitar en el predio gracias a que la casa estará elevada a +1.50 m y se mantendrán espacios que podrán aprovechar los animales, además, el cerco de giles de madera tendrá pasos de fauna que permitirá que las especies puedan dirigirse a sitios colindantes para alimentarse o refugiarse. ▪ Las jardineras que sean construidas en la casa se enriquecerán con plantas nativas de la región para asegurar que no se realice

Objetivo	Acciones
	la introducción de plantas exóticas invasoras. Asimismo, se contribuye a no alterar las interacciones ecológicas entre los componentes ambientales de la región. ▪ Las especies de flora no podrán ser extraídas del predio para fines de lucro. ▪ Se prohíbe la introducción de especies exóticas de fauna silvestre en el predio o el SAR. ▪ Se prohíbe la introducción de especies exóticas con potencial de invasoras de flora, en el predio o en el SAR. ▪ Se realizará la Supervisión Ambiental para verificar que se implementen las medidas ambientales.
Llevar a cabo acciones que funjan como fuentes que generen efectos positivos durante el desarrollo del *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo.*	▪ Establecer como *área de conservación* del proyecto la comunidad de manglar presente en el predio, para asegurar su protección y permanencia en el sitio. ▪ Realizar la construcción de la casa y sus elementos externos de acuerdo con lo manifestado en la presente MIA-R, para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, así como de las Reglas del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam. ▪ Respetar el diseño propuesto de la casa para mantener superficies permeables en el predio y con suelo en condiciones naturales. ▪ Establecer pasos de fauna en el cerco perimetral del predio para permitir el tránsito de animales desde el interior del terreno hacia sitios colindantes, contribuyendo a mantener interacciones ecológicas en la región. ▪ Establecer condiciones adecuadas de trabajo para que el personal pueda desempañar sus actividades de forma segura y, a la vez, cumplir con la aplicación de medidas de manejo ambiental.
Desarrollar un proyecto compatible con el uso de suelo predominante de la región.	▪ Establecer en el proyecto elementos que permitan que éste sea compatible con el uso de suelo actual de la zona donde se ubica el predio para su desarrollo. El predio seleccionado para construir y operar "*Villa Concha*" se ubica en la zona urbanizada en la isla de Holbox, en la que el desarrollo de casas e infraestructura civil y turística son obras predominantes. Holbox, y por ende el predio, se encuentran dentro del ANP APFF Yum Balam, específicamente en la subzona Asentamientos Humanos Holbox; en esta subzona son actividades permitidas la construcción de obra pública o privada, mantenimiento de infraestructura, senderos interpretativos, turismo de bajo impacto ambiental y uso de vehículos terrestres. Por ello, el desarrollo del proyecto propuesto es compatible con las actividades permitidas en la subzona donde se localiza el predio seleccionado; asimismo, la obra es compatible con otras construcciones existentes en la región y se va a integrar a la zona urbanizada de la isla. ▪ Respetar el diseño del proyecto que integra elementos compatibles con los usos del suelo de la región. ▪ Establecer el proyecto en el predio seleccionado bajo criterios de regulación ambiental de la normatividad aplicable, para no

Objetivo	Acciones
	fragmentar comunidades de vegetación arbustiva o arbórea presentes en el SAR.
Reducir la vulnerabilidad de los elementos naturales y antrópicos, así como del personal, que integrarán el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo,* para minimizar los efectos derivados de la incidencia de fenómenos naturales en la región, algunos de los cuales se han intensificado por el cambio climático.	▪ Previo a definir las obras del proyecto, se realizó el estudio y análisis de las condiciones ambientales de la zona donde se ubica el predio. Asimismo, se llevaron a cabo estudios técnicos complementarios (geohidrología del predio y mecánica de suelos) para determinar los posibles escenarios de inundación del predio y las características del terreno, para definir los materiales, alturas y formas de los elementos a construir. ▪ Se llevarán a cabo acciones de protección de la comunidad del manglar del predio. La conservación del manglar contribuye a amortiguar los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos y del cambio climático, por lo que funge como una acción de adaptación que reduce la vulnerabilidad del sistema natural del predio, así como la vulnerabilidad física de la casa y sus elementos que la integrarán. Entre los beneficios que la presencia del manglar aportará están: disminuirá la fuerza de las mareas y olas que ingresen al predio durante un fenómeno natural; fungirá como barrera contravientos; fija el suelo y previene la erosión costera; regula el microclima del sitio en época de secas e incremento de temperatura; brindará refugio a la fauna silvestre que necesite resguardarse y/o alimentarse durante fenómenos naturales, o que requiera espacios frescos con sombra durante la temporada de altas temperaturas; y mejoran la resiliencia ecológica posterior al paso de un ciclón tropical. ▪ El diseño seleccionado de la casa permitirá mantener un 88.82% de la superficie total del predio con suelo en condiciones naturales, con lo cual se reducirá la alteración del drenaje natural del terreno y permitirá el flujo del agua pluvial o marina que llegue al sitio. Mantener el escurrimiento natural del predio también favorece a la comunidad de manglar, ya que no existirán obstáculos que interfieran con el flujo de agua que lo nutre. ▪ Se instalará un biodigestor para tratar las aguas residuales durante la etapa de operación del proyecto, sin embargo, si la unidad queda expuesta a condiciones climáticas extremas pudiera dañarse y generar fugas o derrame del agua a tratar. Por ello, se construirá una cavidad de aislamiento donde se instalará el biodigestor, con el fin de evitar fugas al medio natural, además de evitar la entrada de agua pluvial que pudiera mezclarse con las aguas negras a tratar. ▪ Los elementos externos de la casa podrán asegurarse previo al paso de un fenómeno natural hidrometeorológico. Asimismo, los materiales a utilizar como madera en los decks externos, el camino elevado y el sendero del área de regaderas, permitirá que, en caso de daño, puedan ser sustituidos fácilmente; además, en caso de que sean dispersados en el terreno o sitios colindantes, su presencia no generará contaminación y su retiro no pone en riesgo de daño al ser humano. ▪ La casa poseerá ventanales estructurados con herrería y vidrio, los cuales podrán ser protegidos con láminas de madera ante fenómenos hidrometeorológicos para evitar su daño.

Objetivo	Acciones
	▪ Se establecerán medidas ambientales para atender previo, durante y después, los fenómenos naturales. ▪ Identificar la temporada de lluvias y de ciclones tropicales en la región para implementar las medidas preventivas correspondientes. ▪ Atender las instrucciones de Protección Civil durante la temporada, o ante la incidencia, de fenómenos hidrometeorológicos. ▪ Proteger la integridad de los trabajadores en obra, mediante la suspensión de actividades ante la incidencia de fenómenos naturales que representen un peligro a la salud humana. ▪ Posterior al paso de los fenómenos hidrometeorológicos, se realizará la inspección del predio y la obra, para detectar el posible daño de algún elemento del proyecto en desarrollo, y de esta forma determinar las medidas correctivas necesarias. ▪ Durante el desarrollo del proyecto se implementará un *Programa de atención de Contingencias Ambientales e Hidrometeorológicas y Efectos del Cambio Climático*.
Reducir la vulnerabilidad de los elementos naturales y antrópicos, así como del personal, del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, para minimizar los efectos del cambio climático.	▪ Reducir la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y emisiones a la atmósfera, mediante el empleo de equipos en óptimas condiciones y/o modelos más eficientes en el consumo de energía o combustible. ▪ Conservar la cobertura de manglar del predio para mantener servicios ambientales como: captación de carbono; mantener áreas con sombra y áreas húmedas que contribuyan a regular los cambios de temperatura, en especial ante el incremento de esta en la región. ▪ Conservar el manglar previene la erosión del suelo arenoso. ▪ Conservar el manglar que fungirá como barrera contravientos. ▪ Conservar el manglar reducirá la energía del oleaje ante una posible intrusión del mar en el terreno durante el impacto de fenómenos hidrometeorológicos. ▪ Emplear materiales resistentes a fenómenos hidrometeorológicos de gran intensidad. ▪ Respetar el diseño de las obras, ya que este considera elementos y ecotecnias (aprovechar luz y ventilación naturales) para reducir el uso de equipos como aires acondicionados o calefacción. También se emplearán equipos ahorradores de energía eléctrica. Con lo anterior, se contribuye a la estrategia estatal de eficiencia energética. Cabe mencionar que, disminuir el consumo de energía eléctrica contribuye en conjunto con la sociedad a reducir las emisiones de CO_2, un Gas de Efecto Invernadero (GEI), ya que disminuye la necesidad de generar energía en plantas que queman combustibles fósiles. ▪ No afectar comunidades de vegetación existentes en el SAR, protegiendo elementos naturales que contribuyen con la fijación del suelo; secuestro de carbono; regulación de temperatura; mantenimiento de áreas permeables; prevención de inundaciones; barrera contra vientos; prevención de erosión eólica entre otros.

Para la etapa de operación y mantenimiento, los objetivos y acciones planteados son los siguientes:

Tabla II.2. Objetivos y acciones de desarrollo en la etapa de operación y mantenimiento.

Objetivo	Acciones
Proteger componentes claves del sistema natural del predio durante la operación del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo.*	▪ Brindarles mantenimiento a las áreas verdes del predio; específicamente, en el *área de conservación* con manglar las actividades se limitarán a aquellas de inspección y limpieza, ya que no se podrá realizar desmonte de la superficie. ▪ Posterior a la ocurrencia de un fenómeno hidrometeorológico en la región, se realizará la inspección del predio para identificar posibles impactos, manifestados o potenciales, sobre los componentes ambientales que lo integran. De observar daños o afectaciones significativas, el promovente realizará acciones de recuperación y restauración siempre y cuando sean de pequeño alcance; cuando los efectos negativos sean de gran magnitud a nivel regional y causen un desastre natural o estado de emergencia ambiental, las acciones de recuperación, rehabilitación o restauración, deberán coordinarse con la CONANP, la SEMARNAT y las autoridades municipales. Durante el desarrollo de las actividades de recuperación, rehabilitación o restauración, se deberá dar cumplimiento a las disposiciones de los instrumentos jurídicos en materia ambiental vigentes y aplicables; el promovente deberá verificar si la actividad propuesta debe ser sujeta al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental ante la Secretaría, previo a su ejecución, para dar cumplimiento a la LGEEPA y su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental. ▪ Implementar el Programa de Conservación del Manglar. ▪ Realizar el manejo integral de los residuos para evitar contaminación del suelo o el agua; asimismo, se previenen incendios y focos de infección. ▪ Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones y sistemas de energía eléctrica, hidrosanitario y de gas para uso doméstico, para evitar fugas, derrames, incendios o afectación a la fauna silvestre. ▪ Obtener insumos necesarios para el proyecto de proveedores autorizados para su venta y suministro, para evitar la sobreexplotación de recursos naturales de la región.
Proteger los componentes ambientales de mayor vulnerabilidad en el predio donde se desarrollará el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, así como de sitios colindantes, para evitar poner en riesgo su existencia o desarrollo en la región.	▪ Para continuar la protección de las especies de mangle en el predio, se implementará lo siguiente: no remover o cortar manglar; no obstruir el flujo de agua que alimenta la vegetación del manglar; realizar el manejo integral de residuos para evitar la contaminación del suelo y el agua que nutre el manglar. ▪ Implementar el Programa de Conservación del Manglar. ▪ Realizar el manejo integral de residuos para asegurar que éstos no sean dispersados a predios colindantes o a la playa, evitando de este modo una posible contaminación o alteración de las características de los componentes ambientales. ▪ Estará prohibido extraer arena de la playa colindante al predio. ▪ Previo a concluir el período de uso, los usuarios deberán asegurarse de no dejar ningún elemento en el exterior de la casa

Objetivo	Acciones
	que pudiera provocar contaminación o daño a los elementos naturales del sitio y predios colindantes; lo anterior es de suma relevancia debido a que el predio se localiza en un área geográfica en la que es frecuente el impacto de fenómenos hidrometeorológicos, por lo tanto, es importante brindar certeza que, aún no estando en período de uso la casa, no existan elementos que potencialmente causen daños severos durante la ocurrencia de un fenómeno natural. ▪ Delegar un vigilante residencial (una persona local) que se encargue de visitar con frecuencia la casa (especialmente cuando ésta no esté en uso) para verificar las condiciones de las instalaciones e identificar posibles daños a la estructura o que puedan derivar de la presencia de la obra; el vigilante será responsable de realizar y/o dirigir el mantenimiento a la residencia, en coordinación con el promovente.
Proteger especies en alguna categoría de riesgo registradas en el predio, mediante acciones que aseguren su permanencia y desarrollo en el sistema ambiental de la zona.	▪ No realizar la extracción de especies de flora y fauna silvestre del predio. ▪ Implementar el Programa de Conservación del Manglar. ▪ Realizar el manejo integral de residuos. ▪ Continuar con la aplicación de las medidas ambientales propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales. ▪ Monitoreo del área de conservación con cobertura de manglar del predio. ▪ Realizar el mantenimiento de las instalaciones. ▪ Inspeccionar el predio posterior a la ocurrencia de un fenómeno hidrometeorológico para determinar si es necesario aplicar medidas de rehabilitación, restauración o recuperación de elementos naturales. ▪ No intervenir en las interacciones ecológicas de la vida silvestre. En caso de detectar alguna acción que ponga en riesgo la integridad humana o de los mismos ejemplares de vida silvestre, deberá solicitarse el apoyo de las autoridades municipales o de los guardaparques del ANP, con la finalidad de que toda acción preventiva o de atención se ejecute bajo los principios de responsabilidad ambiental y bienestar animal, con lo cual se asegure la protección de los elementos naturales que se encuentran en el área natural protegida. Ejemplo de lo anterior es: encontrar una serpiente venenosa en la casa (aunque escasos, existen reportes de *Agkistrodon russeolus* en la isla), la presencia de un cocodrilo (se han observado crías en terrenos de hoteles durante "las crecidas" que inundan la isla) o llegada de un ave lastimada de gravedad; por lo tanto, se solicitará la intervención de las autoridades facultadas para la reubicación, manejo y/o resguardo de los ejemplares. Aunque en el predio no se ha reportado ningún organismo como los señalados en los supuestos anteriores, es importante contemplar las situaciones como posibles para tener una estrategia de acción que garantice la protección de la vida silvestre.
Reducir la generación de impactos sobre el ambiente durante la operación y mantenimiento del proyecto *Construcción y*	▪ Continuar la implementación de medidas de manejo ambiental que contribuyan a prevenir la generación de impactos sobre el ambiente.

Objetivo	Acciones
operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo.	▪ Realizar el manejo integral de residuos. ▪ Los huéspedes de la residencia, así como el personal de mantenimiento, deberán continuar con la aplicación de las medidas de manejo ambiental para prevenir la generación de impactos ambientales; para lo anterior, el promovente y el vigilante residencial deberán informarles sobre las acciones permitidas, prohibidas y las condicionadas, las cuales se basarán en los lineamientos del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam, la normatividad ambiental vigente, la presente MIA-R y las condicionantes que imponga la Secretaría. Las acciones de responsabilidad ambiental también deberán ejecutarse durante la visita a otras áreas de la isla, recordando que Holbox se encuentra dentro de un ANP, por lo que es importante proteger los componentes ambientales de la región. ▪ Ante la detección de la generación de nuevos impactos adversos sobre el sistema ambiental por la operación y mantenimiento de las instalaciones, el promovente del proyecto deberá implementar nuevas medidas que garanticen la mitigación o reversibilidad del impacto, lo cual será notificado a las autoridades ambientales correspondientes. ▪ Ante la detección del incumplimiento de la aplicación de medidas ambientales que propicie efectos adversos que comprometan la salud o integridad de los elementos naturales del sistema ambiental, los responsables serán dispuestos ante las autoridades correspondientes, con la finalidad de subsanar, revertir y/o restaurar las condiciones ambientales del medio. ▪ En caso de requerir una modificación significativa del proyecto (como demolición, sustitución de obra o ampliación) el promovente deberá dar cumplimiento a lo dispuesto en la LGEEPA y su Reglamento en materia de impacto ambiental, e identificar si las obras o actividades de interés requieren autorización por parte de la Secretaría y quedan sujetas al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental
Mitigar los impactos ambientales que se generen durante el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo,* para reducir los efectos adversos sobre el ambiente.	▪ Ante la manifestación de un impacto ambiental, se aplicarán medidas de manejo ambiental que contribuirán a minimizar la intensidad con la que se expresen los efectos adversos sobre el sistema. ▪ Señalar a los huéspedes, vigilante de residencia y personal de mantenimiento, las medidas de manejo ambiental a implementar para prevenir la generación de impactos ambientales.
Reducir la presencia de fuentes generadoras de impactos ambientales durante la operación y mantenimiento del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo.*	▪ Establecer convenios con proveedores para reducir la generación de residuos sólidos y peligrosos, a través de adquirir los insumos en mayores cantidades para disminuir embalajes particulares. ▪ Debido a que la casa se ubicará en una isla, se realizará la planeación para adquirir con tiempo los insumos, previo a la ocupación del inmueble. Será importante establecer acuerdos con proveedores locales o tiendas de la localidad que favorezcan el fácil acceso a los productos y que genere un beneficio económico a la sociedad de Holbox. ▪ Mantener unidades de acopio temporal de residuos sólidos en buenas condiciones para evitar su dispersión. Realizar el convenio con el receptor municipal de residuos sólidos urbanos en la isla, para la recolecta de éstos a cargo de la concesionaria

Objetivo	Acciones
	responsable o para recibir los residuos generados en la casa directamente del personal de mantenimiento de la casa (es decir, que el personal transportará los residuos hasta el sitio de recolección). Cabe mencionar que, se realizará la valorización de los residuos susceptibles a reúso o reciclaje; los materiales a reciclar serán entregados a los camiones de recolecta de éstos que circulan en la isla o serán llevados a los puntos de acopio dentro de la localidad. ▪ Verificar el buen funcionamiento del biodigestor y el registro de lodos, así como brindarle el mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente. ▪ Mantener la superficie permeable y las áreas verdes del proyecto. ▪ No desarrollar nuevas actividades de construcción sin antes obtener las autorizaciones correspondientes emitidas por la autoridad ambiental facultada para tal fin. ▪ No remover cobertura vegetal no autorizada del predio.
Dar cumplimiento a las disposiciones normativas en materia ambiental, de carácter federal, estatal y municipal.	▪ Continuar con el cumplimiento de las disposiciones jurídicas, criterios y lineamientos, que tiene como finalidad regular el desarrollo de obras de origen humano y proteger los elementos naturales del sistema ambiental. ▪ Apegarse a los procedimientos legales establecidos en las leyes y reglamentos correspondientes, en caso de tener interés de realizar modificaciones al proyecto. ▪ Obtener licencias y permisos otorgados por el municipio y el estado para desarrollar el proyecto.
Operar y brindar mantenimiento al proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, sin contaminar el suelo del predio, áreas colindantes y/o del Sistema Ambiental Regional (SAR).	▪ Manejo integral de residuos sólidos, líquidos y peligrosos a generar: clasificación, acopio temporal y transporte a sitios de disposición final autorizados. ▪ Mantenimiento de unidades de acopio temporal de residuos dentro del predio y de la infraestructura de almacén temporal de residuos sólidos y peligrosos. ▪ Mantenimiento del biodigestor y registro de lodos. ▪ Valorización de residuos susceptibles a reúso y reciclaje.
Operar y brindar mantenimiento al proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, sin contaminar el aire/atmósfera del predio, áreas colindantes y/o del Sistema Ambiental Regional (SAR).	▪ Identificar y dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas que establecen los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera. ▪ No realizar la quema de residuos en el predio, sitios colindantes o en el SAR. ▪ Los vehículos de transporte de agua potable o equipos domésticos para la casa, deberán encontrarse en óptimas condiciones para evitar que se rebasen los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera, de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
Operar y brindar mantenimiento al proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, sin contaminar cuerpos de agua de áreas colindantes y/o del Sistema Ambiental Regional (SAR).	▪ Manejo integral de residuos sólidos, líquidos y peligrosos a generar: clasificación, acopio temporal y transporte a sitios de disposición final autorizados. ▪ Mantenimiento de unidades de acopio temporal de residuos dentro del predio y de la infraestructura de almacén temporal de residuos sólidos y peligrosos. ▪ Mantenimiento del biodigestor. ▪ Valorización de residuos susceptibles a reúso y reciclaje.
Proteger especies de flora y fauna silvestre de la región, para no poner en riesgo la	▪ Brindar mantenimiento constante a las áreas verdes del proyecto.

Objetivo	Acciones
existencia o permanencia de las especies nativas.	▪ Mantener la cobertura vegetal original del predio en las superficies que no exista desplante de obra; se prohibirá la extracción de especies de flora y fauna silvestre en el sitio; se mantendrán limpias las áreas que evite la contaminación del suelo y agua, así como evitar incendios. ▪ Implementar medidas de manejo ambiental para continuar la protección del manglar y aplicar el Programa de Conservación del Manglar. ▪ Permitir el libre tránsito de la fauna silvestre en las áreas verdes del proyecto y colindancias, siempre y cuando esto no genere afectación a la integridad del organismo o de algún huésped o personal del proyecto. En caso de que un organismo esté susceptible de daño por presencia humana, o de que se detecte un animal de importancia médica en área de actividades humanas, se solicitará a autoridades facultadas que realicen su rescate y reubicación en sitios permitidos en Holbox, para asegurar la protección de la vida silvestre del ANP. ▪ Se señalará a los huéspedes y personal de mantenimiento las actividades no permitidas para mantener el bienestar de la fauna silvestre. ▪ No se podrá alimentar a la fauna silvestre. Se realizará el manejo integral de los residuos para evitar que la fauna silvestre lo consuma o quede atrapada en ella. ▪ Estará prohibido la extracción o aprovechamiento directo de especies de fauna silvestre del predio o la región. ▪ Estará prohibido molestar a la fauna silvestre. ▪ Estará prohibido extraer especies de flora de las áreas verdes. ▪ En caso de acceder con mascotas, estas deberán ser vigiladas y estar controladas por sus dueños, para evitar la afectación de especies de flora y fauna silvestre de la zona.
Mantener las fuentes con efectos positivos durante la operación del proyecto.	▪ Brindar mantenimiento a las áreas verdes del proyecto. ▪ Mantener las superficies permeables del proyecto. ▪ Reducir el consumo de energía eléctrica mediante el empleo de electrodomésticos o equipos ahorradores. ▪ Reutilizar el agua que resulte del tratamiento de aguas residuales en el biodigestor. ▪ Realizar la captación de agua de lluvia para su uso en la casa. ▪ Proteger la cobertura de manglar del predio.
Reducir la vulnerabilidad de los elementos naturales y antrópicos, así como de los huéspedes y personal que ocuparán el proyecto *"Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo,* para minimizar los efectos derivados de la incidencia de fenómenos naturales en la región.	▪ Identificar la temporada de lluvias y ciclones tropicales en la región, para implementar medidas de prevención para no exponer a daños significativos a las personas dentro del proyecto, así como evitar la afectación de los componentes ambientales. ▪ Atender las instrucciones de Protección Civil durante la temporada, o ante la incidencia, de fenómenos hidrometeorológicos. ▪ Posterior al paso de los fenómenos hidrometeorológicos, se realizará la inspección del predio y las instalaciones, para detectar el posible daño de algún elemento del proyecto, y de esta forma determinar las medidas correctivas necesarias. ▪ Implementar el plan de contingencias ambientales y fenómenos hidrometeorológicos del proyecto.
Reducir la vulnerabilidad de los elementos naturales y antrópicos, así como de los	▪ Reducir la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y emisiones a la atmósfera, mediante el empleo de

Objetivo	Acciones
huéspedes y personal que acudirán al proyecto *"Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, para minimizar los efectos del cambio climático.	electrodomésticos que contribuyan con el ahorro de energía, así como implementar buenas prácticas de consumo de energía. ▪ Brindar mantenimiento a las áreas verdes e inspeccionar los remanentes de vegetación original del proyecto para mantener los servicios ambientales. ▪ Brindar mantenimiento a las instalaciones del proyecto y sustituir aquellos materiales que se deterioren. ▪ Brindar mantenimiento al biodigestor. ▪ Realizar acciones que contribuyan al ahorro de agua potable. ▪ No remover la cobertura vegetal del predio en nuevos sitios no autorizados, y no afectar comunidades de vegetación existentes en el SAR, protegiendo así elementos naturales que contribuyen con la fijación del suelo; secuestro de carbono; regulación de temperatura; mantenimiento de áreas permeables; prevención de inundaciones; barrera contra vientos; prevención de erosión del suelo, entre otros.

Alcanzar los objetivos propuestos contribuirán a mantener "*Villa Concha*" como un proyecto viable ambientalmente, garantizando así el no generar desequilibrio ecológico del sistema ambiental y no comprometer la existencia o permanencia de especies de vida silvestre de la región, lo cual es de suma importancia al encontrarse dentro del ANP APFF Yum Balam. El diseño del proyecto se definió considerando los componentes ambientales del terreno seleccionado, para construir las obras de forma que no pongan en riesgo su existencia; asimismo, conocer los componentes del suelo y los factores climáticos permitirá establecer una obra resistente a las condiciones ambientales del predio para no comprometer la integridad de los huéspedes, trabajadores y personal de mantenimiento del proyecto. Cabe mencionar que, el desarrollo de "*Villa Concha*" generará beneficios socioeconómicos locales por la oferta de empleos temporales y permanentes durante todas las etapas de ejecución, además, se producirá el aprovechamiento de insumos y servicios de la región, contribuyendo a la generación de empleos indirectos que sumarán beneficios económicos a la población de Holbox.

II.1.2. Justificación

Holbox es una isla que forma parte de Lázaro Cárdenas, municipio localizado al norte del estado de Quintana Roo. Por su ubicación geográfica, la isla cuenta con bellos paisajes y elementos naturales de gran atractivo para el turismo de aventura y descanso, lo que la posicionan como uno de los principales destinos turísticos del norte del estado de Quintana Roo. En 2024, Holbox se posicionó en el primer lugar como la mejor isla de Norteamérica, reconocimiento otorgado en los prestigiosos Readers Choice Awards de Condé Nast Traveler, un premio internacional que reconoce los mejores destinos turísticos; Holbox destacó por su encanto natural y su enfoque actual orientado a la sostenibilidad, esto último necesario para proteger los

elementos naturales de la isla, los cuales han estado bajo presiones de origen humano que dieron pie a problemáticas ambientales y, de no ser atendidos, pudieran llevar al colapso a la ínsula.

Holbox es un asentamiento humano que se constituyó a mediados del siglo XIX; su crecimiento fue muy lento hasta la década de los setenta y ochenta del siglo XX, período en el que comenzaron a observarse los efectos de los cambios con base en patrones de desarrollo económico. Desde finales de los sesenta, la activación de la economía pesquera mediante políticas estatales que se enfocaron en proporcionar el apoyo técnico, crediticio e infraestructura para la comercialización de capturas generó en todo el país, en general, cambios significativos en los patrones poblacionales de localidades costeras (López, 2004a, 2004b; Marín, 2007). Holbox, en concreto, comenzó a crecer y a recibir inmigrantes que se asentaron en la localidad como trabajadores de los grupos de pesca de los nativos isleños y progresivamente fueron aceptados como habitantes del lugar.

Con el tiempo, Holbox forjó un espacio común de apropiación colectiva de recursos, más allá del control jurídico de las tierras ejidales dotadas en 1938. Las cooperativas dieron un impulso a la localidad de forjar un avance social y económico colectivo y mucho más equitativo que el que se tenía sobre la producción coprera en manos de unas cuantas familias. De este modo, se logró un reparto generalizado de los beneficios de explotación de recursos marítimos compartidos en el área. Hacia los años noventa, el pueblo comenzó a vivir adaptaciones progresivas por el impacto de las reformas y la regulación de la propiedad social sobre la tierra. Asimismo, la promoción y apertura de los mercados turísticos, así como la promoción del desarrollo, favorecieron el arribo de inversiones pequeñas que dieron pie a la expansión del mercado ecoturístico como una vía para activar el "desarrollo sustentable a través del ecoturismo".

El impulso del ecoturismo en la isla reestructuró de inicio el modo de vida de los holboxeños con el tránsito del sector primario de explotación pesquera hacia el sector servicios. Así, los intereses, las prioridades y la configuración de los grupos cambiaron, iniciando una coordinación de forma fragmentaria de acciones colectivas sobre recursos significativos, lo cual se efectuó no sólo reorientando en torno a los nuevos valores económicos rentables al turismo, sino también hacia la perspectiva de cómo pueden ser apropiados y cómo circularlos. Con el desarrollo turístico, aunado con la belleza de los paisajes que circundan la isla, comenzó un incremento en el interés de desarrollar espacios para la construcción de obras residenciales, tanto de uso diario como vacacional, es decir, de uso temporal.

Con el mercado consolidado, también se produjo la consecuente explotación de paisajes costeros para la oferta de servicios y actividades recreativas y turísticas. Los esfuerzos cooperativistas dieron paso a un progreso en la isla, es así que, basados en las redes de acción colectiva se alcanzaron beneficios comunes; asimismo se garantizó el control de recursos de uso común tanto pesqueros como los marítimo-costeros que

se aprovecharían para el turismo con la formación de las cooperativas turísticas en los años noventa. Hasta el año 2000, la población local de la isla era en su mayoría pescadores. La reorientación productiva enlazó varios asuntos: cambios globales en los patrones de consumo turístico; un temprano interés en las playas prístinas; cambios en la ley agraria mexicana que facilitó la enajenación de tierras ejidales; el arribo de pequeños capitales para instalar infraestructura hotelera; la emergencia de una movilización ambientalista en la cabecera municipal que derivó en la declaratoria del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB), así como una progresiva valuación de recursos paisajísticos para su conversión en imágenes o productos ecoturísticos.

En el año 2000 se incrementaron los flujos de turismo y se constituye la imagen del destino primero como resultado del ejercicio tenaz de los hoteles de playa consolidando la atracción de turismo europeo interesado en la naturaleza. Asimismo, se observó el compromiso e intervención de las autoridades locales y regionales en gestionar la promoción del lugar a nivel regional y nacional. Dado el valor que adquirieron las porciones de playa en el sector de la isla chica en donde está asentado el pueblo y la actual zona hotelera, la porción conocida localmente como la Isla Grande o Ensenada (a unos 30 km hacia el este del pueblo) se identificó como el tesoro por ser un territorio de playas vírgenes de gran belleza.

Actualmente, Holbox forma parte del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB) decretada en 1994, la cual abarca el territorio ejidal de la isla en su totalidad, la laguna Conil y la franja costera del ejido Chiquilá. Esta área no tuvo administración oficial sino hasta el año 2000. No obstante, con el incremento de proyectos turísticos en la isla, se generó la afectación sobre los ecosistemas de la isla por un desarrollo poco controlado, aunado con la acumulación de impactos por la operación de las obras, propiciando la sobreexplotación de recursos como el agua disponible para consumo humano y problemas en el manejo de residuos sólidos generados. Asimismo, al no existir por años un Plan de Manejo de la reserva, no se contemplaban criterios de regulación para el establecimiento de las obras y actividades, provocando el crecimiento desordenado de la isla y la fragmentación de los ecosistemas, incluyendo la afectación de especies protegidas como el manglar.

El crecimiento irregular de la localidad se dio por la belleza del lugar, sin embargo, esto fue en aumento al punto de que no pudo evitarse la afectación de los elementos naturales de la isla. Por ello, los esfuerzos de protección han incrementado en los últimos años, para regular la operación de proyectos, debido a que, la intención de las autoridades, así como de la población local, no es la de eliminar Holbox como polo turístico, ya que es un hecho que genera ingresos significativos que benefician el sector socioeconómico de la región y el estado. Por ello, se busca regular las actividades y obras dentro del territorio, con la finalidad de continuar generando los beneficios del sector social y económico, sin comprometer el equilibrio ecológico

de la región; de no atenderse las problemáticas ambientales, se generaría una afectación irreversible en el sistema natural. Si bien, la isla no cuenta con un programa de ordenamiento territorial, se rige por el Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam, primera versión de 2019, documento que posee las primeras reglas de crecimiento y expansión, así como la subzonificación del ANP para ordenar su desarrollo.

En específico, en el Programa de Manejo del ANP se determinó que la localidad de Holbox corresponde a una subzona de Asentamientos humanos. Dentro de sus límites se permiten obras de tipo turísticas, sin embargo, a diferencia de años previos, se deben seguir reglas que contribuyan con la protección de los elementos naturales dentro de la subzona establecida. Asimismo, los criterios de regulación tienen el objetivo de reducir la presión que se genera sobre la isla con la operación de distintos proyectos, para evitar la contaminación y sobrexplotación de subzonas colindantes. Todo lo anterior, orientado a establecer un modelo de desarrollo que propicie la conservación del ambiente y que no afecte al sector social y económico de la localidad, esto último ante el hecho de que la principal fuente de ingresos de la isla es por los servicios ofertados y demandados por el turismo nacional e internacional. Dentro de este contexto, es importante mantener el flujo turístico en la región para sostener la calidad de vida de los pobladores, no obstante, es necesario apegarse a las disposiciones de regulación y control de proyectos y actividades humanas en la isla.

"*Villa Concha*", es un proyecto que contempla la edificación de una villa residencial (casa habitación) de tipo vacacional, la cual tendrá usos eventuales para albergar a una familia de diez integrantes en distintos períodos del año; ésta será es una obra nueva a construir en un predio al oeste de la Isla de Holbox. La selección de Holbox como localidad para edificar la casa resulta del interés por la belleza de los paisajes costeros, la tranquilidad de la localidad, la privacidad y seguridad del área, así como el aprovechar la cercanía de elementos naturales que brindarán una conexión emocional entre los huéspedes, debido a que el contacto constante con la naturaleza puede generar una sensación de calma, relajación y felicidad por la reducción del estrés y la mejora del estado de ánimo.

Particularmente, el predio seleccionado para desarrollar el proyecto tiene una ubicación singular rodeada aún de naturaleza, colindante a la playa, de fácil acceso, cercano a servicios y espacios para actividades de sol y playa (como clubes de playa), lo cual cubre los intereses del promovente; aunado a ello, el predio seleccionado cuenta con un impacto previo y área sin vegetación, lo que lo hace ideal para su aprovechamiento para construir la casa, evitando así el afectar, fragmentar o deteriorar espacios con comunidades vegetales en buen estado de conservación. Aunque el predio cuenta con una comunidad secundaria de vegetación de manglar, su distribución natural en el terreno permitirá que la casa se pueda construir sin afectar su cobertura; cabe mencionar que, en toda la localidad de Holbox es común observar vegetación de manglar entre casas y edificios, por ello, la implementación de medidas adecuadas de manejo

ambiental contribuirá a la conservación del mangle presente en el predio seleccionado para construir "*Villa Concha*", es decir que, la presencia de la obra no pondrá en riesgo la permanencia del manglar en el sitio.

Si bien, la villa residencial será establecida para satisfacer las necesidades de una familia, su desarrollo también implica la generación de empleos temporales y permanentes, lo cual beneficia directamente en la economía de locales que habitan Holbox. Para este proyecto se realizó un análisis previo de los elementos naturales del terreno seleccionado y los criterios de regulación de la zona para diseñar una obra de bajo impacto ambiental comparado con los modelos de desarrollo convencionales; el proyecto se apegará al uso de suelo actual del asentamiento humano. Como parte de la planificación del proyecto, también se llevó a cabo un análisis de las estructuras civiles existentes en la isla, mediante el cual se identificaron y seleccionaron los elementos de diseño más adecuados para disminuir la vulnerabilidad física de la casa y minimizar el impacto ambiental; este proceso consideró criterios como la resistencia de materiales, el desempeño funcional y la experiencia en la implementación de componentes utilizados en obras similares. Con base en el análisis, se estima que "*Villa Concha*" será capaz de adaptarse a las condiciones ambientales específicas de la región, garantizando su integración al entorno y evitando alteraciones significativas al ecosistema costero.

Cabe señalar que, las principales actividades en la isla de Holbox son los servicios de hospedaje, servicios turísticos, servicios de apoyo para la comunidad, estacionamiento y transporte de víveres. Por lo anterior, "*Villa Concha*" será un proyecto congruente con el uso de suelo actual de la región y compatible con las obras que la integran. Se destaca que el proyecto fue diseñado considerando criterios como: funcionalidad, estética, integración y protección de elementos naturales, así como del paisaje, dando como resultado una propuesta creativa que cubrirá la demanda de servicios y la comodidad de la familia que ocupará la villa residencial, la cual tendrá un uso doméstico durante la etapa de operación. Es así que, la obra, además de cubrir las necesidades particulares del promovente, armonizará con el entorno sin poner en riesgo la existencia de especies de la región y sin generar desequilibrio ecológico, coadyuvando a mantener un ambiente sano para el bienestar y desarrollo de las personas que habitan o visitan Holbox.

Entre los aportes que el proyecto generará a la región están:

- Generación de empleos directos e indirectos.
- Promoción de la isla como destino turístico (la gente suele compartir sus experiencias y vivencias entre amigos y familiares, lo que puede motivar a otras personas a visitar la isla). La promoción a pequeña y gran escala de un sitio turístico contribuye a mantener el turismo en el destino, beneficiando al sector socioeconómico de una región.

- Demanda de insumos y servicios locales que generan ingresos económicos a pobladores de la isla.
- Conservación de un remanente de manglar en la isla, al establecer como *área de conservación* del proyecto la superficie cubierta por mangle. Esta medida contribuye a mantener servicios ambientales que favorecen el equilibrio ecológico del ecosistema costero, además de reducir el impacto ambiental y prevenir el incremento de las problemáticas ambientales.
- Crear precedentes de la posibilidad de desarrollar obras más amigables con el ambiente de la isla, sin comprometer la estética y el confort de una obra. Esto es relevante debido a que el predio seleccionado se encuentra dentro de un ANP que funge como un destino turístico, por lo que es necesario mantener las interacciones del sistema natural por su importancia ecológica y atractivo, así como la afluencia del turismo que sostiene la economía del poblado de Holbox. En este sentido, los nuevos desarrollos deben orientarse bajo los principios de la sostenibilidad (sustentabilidad) que favorecerán al sector social, económico y ambiental del lugar.
- Contribuir a la conciencia social y ambiental al realizar un aprovechamiento responsable del terreno y sus componentes naturales.
- Evitar la fragmentación de comunidades de vegetación y, a su vez, coadyuvar en la conservación de corredores biológicos en la isla.

Con base en todo lo previamente expuesto, se justifica el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo* en el predio seleccionado, siendo factible técnica, legal y ambientalmente su establecimiento de acuerdo con la propuesta a presentar en esta MIA-R.

II.1.3. Descripción de las obras y actividades que integrarán al proyecto

El proyecto "*Villa Concha*" se establecerá en un predio con una superficie total de 1, 670.68 m^2 (0.16 ha), ubicado al oeste del asentamiento humano en isla Holbox. El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación para el hospedaje de una familia durante su visita a la isla en distintos períodos al año; el inmueble contará con tres niveles: planta baja, nivel 01 y nivel 02 (azotea); elevada a 1.50 m del nivel de terreno mediante muros de carga discontinuos, manteniendo así superficies permeables en el terreno y espacio para el tránsito de fauna. El proyecto se integrará de elementos externos que contribuirán al funcionamiento de la casa y para que los huéspedes lleven a cabo sus actividades, como sistemas eléctrico e hidrosanitario, biodigestor, cisterna, alberca, terrazas con deck de madera, temazcal, camino de madera, entre otros.

E proyecto contempla la construcción y operación de una nueva obra, para lo cual se priorizará la ocupación de áreas sin vegetación y, en menor medida, superficies con cobertura exclusiva de plantas del estrato

herbáceo. Esta estrategia busca proteger y conservar la comunidad arbustiva de vegetación secundaria de manglar presente en el predio. Dicha comunidad se encuentra fragmentada en tres parches debido a factores ajenos al promovente, tales como el tránsito de pobladores, vehículos y uso inadecuado por parte de turistas. La distribución de la casa sobre espacios previamente impactados evitará un incremento en la fragmentación del manglar del terreno, siendo una medida favorable para la conservación de especies protegidas dentro del ANP APFF Yum Balam.

Durante el desarrollo de la preparación del sitio y construcción, se generarán 69 empleos temporales directos, beneficiando a pobladores de la localidad de Holbox y/o del municipio de Lázaro Cárdenas, al contar con mano de obra calificada. De forma indirecta, se generarán empleos por la demanda de servicios e insumos para los trabajadores. En la etapa de operación y mantenimiento se contribuirá a mantener más empleos indirectos por la demanda de insumos y servicios durante la visita de la familia; los empleos directos se centrarán en el vigilante de forma permanente y en el personal de mantenimiento de forma temporal, ya que estos se generarán solo cuando se requiera la reparación o cuidado preventivo de la obra.

II.1.4. Ubicación física y dimensiones del proyecto

Ubicación del predio

El predio seleccionado para desarrollar el proyecto cuenta con una superficie total de 1,670.68 m^2. De acuerdo con la Escritura Pública número P.A. 116,769, volumen 1179/2021, de fecha 29 de septiembre de 2021 ejecutado ante la Fe del Lic. Miguel Cámara Patrón, titular de la notaría pública número 30 del Estado con residencia en de Cancún, Quintana Roo; el área del proyecto corresponde al *Predio 012 (cero doce), manzana 0131 (cero, uno, tres, uno), zona 002 (cero, cero, dos), ubicado en la calle Paseo Carey, de la Isla de Holbox, municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo*; cuenta con clave catastral 05040020131012000 y presenta las siguientes colindancias:

- Al Noreste: 30.50 m con el Predio 002
- Al Sureste: 54.95 m con el Predio 011
- Al Suroeste: 30.50 m con Calle Paseo Carey
- Al Noroeste: 54.95 m con Predio 014

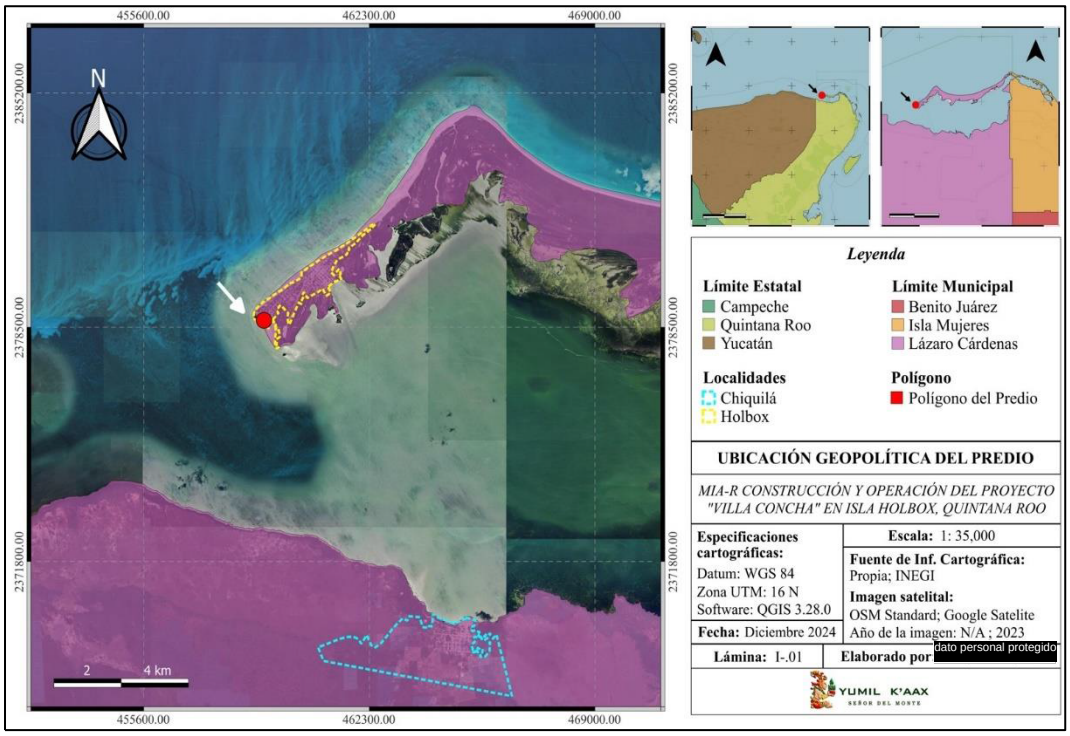


Lámina II.2. Ubicación del predio en la isla de Holbox.

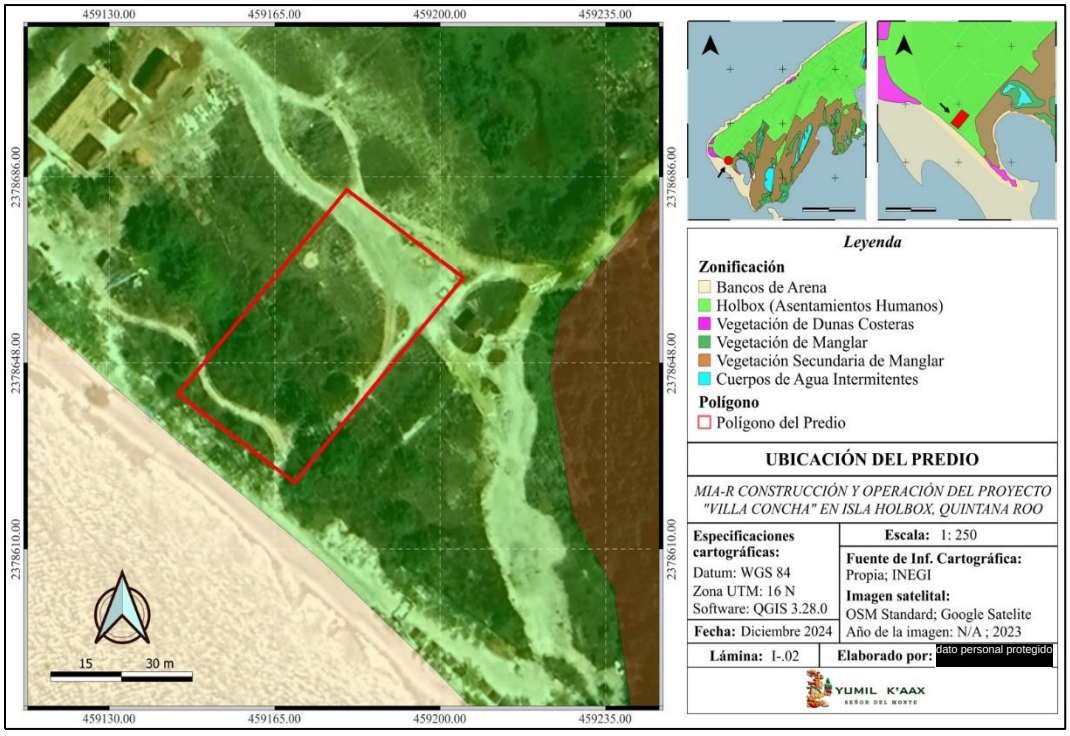


Lámina II.3. Predio seleccionado para desarrollar el proyecto.

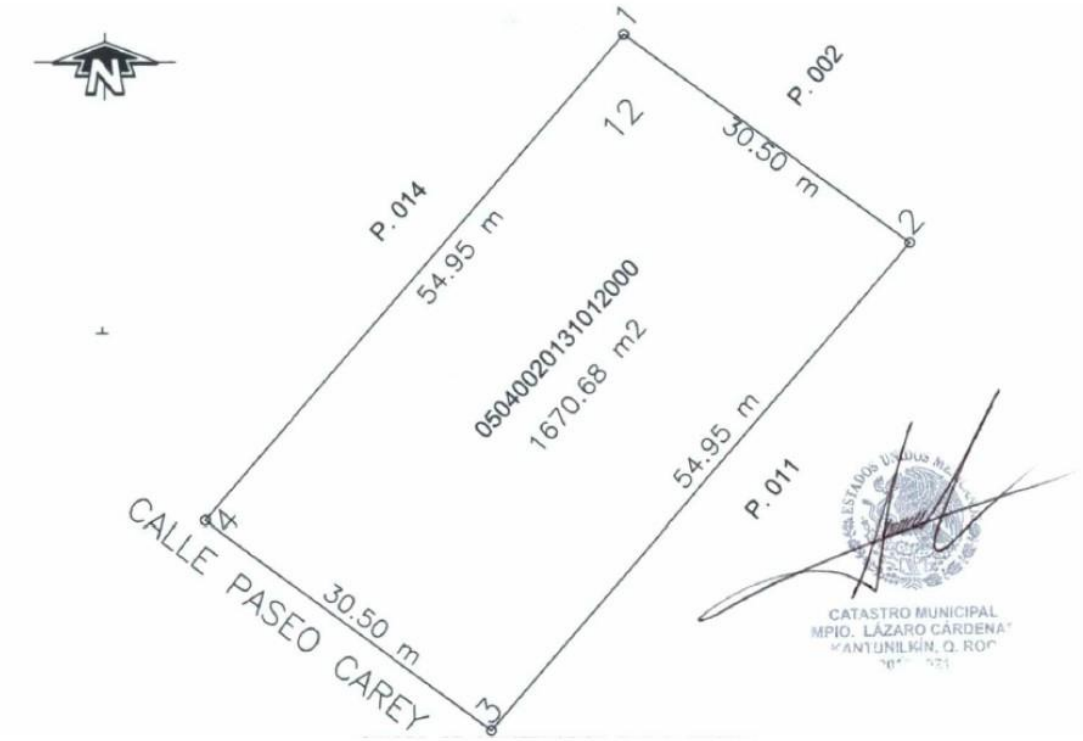


Figura II.1. Dimensiones del predio seleccionado para desarrollar el proyecto.

Tabla II.3. Coordenadas de referencia del predio.

Lado Est-PV	Distancia (m)	Coordenadas UTM	
		Este (X)	Norte (Y)
1-2	30.50	459,181.50	2,378,682.43
2-3	54.95	459,206.17	2,378,664.49
3-4	30.50	459,170.46	2,378,622.72
4-1	54.95	459.145.80	2,378,640.66
Área Total del predio	**1,670.68 m^2**		



Foto II.1. Superficie de desplante de obra en el predio seleccionado.



Foto II.2. Zona sur del predio, colindante con la playa; superficie que no tendrá desplante de obra.



Foto II.3. Vista panorámica del área de desplante del predio.



Foto II.4. Comunidad de manglar del predio.



Foto II.5. Comunidad de manglar del predio.

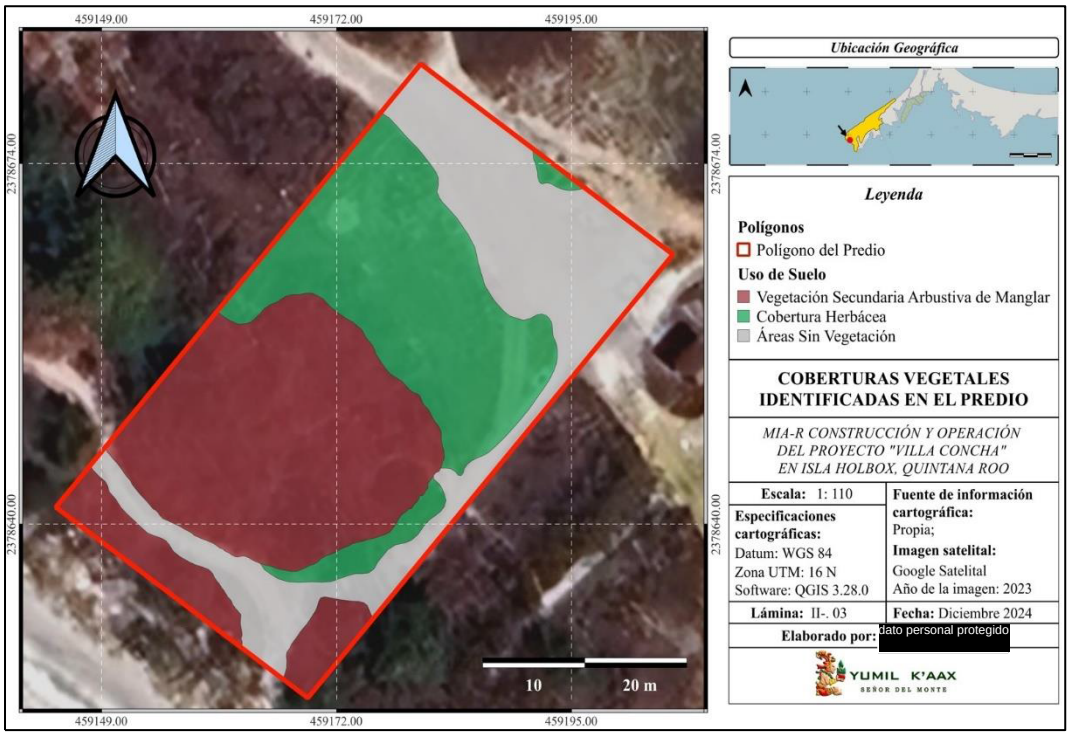


Lámina II.4. Zonificación del predio de acuerdo con la cobertura de vegetación existente.

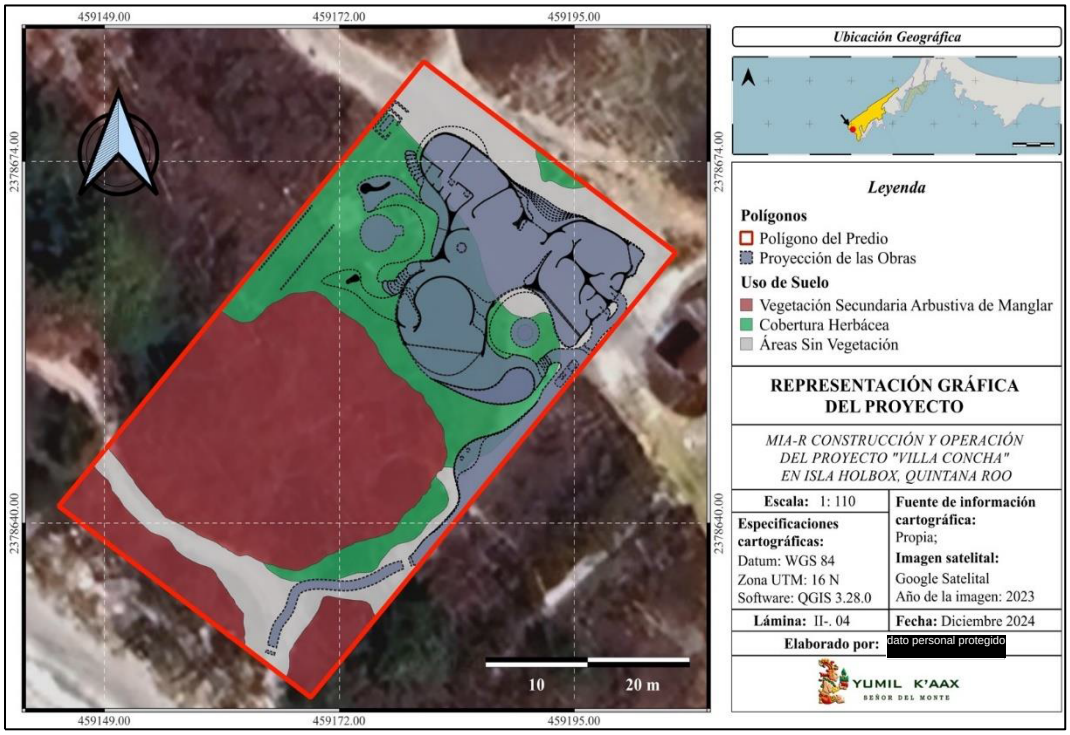


Lámina II.5. Proyección del proyecto a establecer en el predio. La casa estará elevada sobre estructuras de soporte, reduciendo el impacto directo al suelo.

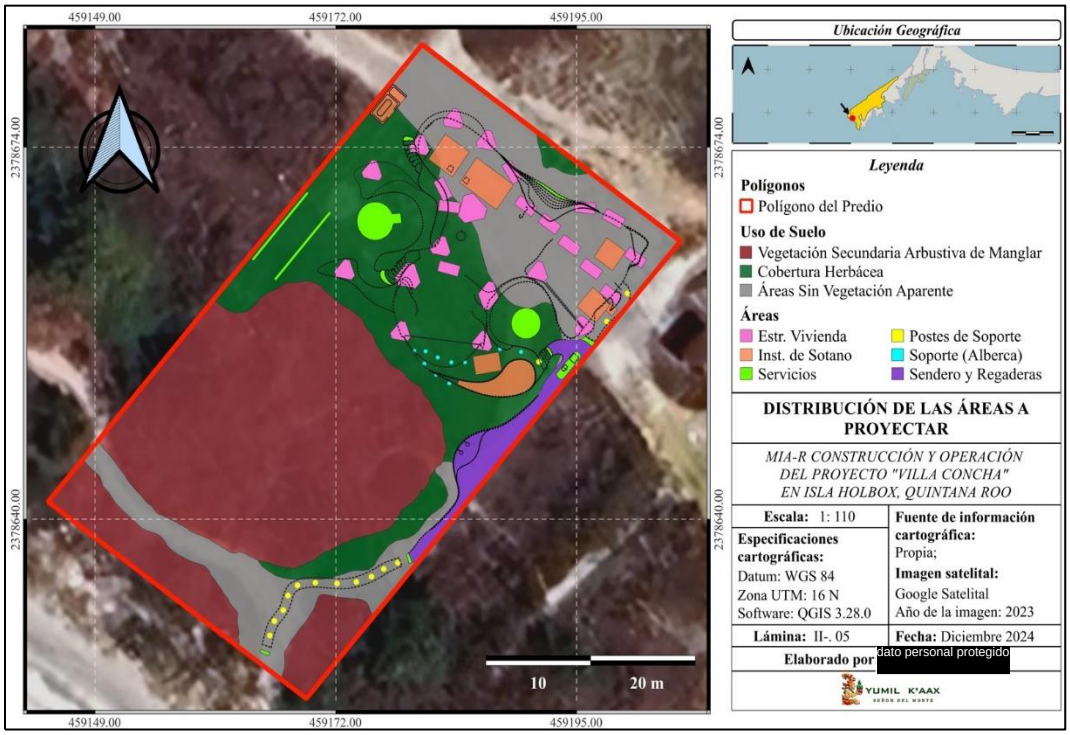


Lámina II.6. Distribución de los elementos que tendrán contacto directo con el suelo; sobre las estructuras de soporte (Estr. Vivienda) se establecerá la Planta Baja de la casa (forma en líneas negras).

Coordenadas de referencia de las obras del proyecto

A continuación, se presentan las coordenadas de referencia de: los elementos que tendrán desplante directo en el suelo natural, representando el Coeficiente de Ocupación del Suelo (C.O.S.); la proyección de "*Villa Concha*" y sus elementos exteriores, para visualizar el espacio a ocupar y que representará el Coeficiente de Uso de Suelo (C.U.S.); del área provisional para establecimiento de almacén y oficina, etc.; y de los polígonos de la cobertura de manglar en el predio.

Coordenadas de referencia de elementos con impacto directo en el suelo

Tabla II. 4. Coordenadas de referencia de estructuras de impacto directo sobre el suelo.

0-	COORDENADAS AR9.00	
	X	Y
A	459145.8000	2378640.6600
B	459181.5000	2378682.4300
C	459206.1700	2378664.4900
D	459170.4600	2378622.7200
1	459165.3643	2378662.7904
2	459170.5632	2378668.8708
3	459167.4971	2378660.9668
4	459172.6879	2378667.0542
5	459176.4837	2378676.1599
6	459178.7587	2378678.8208
7	459177.7579	2378675.0704
8	459180.0333	2378677.7316
9	459174.1014	2378661.7205
10	459176.7083	2378670.7812
11	459175.6869	2378667.4063
12	459178.1434	2378667.6022

13	459178.3091	2378665.0886
14	459175.8366	2378664.9707
15	459181.2199	2378673.0950
16	459180.7738	2378673.6668
17	459179.7006	2378673.7693
18	459184.4916	2378675.5082
19	459187.6387	2378673.5237
20	459183.5145	2378669.2169
21	459184.1049	2378667.6228
22	459186.2533	2378667.4282
23	459190.0749	2378670.7585
24	459180.2121	2378661.2217
25	459183.2436	2378663.8582
26	459179.4259	2378656.0797
27	459184.0668	2378661.9597
28	459191.4236	2378667.6761
29	459193.6949	2378666.0541
30	459191.5482	2378670.5015
31	459194.0196	2378669.0635
32	459196.3614	2378668.0563
33	459182.1144	2378671.9611
34	459183.7400	2378674.2374
35	459186.0181	2378672.6107
36	459184.3925	2378670.3343
37	459185.1090	2378669.8226
38	459186.7367	2378672.1019
39	459190.2370	2378669.6023
40	459188.6093	2378667.3230
41	459180.7767	2378654.4355
42	459181.8380	2378654.4026
43	459181.7227	2378653.2646
44	459183.0046	2378653.8384
45	459182.8429	2378652.2524
46	459184.3075	2378653.3884
47	459184.1108	2378651.4850
48	459184.8707	2378651.3653
49	459185.0925	2378651.8337
50	459185.6076	2378653.3996
51	459186.3610	2378653.9206
52	459186.6408	2378652.2429
53	459188.8281	2378654.3320
54	459189.1113	2378652.6550
55	459187.3138	2378650.4560
56	459186.8555	2378651.5456
57	459189.6511	2378650.2438
58	459188.7837	2378652.1751
59	459189.7680	2378653.3264
60	459191.9524	2378651.1816
61	459191.7945	2378653.3175
62	459190.9557	2378654.3461
63	459192.6637	2378653.4373
64	459187.2130	2378655.1985
65	459187.8605	2378659.4432
66	459190.5502	2378655.8678
67	459190.3842	2378657.8760
68	459192.3511	2378658.0114

68	459192.3511	2378658.0114
69	459192.4788	2378656.0180
70	459192.5210	2378661.5410
71	459195.5891	2378664.0833
72	459197.0715	2378667.5428
73	459197.6621	2378661.9265
74	459199.8283	2378666.5215
75	459196.9064	2378656.5734
76	459196.3228	2378658.5034
77	459197.8174	2378660.2514
78	459199.5657	2378658.7549
79	459198.0711	2378657.0068
80	459199.0458	2378658.1468
81	459200.1734	2378658.2346
82	459199.6532	2378657.6269
83	459197.9391	2378663.0227
84	459199.1876	2378664.7712
85	459199.6888	2378661.7732
86	459200.9374	2378663.5217
87	459201.8928	2378662.9567
88	459199.5629	2378659.5776
89	459193.3650	2378654.7642
90	459193.9587	2378653.9554
91	459196.8567	2378655.5982
92	459197.9656	2378655.0146
93	459194.2336	2378652.2290
94	459196.1832	2378654.5092
95	459196.7925	2378653.9881
96	459194.8416	2378651.7091
97	459193.1436	2378651.5577
98	459177.6727	2378661.8189
99	459178.5476	2378660.4538
100	459199.1496	2378657.1213
101	459191.6189	2378649.4369
102	459188.9721	2378647.6252
103	459185.0807	2378645.8285
104	459184.9357	2378641.2002
105	459181.6993	2378637.6314
106	459180.1172	2378635.8927
107	459180.4178	2378635.0566
108	459179.1858	2378635.0747
109	459177.8508	2378634.5057
110	459176.6678	2378633.8068
111	459175.2320	2378633.3241
112	459173.3900	2378633.1886
113	459171.3157	2378633.2518
114	459169.5995	2378633.0088
115	459168.6978	2378632.0693
116	459168.2415	2378630.7491
117	459167.4048	2378629.7540
118	459166.9606	2378628.4234
119	459166.0673	2378627.0024
120	459166.9257	2378626.7319
121	459201.1290	2378659.6883
122	459190.9719	2378656.3628
123	459191.9394	2378657.5189

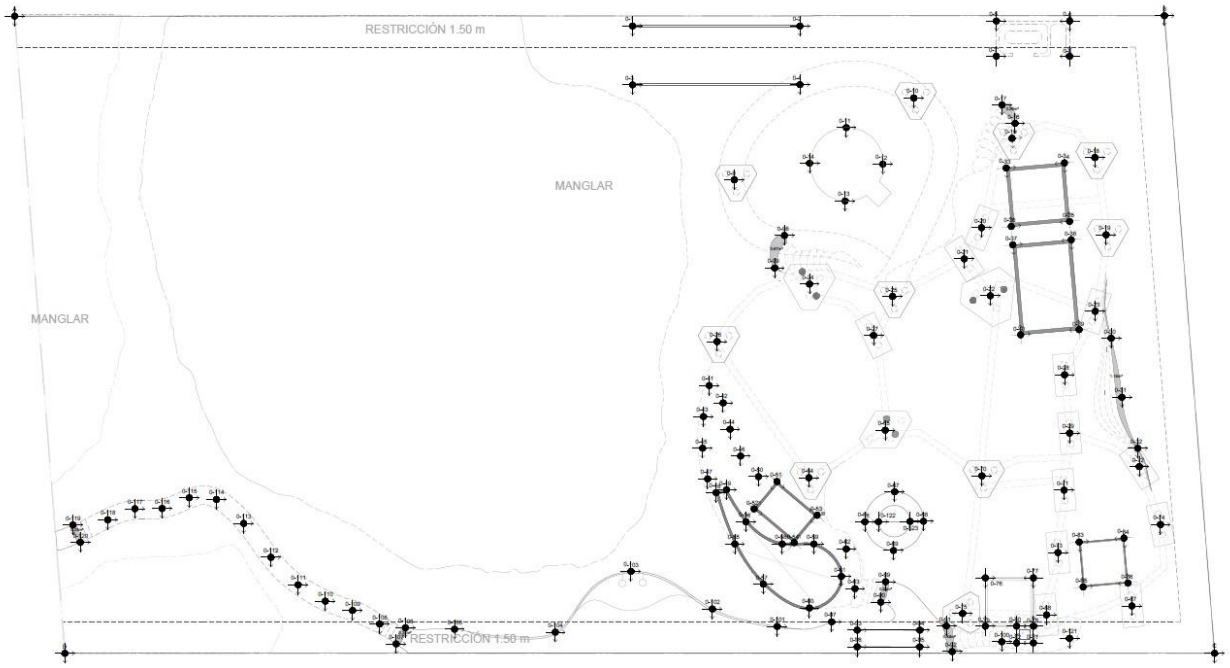


Figura II.2. Distribución de elementos del proyecto a establecer sobre el suelo. Se presenta este plano en anexo 2 de la MIA-R.

Coordenadas de referencia de proyección de obra (área de construcción)

Tabla II. 5. Coordenadas de referencia de obra (trazado).

	COORDINADAS AR9.01	
1-	X	Y
A	459145.8000	2378640.6600
B	459181.5000	2378682.4300
C	459206.1700	2378664.4900
D	459170.4600	2378622.7200
1	459181.7808	2378674.7192
2	459187.0575	2378674.0663
3	459201.6614	2378665.3358
4	459199.8680	2378659.7534
5	459195.2977	2378655.7819
6	459193.0161	2378660.2529
7	459189.1247	2378659.6665
8	459188.6337	2378655.4774
9	459192.2536	2378654.2727
10	459191.9564	2378651.1639
11	459187.2882	2378650.4286
12	459181.2182	2378653.4718
13	459180.0401	2378662.0039
14	459183.6705	2378666.0773



Figura II.3. Puntos de referencia del trazado de la casa.

Coordenadas de referencia del área provisional

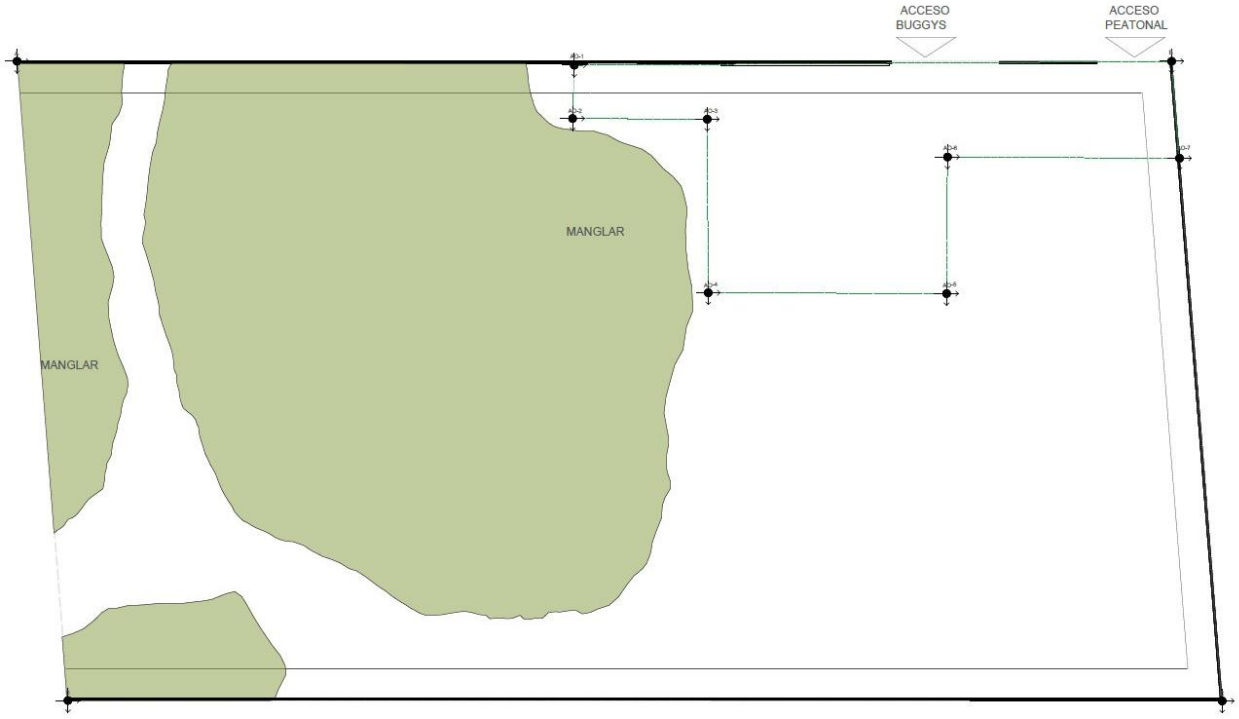


Figura II.4. Puntos de referencia del área provisional para la etapa de construcción.

Tabla II. 6. Coordenadas de referencia de área provisional.

AO-	COORDENADAS AR9.10	
	X	Y
A	459145.8000	2378640.6600
B	459181.5000	2378682.4300
C	459206.1700	2378664.4900
D	459170.4600	2378622.7200
AO-1	459163.0344	2378660.8062
AO-2	459165.0420	2378658.9739
AO-3	459169.2277	2378663.8241
AO-4	459175.5359	2378658.4989
AO-5	459182.9365	2378667.1021
AO-6	459178.0232	2378671.3549
AO-7	459185.2422	2378679.7184

Coordenadas de referencia de la superficie con cobertura de manglar

La superficie con cobertura de manglar del predio será destinada como *área de conservación* del proyecto, en la cual no se van a construir obras permanentes de la casa. El camino elevado de madera para acceder a la playa colindante al predio, se establecerá en un sendero existente que no posee individuos de mangle; esta obra no obstaculizará ni alterará el flujo hidrológico que alimenta a la comunidad de manglar del terreno debido a que estará sobre postes de madera, lo que permitirá el escurrimiento del agua en el sitio; adicionalmente, las raíces de mangle negro podrán extenderse en un futuro por debajo del camino de madera. En el *área de conservación* se identificaron, cerca del sendero, raíces de hasta 23 cm de altura del mangle negro, motivo por el cual se construirá el camino a una altura de 80 cm sobre el suelo para no afectar los neumatóforos; asimismo, esto permitirá el desplazamiento de la fauna entre parches de manglar y evitará la compactación del suelo por el tránsito de personas.

Tabla II. 7. Coordenadas de referencia de la superficie con cobertura de manglar.

PV	*X*	*Y*	*PV*	*X*	*Y*	*PV*	*X*	*Y*	*PV*	*X*	*Y*
1	459160	2378660	19	459181	2378643	37	459159	2378639	55	459160	2378634
2	459162	2378659	20	459180	2378642	38	459157	2378640	56	459161	2378633
3	459163	2378659	21	459179	2378641	39	459155	2378641	57	459162	2378632
4	459165	2378660	22	459178	2378640	40	459153	2378643	58	459163	2378631
5	459167	2378661	23	459177	2378639	41	459152	2378644	59	459163	2378630
6	459169	2378662	24	459176	2378639	42	459151	2378645	60	459163	2378628
7	459171	2378661	25	459173	2378638	43	459149	2378647	61	459167	2378625
8	459172	2378660	26	459172	2378637	44	459148	2378645	62	459167	2378627
9	459174	2378659	27	459170	2378637	45	459149	2378644	63	459167	2378628
10	459176	2378656	28	459169	2378636	46	459150	2378644	64	459168	2378630
11	459177	2378654	29	459167	2378636	47	459150	2378642	65	459169	2378631
12	459179	2378653	30	459166	2378636	48	459152	2378641	66	459170	2378632
13	459181	2378651	31	459165	2378636	49	459153	2378640	67	459170	2378633
14	459182	2378649	32	459164	2378636	50	459154	2378639	68	459172	2378633
15	459182	2378648	33	459163	2378637	51	459155	2378638	69	459174	2378633
16	459183	2378646	34	459163	2378637	52	459157	2378637	70	459175	2378633
17	459182	2378645	35	459162	2378637	53	459158	2378636	71	459175	2378632
18	459181	2378644	36	459161	2378638	54	459160	2378636	72	459175	2378631

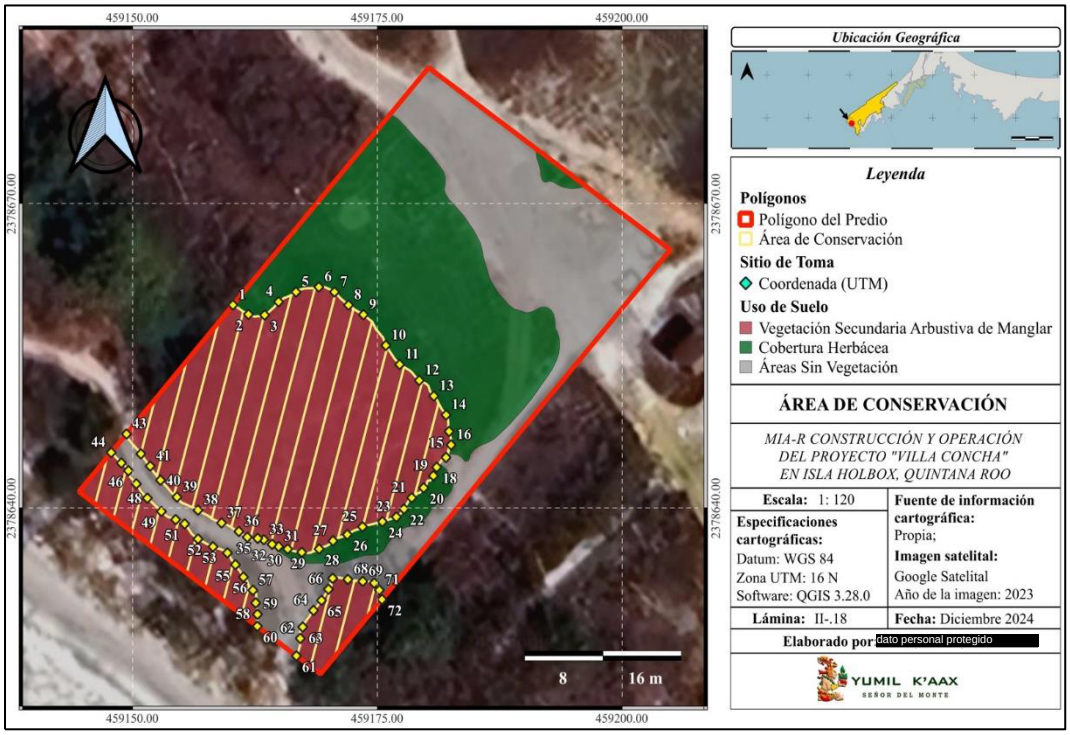


Lámina II.7. Puntos de referencia de los parches de manglar en el predio.

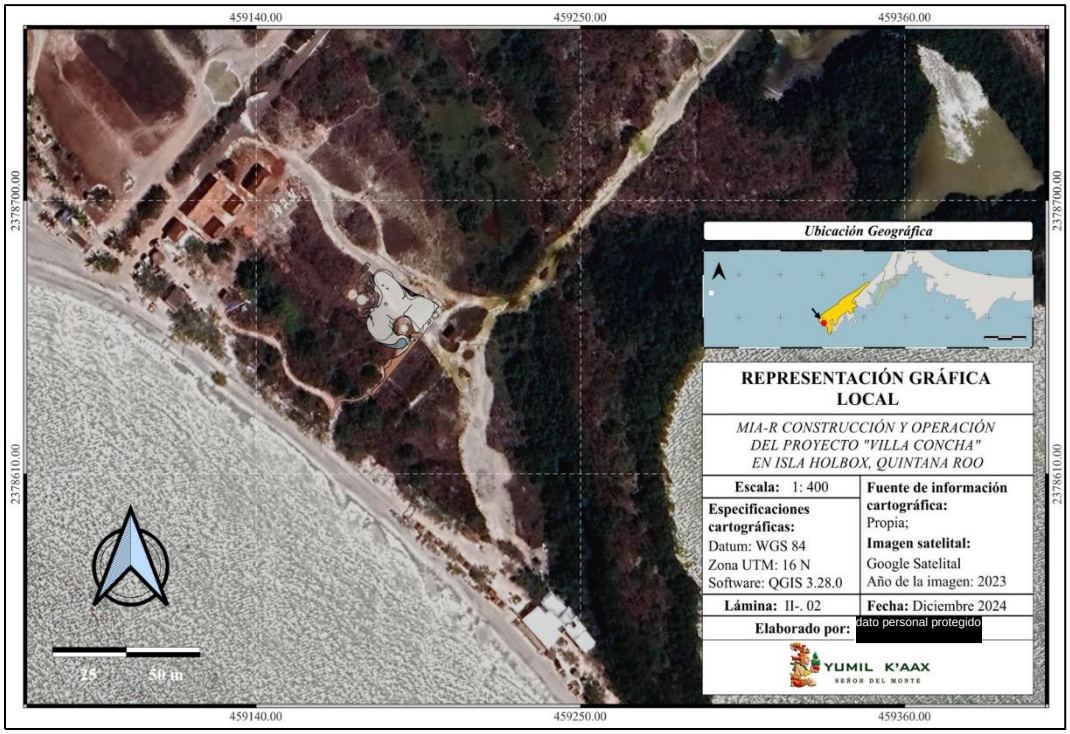


Lámina II.8. Proyección de obra en el predio seleccionado.

Selección del sitio

La selección del predio para desarrollar el proyecto "*Villa Concha*", se basó en los siguientes criterios:

- **Ubicación:** Holbox es un destino turístico con un estilo rústico rodeado de abundante naturaleza, que crea un ambiente sereno con bellos paisajes costeros. Debido a ello, la isla es ideal para el turismo de aventura y relajación, donde se pasan estancias cómodas que generan bienestar emocional entre los visitantes. Actualmente, Holbox sustenta su economía principalmente en el sector terciario, de servicios para el turismo. Las características anteriores se ajustan a los intereses del promovente para desarrollar un proyecto en el cual se pueda hospedar durante distintos períodos al año.
- **Ubicación dentro de la localidad:** Holbox es un pueblo costero distribuido en el oeste de la isla. Este asentamiento humano cuenta con una mayor concentración urbana en el centro del poblado y sus colindancias, cercano al muelle de acceso a la isla; hacia el este del centro se encuentra la zona hotelera en la que predomina la presencia de hoteles y sitios de hospedaje; hacia el oeste se encuentran zonas de menor concentración de infraestructura, en donde los edificios se mezclan entre la naturaleza. El predio de interés se encuentra en el oeste del poblado, por lo que se localiza en un lugar singular rodeada aún de naturaleza, colindante a la playa, de fácil acceso, cercano a servicios y espacios para actividades de sol y playa (como clubes de playa), lo cual cubre los intereses del promovente.
- **Condiciones del predio e impacto previo: l**a selección del predio para el desarrollo del proyecto se enfocó en identificar un sitio cuyo aprovechamiento no genere fragmentación del hábitat ni requiera la remoción de comunidades de manglar. En este contexto, se priorizó un terreno que disponga de espacio suficiente para la construcción de la obra y sus elementos externos, garantizando la preservación de las áreas de vegetación mejor conservadas en la isla.
- **Vías de acceso:** el predio se encuentra en una zona con vialidades previamente establecidas por el municipio y los pobladores, lo que facilitará el acceso al terreno, tanto de los huéspedes como del personal de construcción; asimismo, los caminos cuentan con las características adecuadas para el tránsito de vehículos de transporte de materiales y de taxis (buggy y carritos de golf).
- **Factibilidad de uso del suelo:** Holbox se encuentra en el ANP APFF Yum Balam. El poblado corresponde a la subzona de *Asentamientos Humanos de Holbox* del área natural protegida en la que, de acuerdo con el Programa de Manejo de la reserva, son actividades permitidas la construcción de obra pública o privada, mantenimiento de infraestructura, senderos interpretativos, turismo de bajo impacto ambiental y uso de vehículos terrestres. Por ello, es factible construir una casa compatible con las actividades permitidas y con otras obras de la región, sin alterar significativamente el paisaje de la zona.

Considerando los criterios previamente listados, se determinó que el predio es adecuado para desarrollar el proyecto propuesto. Por su ubicación en un área rodeada de distintos elementos naturales y dentro de un ANP, será importante implementar medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, así como medidas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, para asegurar la protección de los componentes naturales vulnerables, de la estructura civil (reducir vulnerabilidad física) y de la salud humana de los huéspedes, trabajadores y pobladores de Holbox (reducir vulnerabilidad social y conservar servicios ambientales para un ambiente sano para su bienestar).

Antecedentes de la superficie seleccionada

El predio ha sido utilizado como área de tránsito y acceso secundario hacia la playa, funcionando principalmente como un desvío, ya que existe un camino principal que conduce a la playa Punta Cocos. Esta playa cuenta con clubes de playa y zonas de abundante naturaleza, ideales para actividades recreativas relacionadas con el sol y el mar, así como para disfrutar de espectaculares vistas durante los atardeceres. Por lo anterior, en el terreno de interés cuenta con caminos y senderos con superficies sin vegetación y espacios cubiertos con plantas del estrato herbáceo. En el predio también se observa la acumulación de residuos sólidos depositados por pobladores de la isla o arrastrados durante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos con la subida del nivel de marea. En el sitio también se obtuvo evidencia de que era utilizado ocasionalmente como *sanitario*. Todo lo anterior provocó la fragmentación de la comunidad del manglar, en el cual, continuaba la afectación a través del tiempo, reduciendo su superficie.



Imagen II.1. Afectación histórica de la comunidad vegetal en el predio. Originalmente existían dos senderos en el terreno, establecidos por el paso de habitantes y turistas, desde años previos; ambos senderos se ampliaron con el tránsito frecuente de personas y vehículos automotores en los mismos. A) sendero sur y B) sendero oeste; C) paso de vehículos en los senderos.

El predio actualmente está delimitado por un cerco perimetral de malla ciclónica, lo que ha reducido el tránsito de personas en el terreno. Sin embargo, se han identificado nuevos puntos de disposición de residuos al interior, lo que indica que sigue existiendo acceso no autorizado desde el poblado. A pesar de esta problemática, la disminución del paso de personas y vehículos ha contribuido a frenar la degradación de la comunidad de manglar, al mismo tiempo que ha favorecido la presencia de fauna silvestre que se refugia en el mangle. En la superficie de manglar del predio se ha registrado, en diversas ocasiones, la presencia de la Garza Nocturna Corona Clara (*Nyctanassa violacea*), lo que demuestra que destinar esta superficie como área de conservación contribuirá a la protección de la fauna nativa de la región. Esta acción resulta fundamental para la preservación de la biodiversidad en el Área Natural Protegida (ANP) APFF Yum Balam. Cabe señalar que se implementarán medidas ambientales para evitar cualquier impacto sobre la garza durante el desarrollo del proyecto, ya que la especie está adaptada a la presencia humana en la zona y dispone de espacios adecuados para su refugio

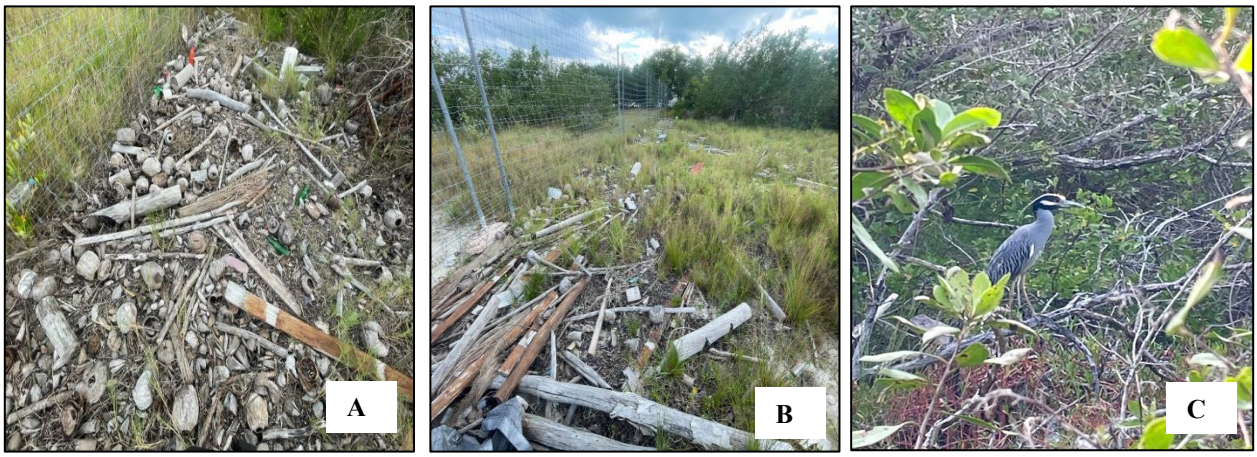


Imagen II.2. Presencia actual de residuos sólidos en el predio (A y B); garza nocturna corona clara registrada en el área de manglar del terreno.

Diseño de las obras

Para definir el diseño de las obras de "*Villa Concha*", la cantidad y su ubicación dentro del predio seleccionado, se consideró la distribución actual de los componentes ambientales del terreno. Durante la planificación y determinación de obras a establecer, se tomó en cuenta el tipo y cobertura de la vegetación del predio; el tipo de suelo; el registro de fauna silvestre y su capacidad de desplazamiento y su rango de distribución dentro del terreno; la continuidad de la vegetación y la presencia de parches colindantes; la presencia de especies de vida silvestre en alguna categoría de riesgo; los hábitats clave de la fauna silvestre; la presencia de recursos para el desarrollo de la fauna silvestre; los sitios desprovistos de vegetación o impactados previamente; su colindancia con la playa y los factores climáticos de la región.

Con la identificación de los componentes ambientales del predio, se procedió a atender las necesidades e intereses del promovente para definir el concepto del proyecto a establecer. Asimismo, se analizaron las disposiciones jurídicas de los instrumentos normativos aplicables al tipo de obra por desarrollar, por lo cual se revisaron leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y el Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam. Aunado a lo anterior, se realizó la revisión de documentos especializados para guiar el diseño del proyecto a desarrollar y se complementó con un informe técnico de mecánica de suelos elaborado por Avance mp y un estudio hidrológico y geohidrológico elaborado por Consultores en Geohidrología & Hidráulica Costera_IC ODISER Empresarial S.A. de C.V. (ambos adjuntos en anexo 4 de esta MIA-R).

Cabe recordar que, en el predio donde se ubicará el proyecto "*Villa Concha*", anteriormente se consideró ejecutar el proyecto "Villa Holbox", el cual fue sujeto al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) en 2022 mediante una MIA-R. Sin embargo, durante el transcurso de la evaluación a cargo de la DGIRA, tanto de la MIA-R como de la Información adicional solicitada, se presentaron diversos eventos como: la llegada de fenómenos hidrometeorológicos (tormentas y ciclones tropicales; ciclón extra tropical); modificación de la zona donde se ubica el predio; tránsito e ingreso al predio por parte de turistas, pobladores y vehículos; por la condición del predio, éste se tomó como basurero (depósito de residuos sólidos) a cargo de extraños; construcción de obras nuevas y remoción de vegetación en predios colindantes.

Por lo anterior, se observó una afectación sobre la cobertura vegetal del predio y la zona, una imagen descuidada del sitio por presencia de residuos sólidos y obstrucción de acceso fácil al terreno. Ante ello, el promovente, tomando en cuenta que busca desarrollar un proyecto sustentable, mediante la asesoría de especialistas en diseño, construcción, impacto ambiental y derecho ambiental, acordó realizar modificaciones y el reforzamiento de elementos del diseño original (Villa Holbox), derivando en el desistimiento del trámite para realizar los ajustes necesarios de forma oportuna y someter al procedimiento de evaluación del impacto ambiental el diseño mejorado denominado "*Villa Concha".*

Con base en los aspectos previamente expuestos, se determinó que los estudios técnicos mencionados (mecánica de suelos y estudio hidrológico y geohidrológico) son plenamente aplicables al proyecto "*Villa Concha*", dado que el tipo de suelo, las dimensiones y los límites del terreno son consistentes. Además, el tiempo de proyección y los escenarios considerados abarcaron análisis de periodos de retorno de 5, 25 y 100 años, así como fenómenos hidrometeorológicos de alta intensidad, lo que los hace pertinentes para el año 2025. Esta información se complementó con lo expuesto en *el Estudio de vulnerabilidad al cambio climático en destinos turísticos seleccionados- Diagnóstico de vulnerabilidad ante el cambio climático del destino turístico Holbox, Quintana Roo,* emitido en 2018 por la Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. Asimismo, es necesario considerar que la obra a construir mantiene elementos similares a los

inicialmente propuestos, dado que los ajustes realizados tuvieron como objetivo garantizar la protección de los componentes ambientales y mitigar el impacto ambiental en la zona.

En consecuencia, la planeación anticipada del proyecto "*Villa Concha*" asegura el cumplimiento de las normativas jurídicas de los instrumentos ambientales que regulan las actividades humanas en Holbox, con el objetivo de preservar el ecosistema costero de la isla, proteger los componentes del ANP APFF Yum Balam y prevenir el desequilibrio ecológico del sistema ambiental regional. El proyecto también posee elementos que contribuyen a mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático, por ejemplo, la casa se construirá sobre estructuras de soporte a una altura de 1.50 m sobre el nivel del terreno considerando el estudio hidrológico y geohidrológico que concluye:

De acuerdo a los escenarios de inundación para lluvias comunes se tienen niveles de inundación cercanas a 0.90 msnmm correspondientes a un tirante máximo de inundación de 0.41 m. Para lluvias extraordinarias los niveles de inundación alcanzan valores entre 0.96 y 1.00 msnmm con tirantes de hasta 0.51 m. Fenómenos meteorológicos extremos como el Huracan Wilma, llegan alcanzar niveles de inundación cercanos a 1.05 msnmm.

Los niveles estimados de inundación por precipitación sugieren que el nivel proyectado de las plataformas en el predio determinado en 1.5 m sobre el nivel natural del terreno (2.50 msnmm considerando la mayor elevación del terreno) es adecuado para mantener la hidrodinámica superficial del predio y mantener protegida a la infraestructura proyectada ante lluvias extremas.

Posterior al análisis de los estudios, disposiciones jurídicas, programa de manejo y de las condiciones actuales del predio, se definió y ajustó el concepto del proyecto, a través de lo cual se determinaron las dimensiones y orientación de las obras; también, se consideraron procedimientos constructivos y estilos de arquitectura regionales, basados en las obras existentes en la isla. Con el análisis de las estructuras civiles existentes en Holbox se identificaron y seleccionaron los elementos de diseño más adecuados para disminuir la vulnerabilidad física de la casa y minimizar el impacto ambiental; este proceso consideró criterios como la resistencia de materiales, el desempeño funcional y la experiencia en la implementación de componentes utilizados en obras similares. Con base en el análisis, se estima que "*Villa Concha*" será capaz de adaptarse a las condiciones ambientales específicas de la región, garantizando su integración al entorno y evitando alteraciones significativas al ecosistema costero.

A continuación, se presentan fotografías de obras o elementos presentes en la isla, observados para determinar los elementos más favorables para el establecimiento del proyecto, considerando las condiciones climáticas, los posibles escenarios, el aprovechamiento y los elementos que mejor funcionan en Holbox.





Fotos II.6 y II.7. Izq.- Las pilotes contribuyen a reducir la alteración del drenaje natural y amortiguan inundaciones; Der.- Elevar sobre estructuras de soporte las obras cercanas a la playa reduce su vulnerabilidad a inundaciones.





Fotos II.8 y II.9. Los senderos de madera para acceder a la playa contribuyen a mantener superficies permeables y favorecen la extensión de vegetación rastrera, mitigando la fragmentación de la cobertura vegetal.





Fotos II.10 y II.11. Izq.- En las ventanas de cristal se instalan cortinas rompevientos que protegen la estructura ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos; Der.- La vegetación arbustiva amortigua el impacto en la calidad visual del paisaje, motivo por el que se debe conservar parches de arbustos y respetar la altura máxima permitida de obra.




Fotos II.12 y II.13. Los senderos de madera elevados sobre pilotes son una opción adecuada para mantener el flujo hidrológico de un área y permitir la continuidad de los parches de vegetación como los de manglar.




Fotos II.14 y II.15. Izq.-Los caminos de madera elevados sobre pilotes son obras comunes en la isla que se han ido estableciendo en sitios inundables; Der.- Las oficinas temporales tipo campers pueden establecerse en la isla.




Fotos II.16 y II.17. Los cercos de giles de madera reducen significativamente la alteración del entorno y la erosión del suelo. La madera brinda una apariencia rústica y natural que armoniza bien con paisajes naturales, especialmente en áreas rurales o costeras.

El diseño de "*Villa Concha*" incorpora características que favorecen su integración al entorno de la zona donde se establecerá. La construcción será compatible con el contexto social, económico y paisajístico de la isla, manteniendo una armoniosa relación con los elementos naturales y el estilo rústico característico del poblado de Holbox. A nivel regional, la obra se integrará de manera discreta al paisaje existente en el asentamiento humano, evitando generar alteraciones significativas en la percepción visual del entorno.

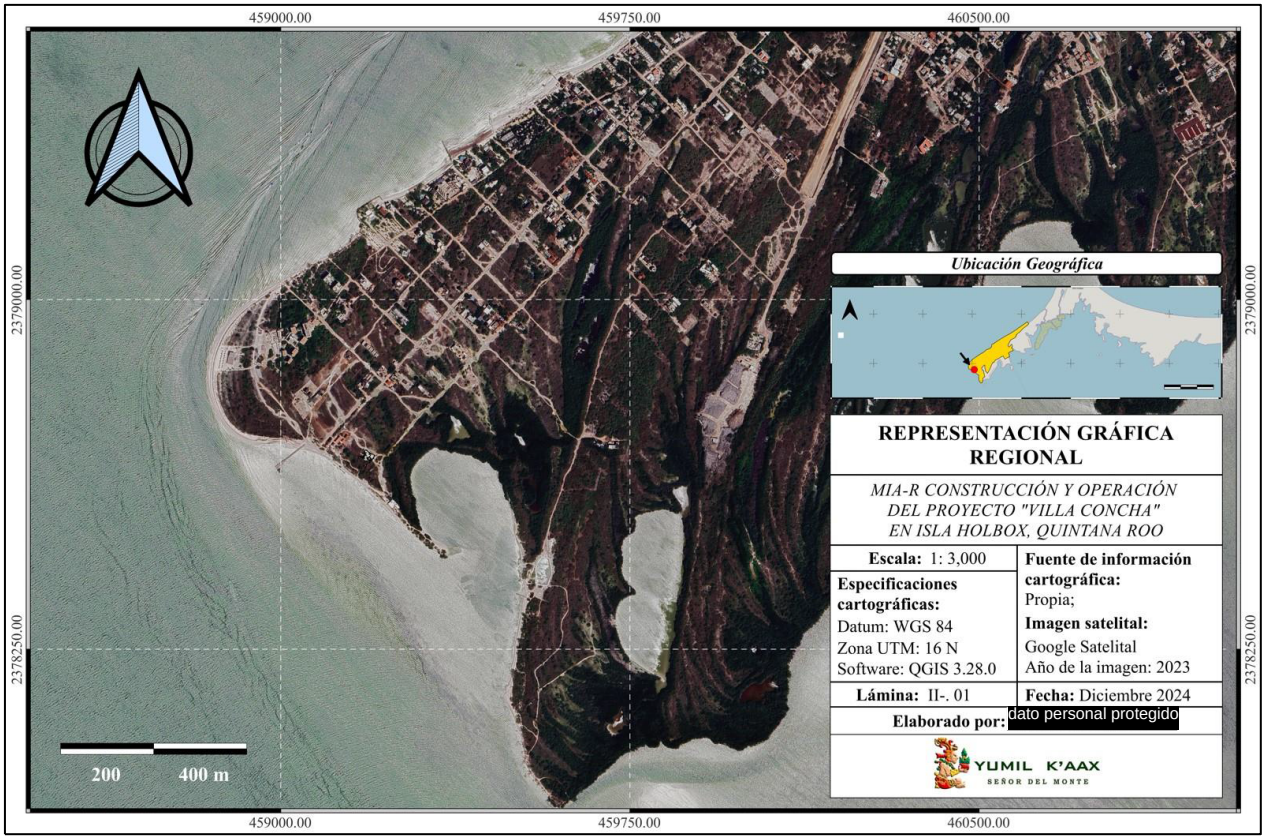


Lámina II.9. Se proyectó la obra en un mapa regional; los colores a utilizar para la casa y sus elementos permiten integrarse de forma discreta en la región.

La obra no ocasionará la fragmentación de corredores biológicos en la región ni afectará la conectividad ecológica de la comunidad de manglar presente en la zona, garantizando la conservación de su continuidad funcional y estructural.

En la siguiente lámina se realizó la proyección de la obra utilizando una paleta de colores representativa de los materiales y acabados previstos para su construcción, demostrando que su implementación no provocará alteraciones significativas en la calidad visual del entorno. Asimismo, se aprecia que no afectará la de forma significativa la conectividad de los parches de vegetación de la zona debido a que se aprovechará una superficie previamente impactada y el cerco de giles de madera posee espacios y tendrá pasos de fauna.



Lámina II.10. Representación de la obra en el predio seleccionado. No se generará una alteración significativa al paisaje actual.

La región donde se desarrollará y operará el proyecto, al ser un destino turístico, cuenta con infraestructura básica municipal que incluye servicios como electricidad, agua potable, recolección de residuos sólidos, red de drenaje, vías de comunicación de arena estabilizadas, alumbrado público y espacios comunitarios como la plaza central. Sin embargo, algunos de estos servicios presentan saturación o cobertura limitada, esto último como en la zona donde se localiza el predio seleccionado.

Ante esta situación, el promovente propone soluciones que mitiguen la presión sobre la infraestructura existente y aseguren la satisfacción de las necesidades de los huéspedes, considerando la limitada presencia de servicios municipales en la zona. Entre las medidas propuestas se encuentran:

- **Instalación de un biodigestor** en una cavidad de aislamiento, para el tratamiento de aguas residuales y la prevención de fugas al medio ambiente.
- **Construcción de una cisterna** destinada al almacenamiento de agua potable y al acopio de agua pluvial.
- **Reutilización de aguas tratadas** mediante el biodigestor para actividades específicas.
- **Uso de electrodomésticos de bajo consumo energético**, priorizando la eficiencia y la sostenibilidad.

Estas acciones buscan garantizar una operación sostenible del proyecto, minimizando su impacto en la infraestructura municipal y contribuyendo al manejo responsable de los recursos.

La forma de acceso a la Isla de Holbox es por vía marítima al muelle del puerto, operado por la Secretaría de Comunicación y Transportes. El predio cuenta con acceso por la calle Paseo Carey (playa) y por un sendero de terracería (arena) que se encuentra entre el predio y el camino principal a playa Punta Cocos, al norte, el cual se utilizará durante el proceso de construcción de la obra como vía de acceso al proyecto. Por lo tanto, para el proyecto no se construirán nuevas vías de comunicación, ya que se aprovechará el camino existente, establecido por los pobladores de la isla desde años previos. Con el aprovechamiento de este camino se evitará crear nuevas vías y, de este modo, no se removerá vegetación arbustiva de la zona. Es importante señalar que el uso del camino de acceso no generará conflictos sociales, ya que no se ocasionará el desplazamiento de pobladores; el camino abarca propiedad privada también perteneciente al promovente.



Foto II.18. Vía de acceso al predio.

El agua potable de la zona está a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA), se abastece con línea submarina de agua potable de 11.2 km del puerto de Chiquilá hasta Holbox. Actualmente, la red de agua potable no llega hasta el predio por lo que la villa se abastecerá por medio de pipas de agua potable de 10,000 L, así como del agua tratada y filtrada que se use en la misma villa. Las instalaciones hidráulicas serán a base de tubería de PVC hidráulico y CPVC.

La villa contará con su propio biodigestor de tratamiento de aguas residuales para después ser reutilizadas. Este sistema contará con un biodigestor prefabricado de polietileno de alta densidad de 1,300 L, en él se tratarán aguas negras y grises para después ser almacenadas en una cisterna de almacén de aguas tratadas de 3,500 L y potabilizarse a través de un tren de filtración compuesto por un filtro de sedimentos, carbón activado, suavizador, osmosis inversa y luz ultra-violeta. De esta forma las aguas grises y negras podrán ser

usadas en inodoros, lavandería y riego. El agua recolectada de lluvia pasará por un sistema de filtración similar para después ser reusada en lavabos, regaderas, lavabos y muebles restantes.

Los residuos sólidos domésticos serán separados y acopiados en contenedores con tapa para ser retirados al sitio de disposición municipal. El promovente aplicará medidas de prevención de contaminación del suelo, para ello, implementará un programa de manejo integral de los residuos, el cual contendrá estrategias para reducir y reutilizar residuos generados, asimismo, se clasificarán aquellos susceptibles a reciclaje. No se contempla la generación de residuos peligrosos derivados de un sistema de producción, sin embargo, es posible que se generen residuos de aceites y pilas, por lo que se tendrá que dar cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable para su manejo.

Cabe mencionar que, por el uso de suelo de la subzona, establecido como asentamiento humano, aunado a que no se contempla remover o desmontar comunidades arbustivas en el predio ni en el SAR, no se realizará cambio de uso de suelo, ya que la obra es compatible con las actividades y proyectos existentes en la región de la localidad Holbox.

Superficies y dimensiones

El proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo* se desarrollará en un predio con una superficie total de 1,670.68 m^2. Para construir el proyecto se aprovechará una superficie de 186.76 m^2, equivalente al 11.18% de la superficie total del predio, para el desplante de los elementos que directamente impactarán el suelo (estructuras de soporte, postes de madera, cisterna, espacio para biodigestor, cuarto de máquinas, alberca, base de temazcal, escalones, entre otros); este 11.18% corresponde al C.O.S. del proyecto.

En el resto de la superficie del predio que no sea aprovechada para el desplante directo de estructuras, se mantendrá el suelo en condiciones naturales, es decir, estará libre de obras que ocasionen su modificación puntual; esta superficie abarca 1,483.92 m^2, equivalente al 88.82% de la superficie total del predio. Del 88.82% de la superficie a mantener libre de impacto directo, se destinarán 685.485 m^2 como *área de conservación* del proyecto, la cual corresponde al área en donde se distribuye el manglar del terreno; esta equivale al 41.03% de la superficie total del predio y es de suma relevancia para contribuir con la conservación del manglar que aún permanece en la isla.

A continuación, se desglosan las superficie de aprovechamiento en el predio donde se establecerá el proyecto propuesto:

Tabla II.8. C.O.S. y área libre de obras.

Concepto	Superficie en m^2	Porcentaje
Impacto directo (C.O.S.)	186.76	11.18
Área libre de obras	1,483.92	88.82
Superficie total del terreno	**1,670.68**	**100**

El *área libre de obras* corresponde a la superficie del predio en la que no se establecerán obras en contacto directo con el suelo, por lo que se mantendrá área en condiciones naturales conformado por superficie permeable y áreas con vegetación. De la superficie total de *área libre de obras,* 685.485 m^2 se delimitarán como el *área de conservación* del proyecto.

Tabla II.9. Desglose de superficies que integrarán el proyecto.

Concepto	Superficie en m^2	Porcentaje
Impacto directo (C.O.S.)	186.760	11.18
Área libre de obras (menos área de conservación)	798.435	47.79
Área de conservación (manglar)	685.485	41.03
Superficie total del terreno	**1,670.68**	**100**

A continuación, se presenta el desglose de las superficies que integran el C.O.S. del proyecto, que corresponde al área que ocuparán las obras con desplante directo en el suelo del terreno.

Tabla II.10. Desglose del C.O.S. del proyecto.

Elemento/obra	Unidades	Radio	Área m^2	Parcial área m^3	Total m^2
ESTRUCTURA VIVIENDA					**59.72**
Tipo 01: Dado con 3 pilotes y 1 columna	10	-	2.36	23.60	
Tipo 02: Dado con 2 pilotes y 1 columna	12	-	2.00	24.00	
Tipo 03: Dado con 3 pilotes y 2 columnas	1	-	3.85	3.85	
Tipo 04: Dado con 3 pilotes y 2 columnas	1	-	5.05	5.05	
Tipo 05: Dado con 4 pilotes y 2 columnas	1	-	3.22	3.22	
Elemento/obra	**Unidades**	**Radio**	**Área m^2**	**Parcial área m^3**	**Total m^2**
COLUMNAS SOPORTE DECK	10	-	0.15	1.50	**1.50**

ALBERCA					
Elemento/obra	**Unidades**	**Radio**	**Área m²**	**Parcial área m³**	**Total m²**
POSTES DE SOPORTE DEL CAMINO ELEVADO					**0.99**
A playa	11	0.15	0.07	0.78	
A habitaciones	3	0.15	0.07	0.21	
Elemento/obra	**Unidades**	**Largo (m)**	**Ancho (m)**	**Parcial área m²**	**Total m²**
INSTALACIONES DE SÓTANO					**54.03**
Cisterna	1	2.80	2.80	7.84	
Cuarto de máquinas	1	4.30	2.80	12.04	
Espacio para biodigestor (cavidad de aislamiento)	1	2.30	2.30	5.29	
Almacén aguas tratadas	1	2.30	2.30	5.29	
Registro de lodos	1	0.65	0.65	0.42	
Alberca	1	-	-	14.10	
Cuarto de máquinas alberca	1	2.30	1.50	3.45	
Servicios tanque de gas	1	3.50	1.60	5.60	
Elemento/obra	**Unidades**	**Largo (m)**	**Ancho (m)**	**Parcial área m²**	**Total m²**
SERVICIOS					**23.93**
Huellas de escalera (primer peldaño)	1	-	-	3.43	
Temazcal	1	-	-	9.62	
Sala exterior (radio)	1	-	1.40	6.16	
Zona de asador	1	-	-	2.32	
Muretes de soporte para malla sombra	2	8.00	0.15	2.40	
Elemento/obra	**Unidades**	**-**	**-**	**Área m²**	**Total m²**
SENDERO Y REGADERAS	1	-	-	46.59	**46.59**
TOTAL DE SUPERFICIE A IMPACTAR (C.O.S.)					**186.76**

La superficie de 186.76 m² será el área de desplante de obra; el resto de superficie del terreno se mantendrá con las características originales del suelo natural, incluyendo el área con cobertura de manglar que será destinada como *área de conservación*.

A continuación, se presenta la distribución de los elementos que se incluyen en el C.O.S. del proyecto:

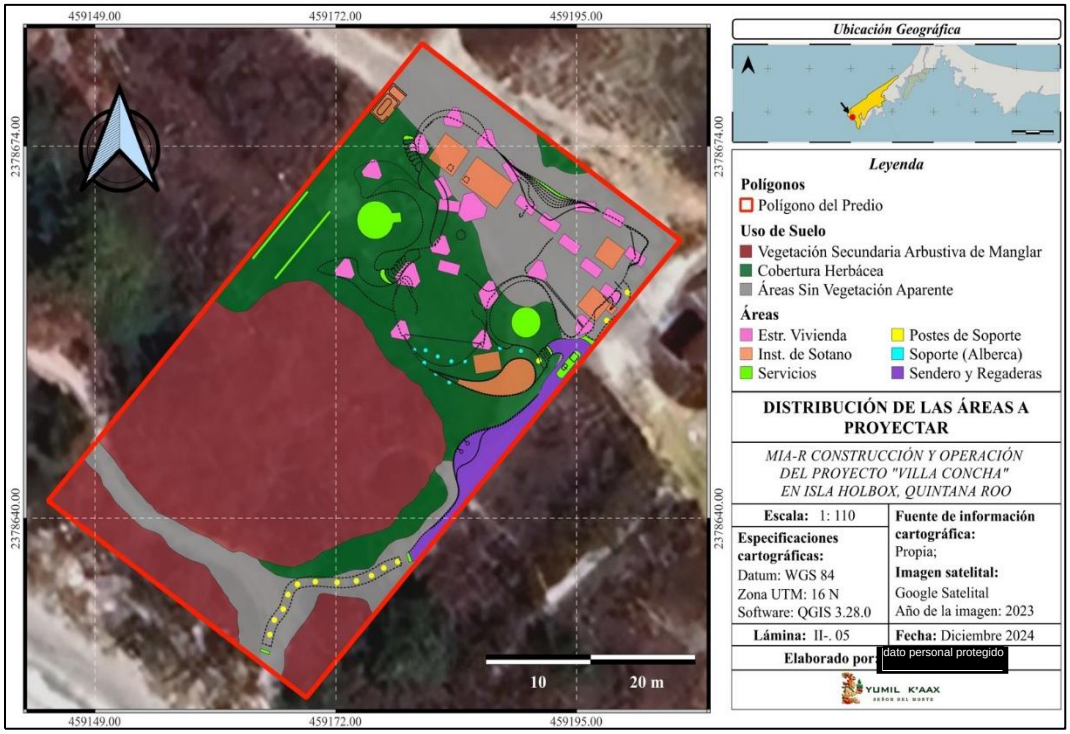


Lámina II.11. Distribución de los elementos que afectarán directamente el suelo del predio.

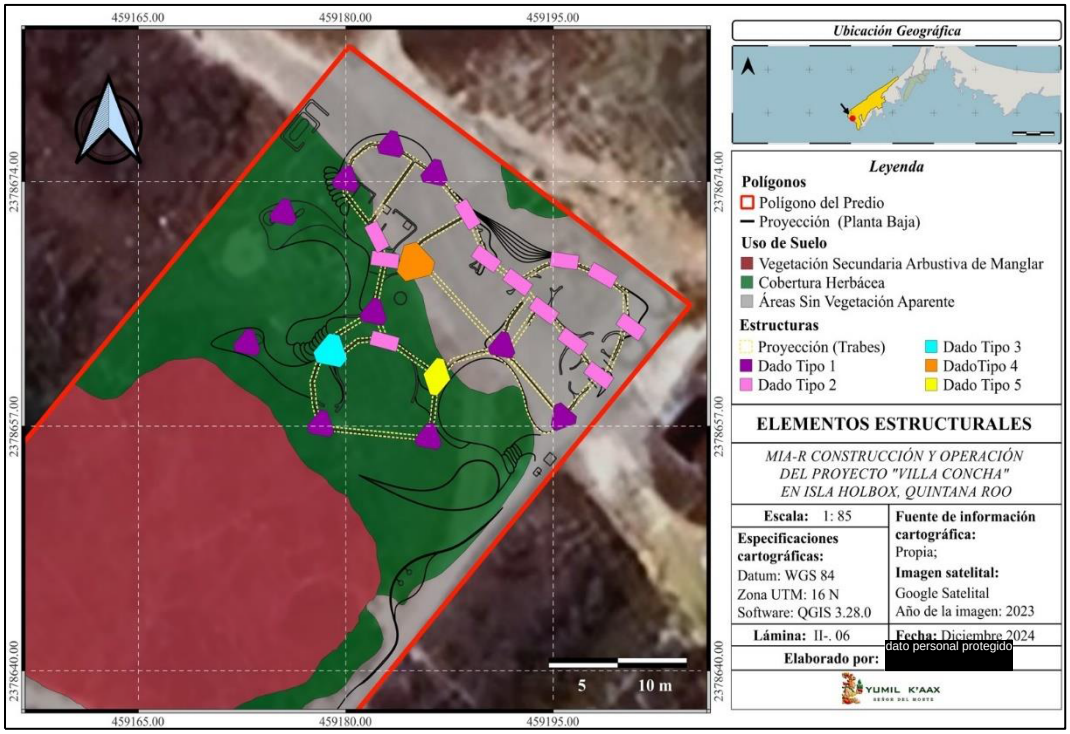


Lámina II.12. Distribución de los elementos estructurales de soporte de la casa.

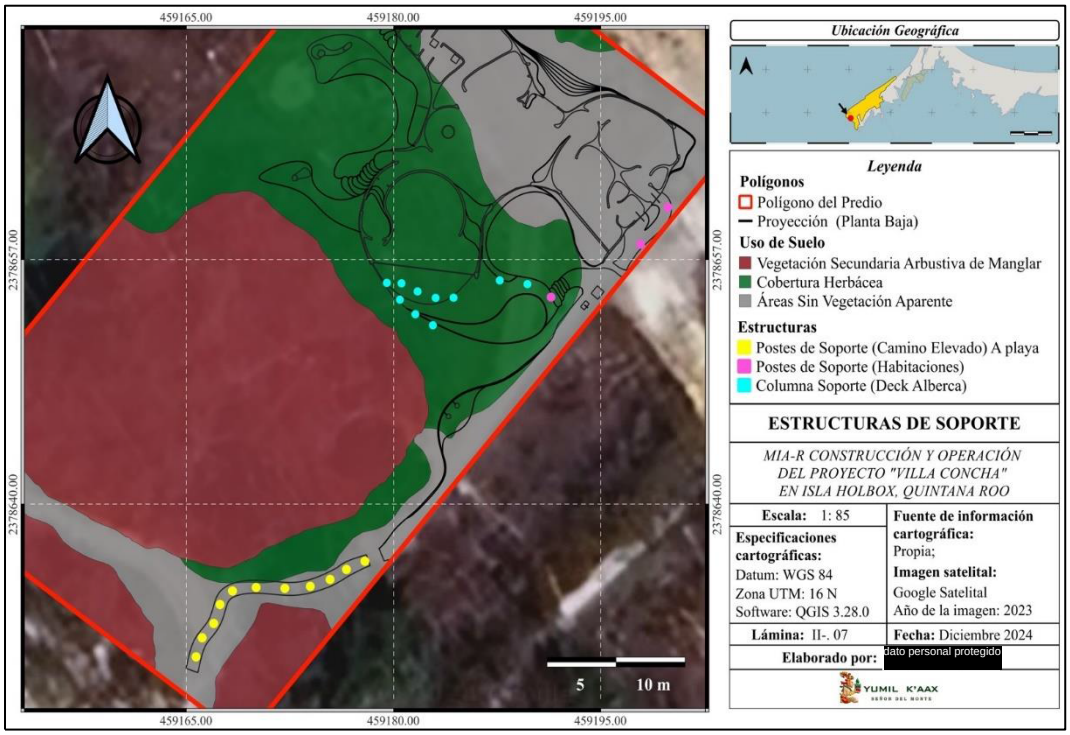


Lámina II.13. Distribución de los postes de madera para caminos elevados y deck de alberca.

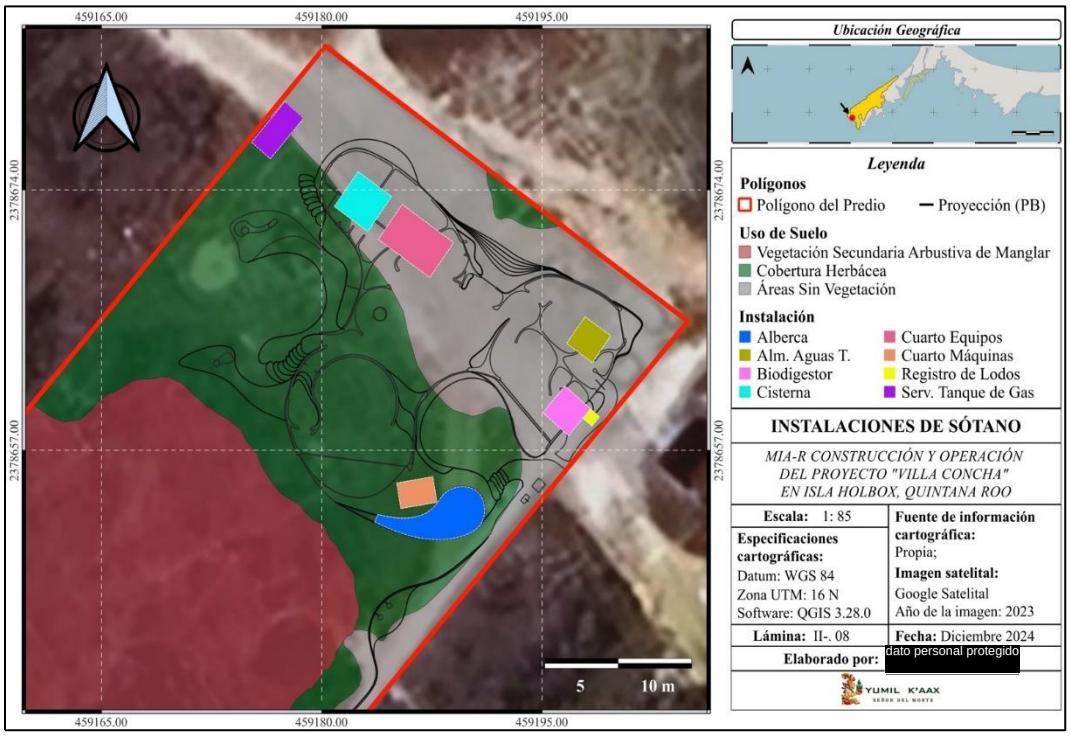


Lámina II.14. Distribución de los elementos a nivel de terreno y por debajo del nivel de Planta Baja de la casa.

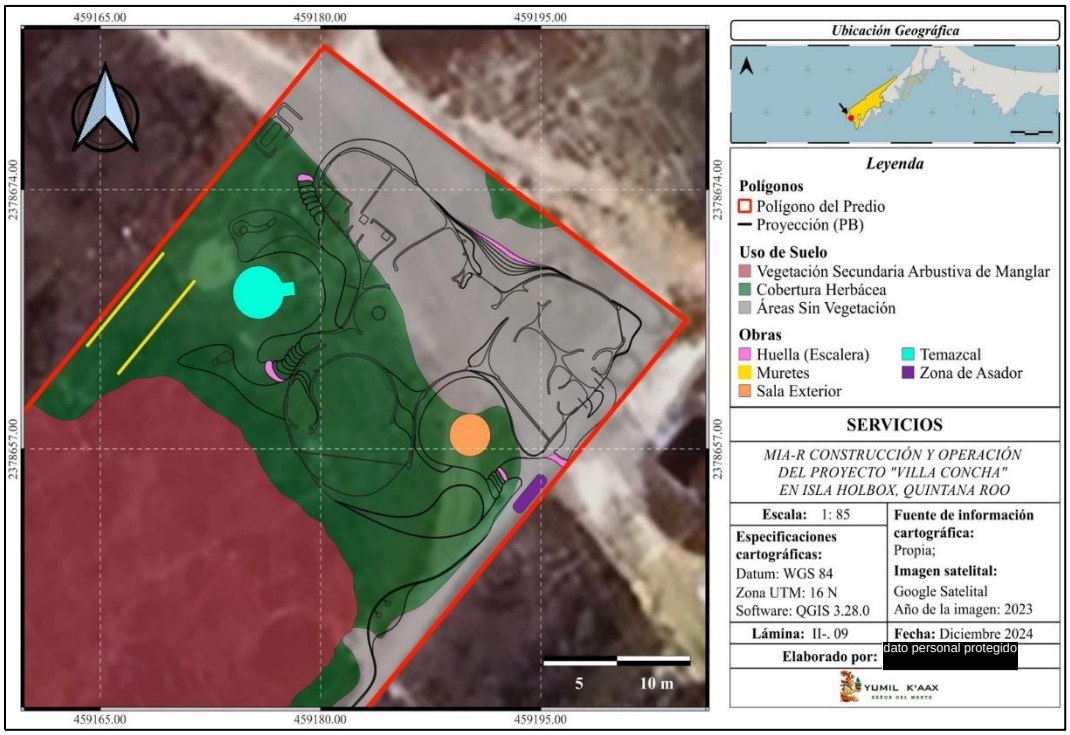


Lámina II.15. Distribución de las obras del exterior de la casa.

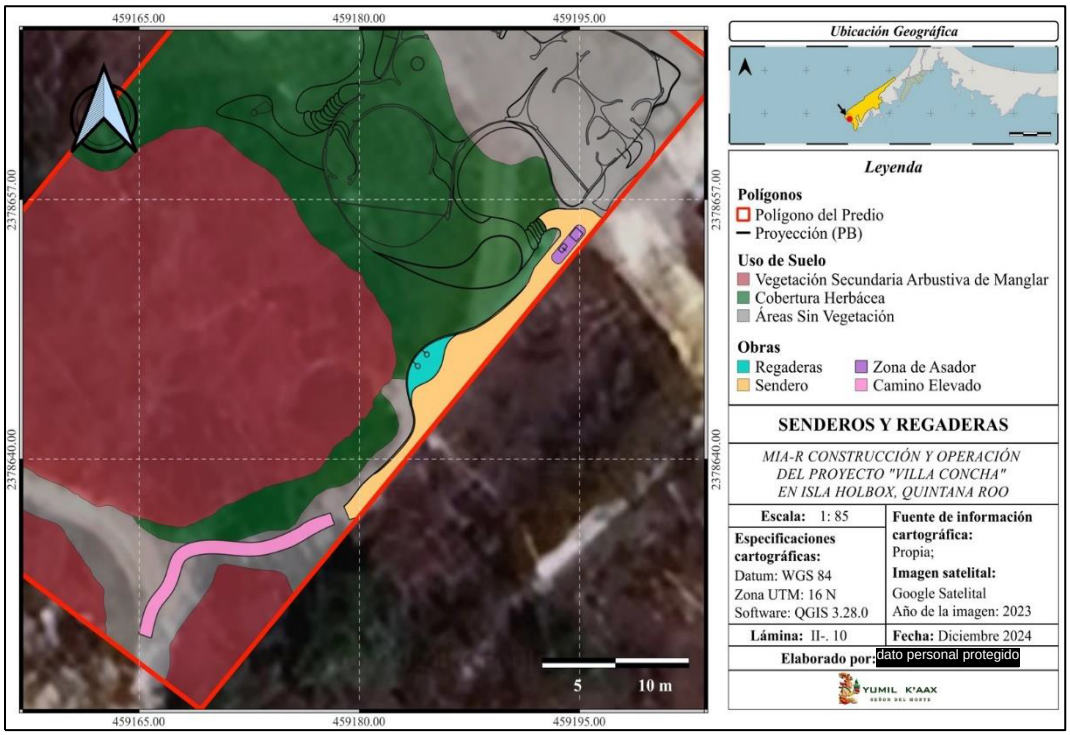


Lámina II.16. Distribución de sendero de madera y regaderas. El impacto al suelo por el camino elevado es a través de los postes de madera (señalados en lámina II.13).

De las obras a establecer sobre el suelo y que integran el C.O.S., existen elementos que requieren excavaciones para su construcción; a continuación, se presentan los volúmenes de excavación:

Tabla II.11. Desglose del volumen de excavación en el área de desplante de las obras.

Obra/elemento	**Volumen total de excavación**			
Estructura	**UD**	**Área**	**NPT (absoluto)**	**Volumen(m^3)**
Dados de cimentación (área total)	1.00	59.72	0.75	44.79
Columnas soporte deck alberca	1.00	1.5	0.2	0.30
Postes de soporte camino elevado	1.00	0.99	0.1	0.10
			Total	**45.19**
Instalaciones de sótano	**Largo (m)**	**Ancho (m)**	**Profundidad (m)**	**Volumen(m^3)**
Cisterna	2.80	2.80	1.10	8.62
Cuarto de máquinas	4.30	2.80	0.70	8.43
Espacio para biodigestor (cavidad de aislamiento)	2.30	2.30	1.10	5.82
Almacén aguas tratadas	2.30	2.30	0.70	3.70
Registro de lodos	0.65	0.65	1.10	0.46
Alberca (área irregular)	-	14.10	0.50	7.05
Cuarto de máquinas alberca	2.30	1.50	0.50	0.75
Tanque de gas	3.50	1.60	1.00	5.60
			Total	**40.44**
Servicios	**Largo (m)**	**π /ancho (m)**	**Profundidad (m)**	**Volumen(m^3)**
Sala exterior (murete interior, diámetro)	0.67	3.1416	0.1	0.21
Muretes de soporte para malla sombra	16.00	0.15	0.1	0.24
			Total	**0.45**
			TOTAL DE EXCAVACIÓN	**86.08**

Para el temazcal se realizará el relleno de superficie para establecer la base sobre la cual se construirá la unidad. Elevar el temazcal es una acción para reducir la afectación por el posible anegamiento del terreno.

Tabla II.12. Volumen de relleno para base de temazcal.

Obra	**Área(m^2)**	**Altura (m)**	**Volumen(m^3)**
Base temazcal	9.62	0.40	3.85
		TOTAL	**3.85**

Para el área provisional, se ocupará temporalmente una superficie de 190.19 m^2. Esta superficie será desmantelada una vez concluida la etapa de construcción. Cabe mencionar que, en parte de esta área de establecerán elementos de obra permanentes (parte de la casa, temazcal, muretes de soporte para malla sombra y área para tanque de gas).

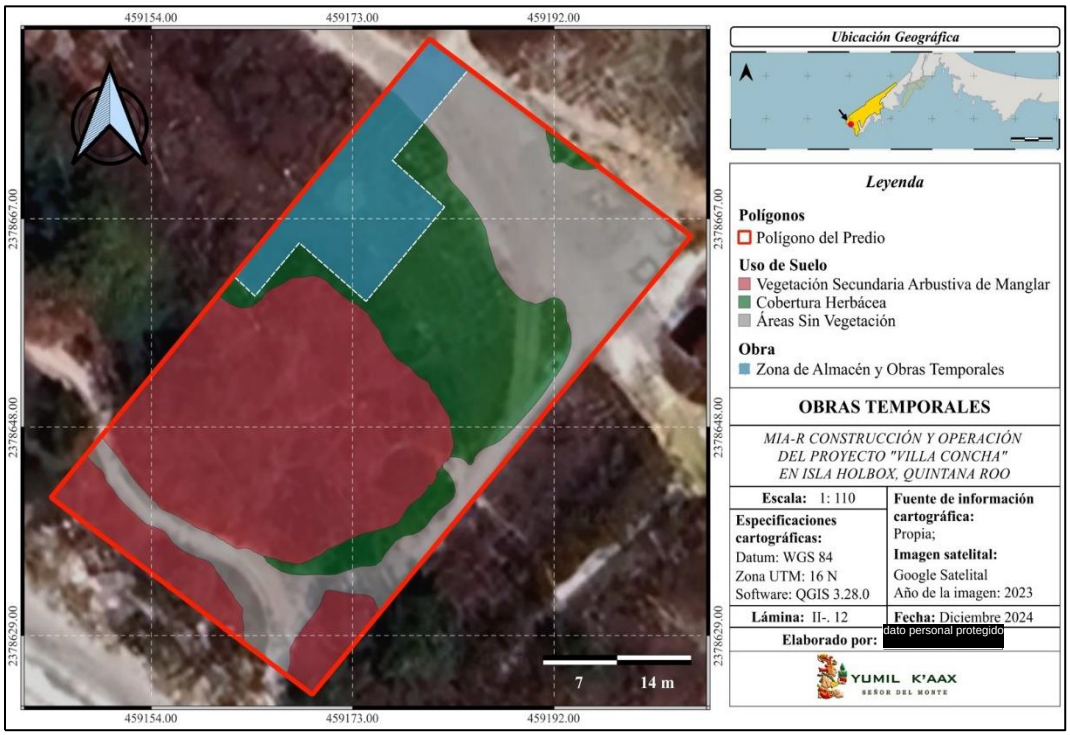


Lámina II.17. Ubicación del área provisional para instalar almacén temporal, oficina, caseta y sanitarios portátiles, entre otros.

Área de construcción

A continuación, se presenta el desglose de superficies en m^2 de todos los niveles de la casa.

Tabla II.13. Desglose del área de construcción de la Planta Baja.

Planta baja	
Programa arquitectónico	**Superficie de construcción m^2**
Vestíbulo	10.47
Comedor	30.90
Sala	57.08
Baño	7.85
Recámara 02	31.93
Recámara 03	29.83
Cocina principal	16.61
Cocina servicio	16.55

Planta baja	
Programa arquitectónico	**Superficie de construcción m^2**
Cuarto servicio	17.66
Lavandería	6.34
Circulaciones	29.85
Alberca	14.77
Decks exteriores	75.00
Senderos exteriores	48.91
Temazcal	9.62
Superficie total PB	**403.37**

Tabla II.14. Desglose del área de construcción del Nivel 01.

Nivel 01	
Programa arquitectónico	**Superficie de construcción m^2**
recámara principal	58.85
recámara 01	52.71
observatorio	24.66
bodega	15.17
circulaciones	27.61
terrazas exteriores	26.20
rampa exterior	18.26
Superficie total N01	**223.46**

Tabla II.15. Desglose del área de construcción del Nivel 02.

Nivel 02	
Programa arquitectónico	**Superficie de construcción m^2**
Rampa exterior	27.11
Terraza & red	34.75
Superficie total N02	**61.86**

Tabla II.16. Resumen del área de construcción de la Casa.

Villa Concha	
Nivel	**Superficie de construcción m^2**
Planta Baja	403.37
Nivel 01	223.46
Nivel 02	61.86
Superficie total de construcción (C.U.S.)	**688.69 m^2**

Descripción de las obras

El proyecto cuenta con tres niveles: Planta Baja, Nivel 01 y Nivel 02 (Azotea). La Planta Baja se desplanta en el nivel +1.50 sobre el terreno natural, en ella se encuentran sala, comedor, baño de visitas, dos habitaciones con baño, dos cocinas, un cuarto de servicio con baño y lavandería. El Nivel 01 cuenta con dos habitaciones con baño, una sala de estar, una bodega y el acceso a una rampa exterior que conduce a la azotea de la casa. La azotea (nivel 02) cuenta con un área de estar exterior.

Planta Baja

El volumen de la villa se divide en tres alas, una al noroeste, una al sureste y otra al suroeste. El acceso principal de la villa será del lado noreste del predio; se accederá desde el nivel natural del terreno mediante escaleras de ferrocemento. Al entrar se encuentra un vestíbulo y cocina principal, ambas comparten una doble altura entre el ala noroeste y suroeste. Después, al mismo nivel y como parte del mismo espacio, se podrán divisar un comedor de 10 personas, un baño para visitas y una sala de estar hundida 0.50 m con acceso a la terraza y alberca exterior.

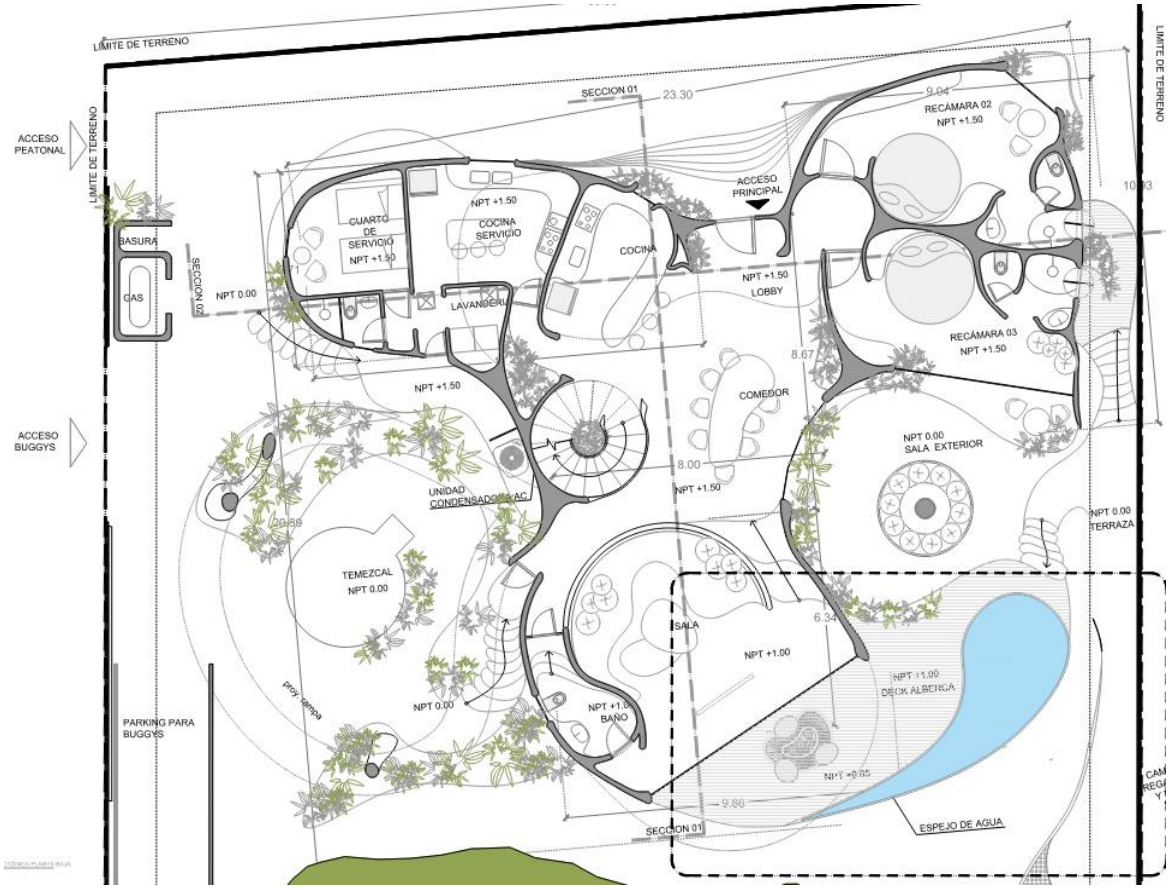


Figura II.5. Distribución de áreas en Planta Baja. Ver plano arquitectónico AR1.11.

En el mismo nivel, del lado sureste, se encuentran dos habitaciones, ambas con su respectivo baño; estas habitaciones cuentan con salida independiente al sendero exterior que conduce a la terraza BBQ, las regaderas y a una brecha existente que lleva a la playa. Las áreas de servicio en planta baja se encuentran del lado noroeste de la villa. Esta área se conforma por una cocina de servicio, un cuarto de servicio con baño independiente y una lavandería con salida a un patio exterior. Esta zona tiene entrada independiente desde el nivel de terreno natural.

Nivel 01 (+4.50 m)

El Nivel 01 se encuentra a 5.10 m del nivel de terreno natural, unas escaleras de caracol con 3.0 m de diámetro que desplantan en planta baja darán acceso al Nivel 01 de la villa. Este nivel cuenta con una sala de estar cubierta por un domo de 3.5 m de diámetro que brindará una sensación abierta al espacio central de la casa. Una habitación con baño propio, vestidor, jacuzzi y terraza se ubicará en el ala suroeste. El ala sureste contendrá la habitación principal de la villa, ésta contará con un vestidor, baño, jacuzzi y terraza exterior. Una bodega de servicio se ubicará en el ala noroeste del proyecto. Entre las escaleras y la habitación 01 se podrá acceder a la rampa exterior que conecta con la terraza del Nivel 02.

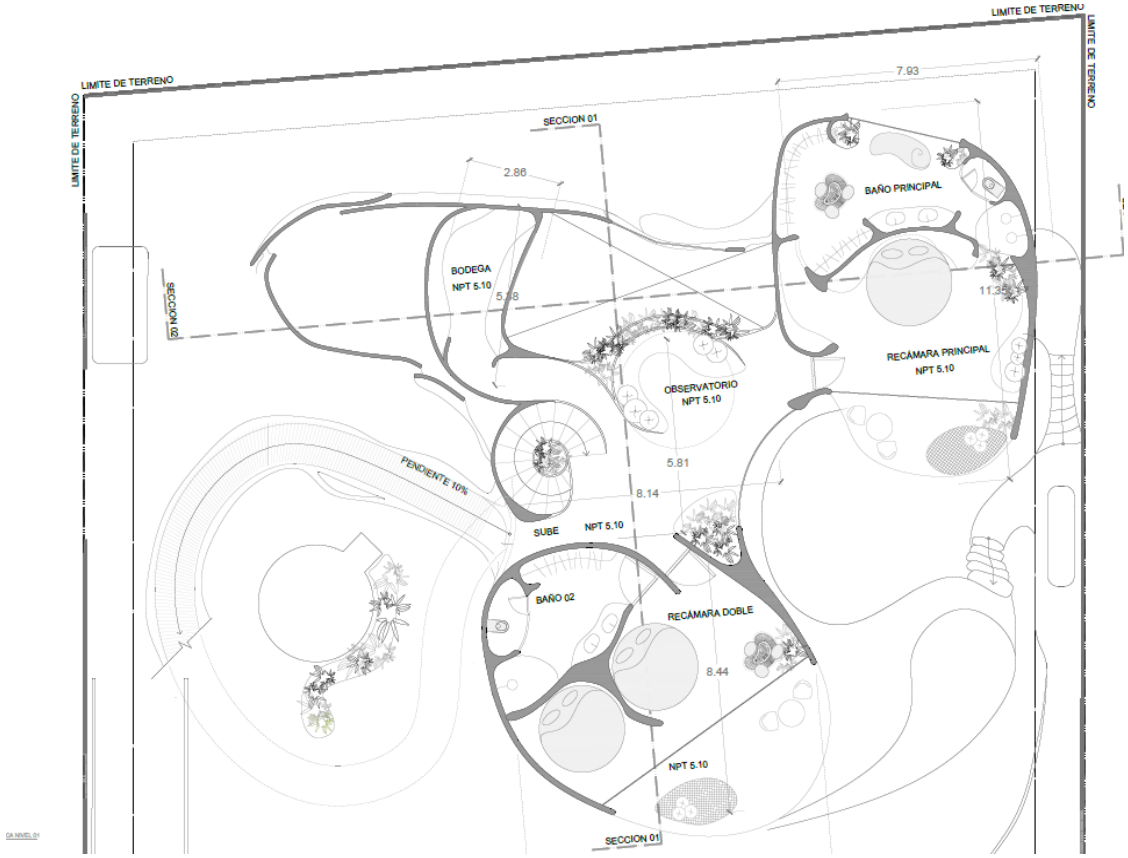


Figura II.6. Distribución de áreas en Nivel 01. Ver plano arquitectónico AR1.12.

Nivel 02 (+8.75 m)

Desde la rampa exterior que desplanta en el nivel 01 se podrá acceder a la terraza exterior en el nivel superior de la villa. Esta rampa será de ferrocemento con acabado antideslizante, con 1.20 m de ancho. La terraza, también llamado nido, contará con un sillón y una red tensada que se soportará con la estructura de la misma villa. Este espacio estará a 8.75 m del nivel de terreno natural y será el último nivel habitable.



Figura II.7. Distribución de áreas en Nivel 02. Ver plano arquitectónico AR1.13.

Las áreas exteriores del proyecto se conforman por un deck de madera elevado, construido con estructura ligera de madera para que, al igual que el resto del proyecto, no modifique ni dañe el terreno existente. Dicho deck contendrá una alberca que necesitará una excavación de 50 cms debajo del nivel de terreno natural; se construirá a base de concreto armado y un acabado aparente pulido a base de pasta tipo cementicia e impermeabilizante. Debajo del deck se ubicará el cuarto de bombas y filtro, igualmente se contará con un sistema de retorno de agua por medio de un canal que almacenará el agua que caiga por el muro "infinity". En la zona oeste del proyecto estará ubicado el temazcal con un radio de 1.75mts y un área de 9.62m^2, con capacidad de albergar hasta 10 personas en su interior.

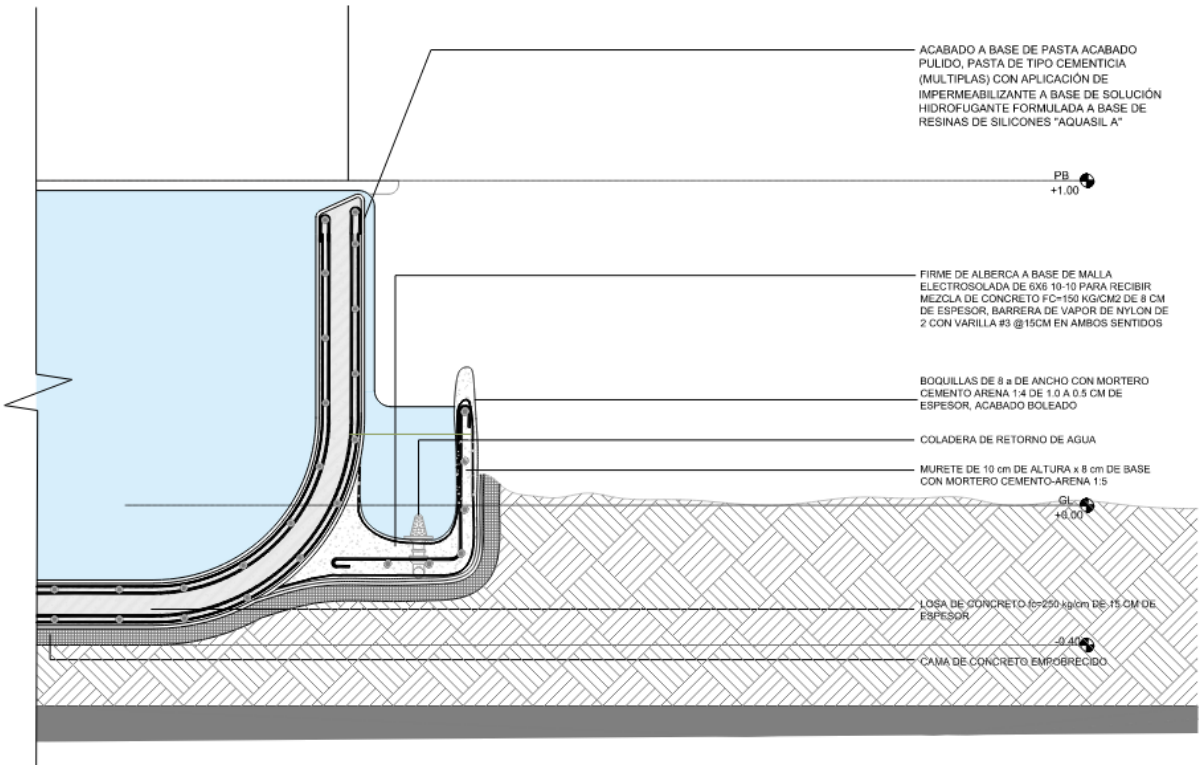


Figura II.8. Detalle de Alberca (Ver plano AR6.02).

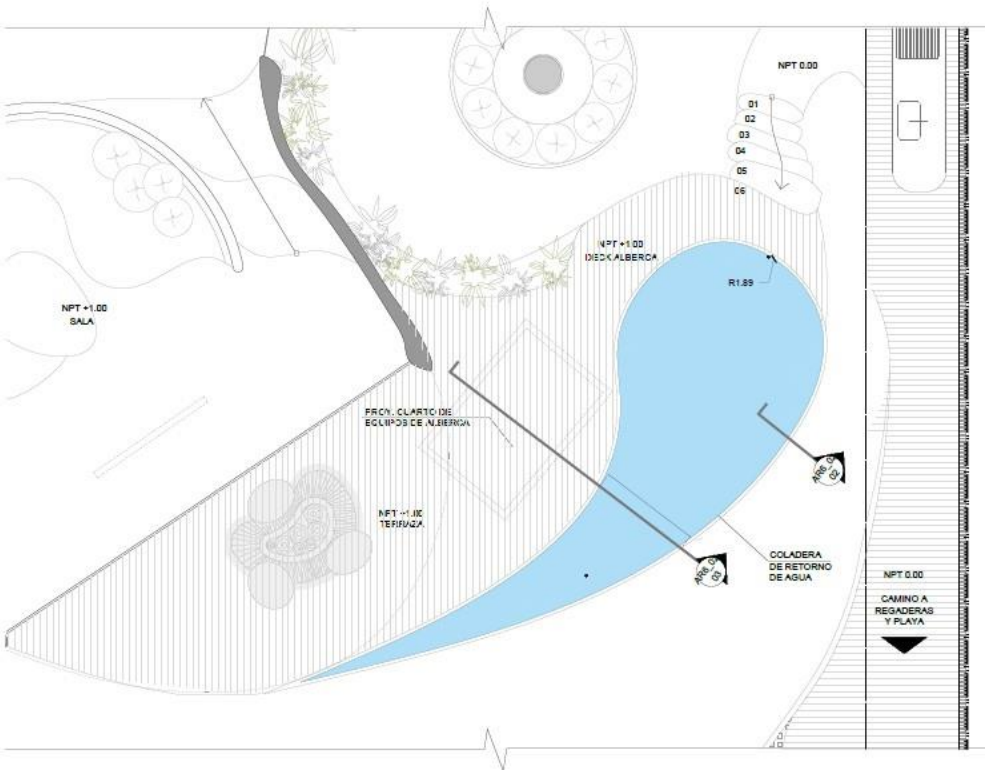


Figura II.9. Detalle de alberca.

Como parte de las áreas exteriores, el proyecto contará con una sala exterior, área de asado y un área de regaderas; dichos espacios estarán a nivel de suelo natural y se acondicionarán con tablones de madera que permitan la infiltración natural del agua al subsuelo.

El terreno cuenta con un sendero existente que se dirige a la playa colindante, éste se aprovechará construyendo un camino de madera de zapote y camarú elevado 80 cm del suelo para evitar la afectación a la vegetación actual del terreno y no alterar significativamente el drenaje natural del área.

El diseño de la casa busca la eficiencia energética a través de eco técnicas como ventilación e iluminación natural, biodigestor, recolección de agua de lluvia y reutilización de aguas tratadas por medio de sistema de filtración de agua. El sistema constructivo ayudará al aislamiento térmico y la mayoría de los materiales a utilizar serán locales y de poco mantenimiento.

La cisterna, cuarto de máquinas, área de biodigestor (y la unidad) y depósito de aguas tratadas se encuentran debajo de la planta baja, entre el nivel de suelo natural y el nivel +1.50 m. La cisterna y biodigestor necesitarán una excavación de 1.10 m de altura, mientras que el cuarto de máquinas y el almacenamiento de aguas tratadas necesitarán 0.70 m de excavación. La alberca y su cuarto de bombas necesitarán una excavación de 0.50 m de altura. Estarán impermeabilizadas tanto al trasdós de muro con tela asfáltica, como en su intradón con un tratamiento de impermeabilización tipo Sika o similar.

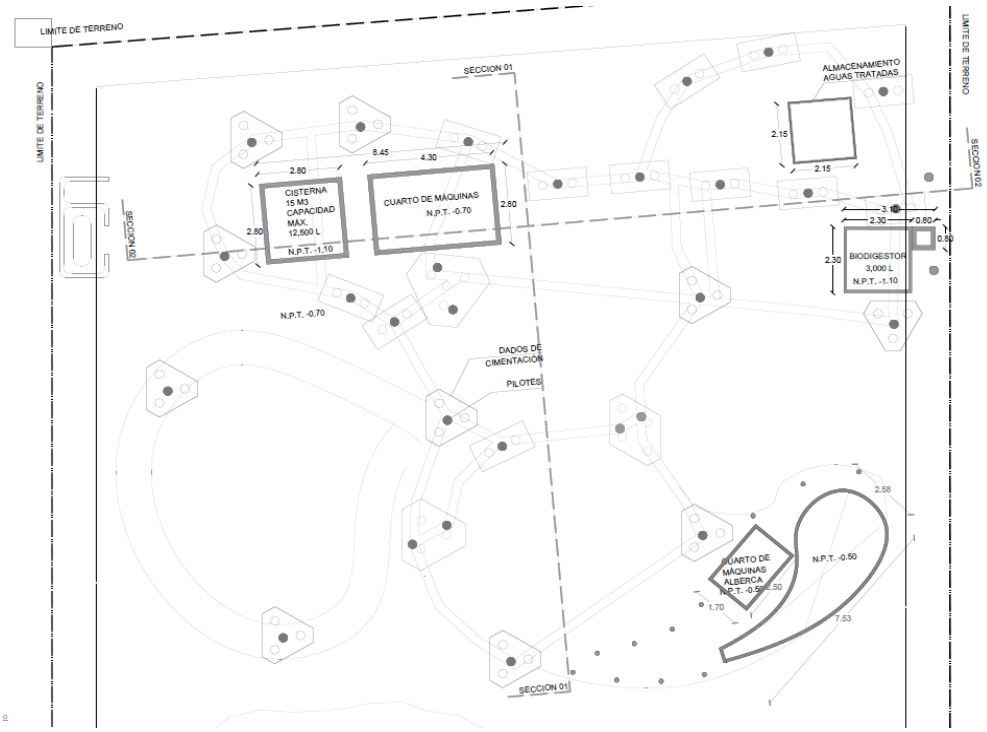


Figura II.10. Plano de cimentación (ver plano arquitectónico AR1.10).

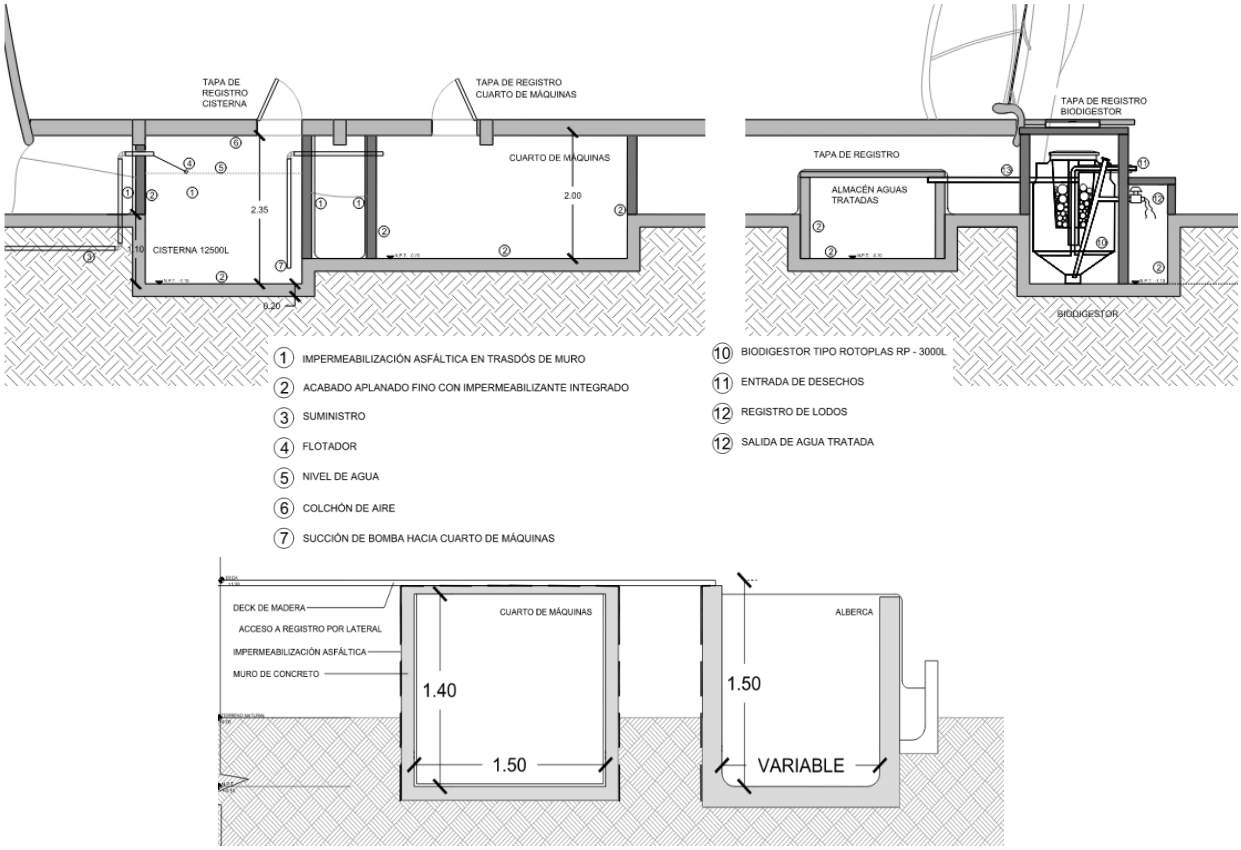


Figura II.11. Detalles de excavación para equipos y cuartos de máquinas.

A continuación, se presentan las fachadas principales y los cortes generales del proyecto:

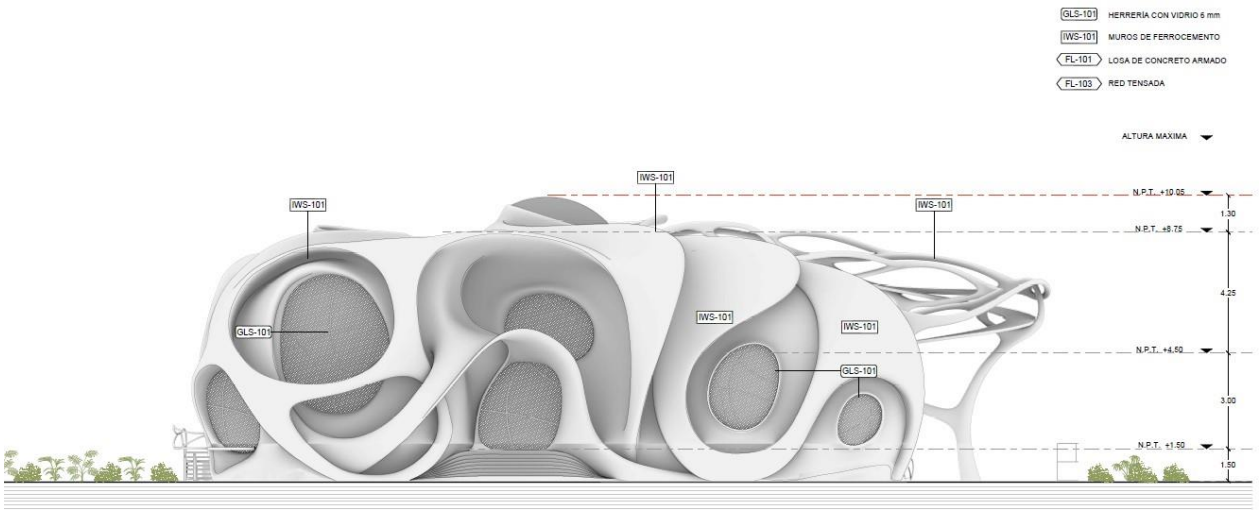


Figura II.12. Fachada Frontal (ver plano arquitectónico AR2.01).

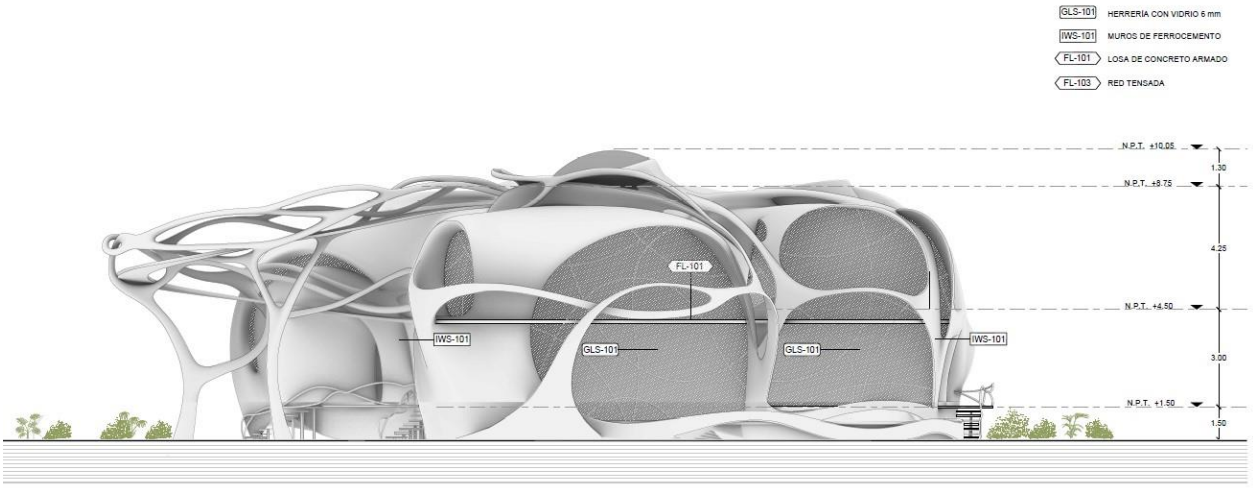


Figura II.13. Fachada Trasera (ver plano arquitectónico AR2.02).

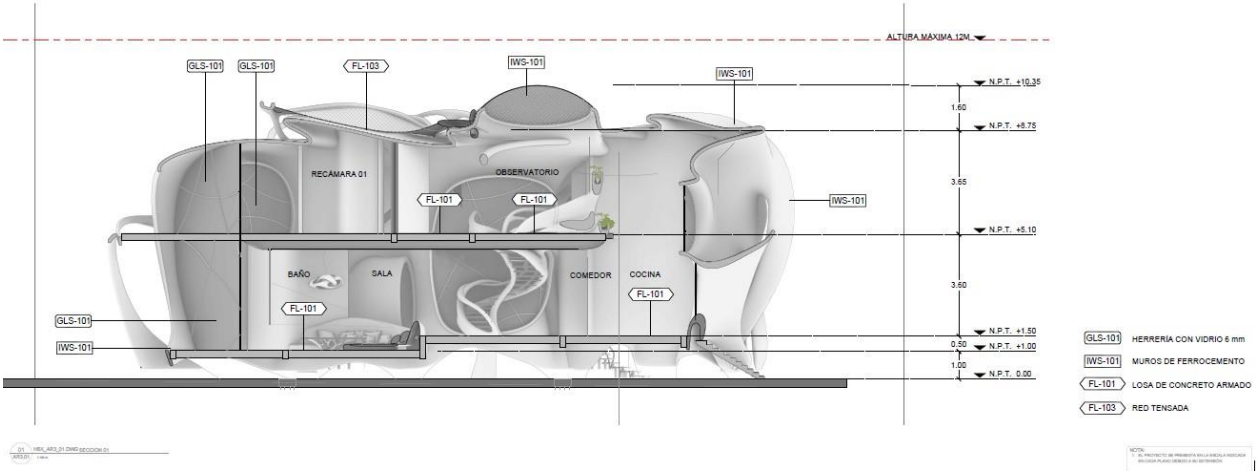


Figura II.14. Sección 01 (ver plano arquitectónico AR3.01).

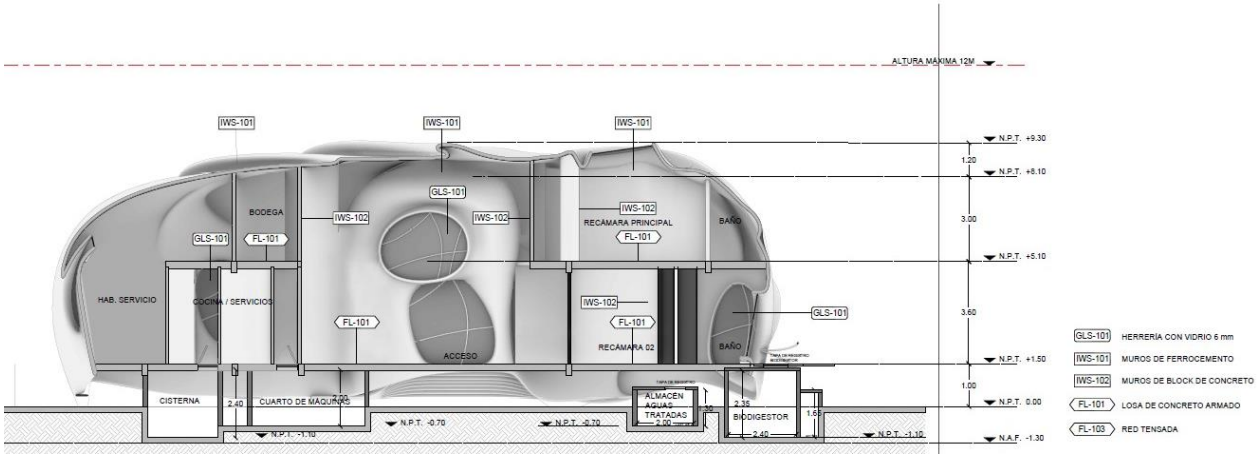


Figura II.15. Sección 02 (ver plano arquitectónico AR3.02).

La capa exterior de la edificación se realizará con muros curvos estructurales y serán a base de ferrocemento con armados variables de acuerdo con el proyecto estructural. La retícula de ferrocemento que describe a la envolvente tendrá una sección variable de 0.30m en su base hasta 0.12m a 0.15m en la cúspide. Esto se hará para optimizar materiales de construcción conforme se requiera por cálculo estructural.

Estos elementos estarán cimentados sobre un sistema de pilotes de 30cm de diámetro y 800 cm máximos de profundidad, según las recomendaciones del estudio geotécnico, para asegurar su desplante en roca firme. Los pilotes rematarán en un dado de concreto armado de área variable y altura de 0.75m, como se observa en el siguiente detalle tipo:

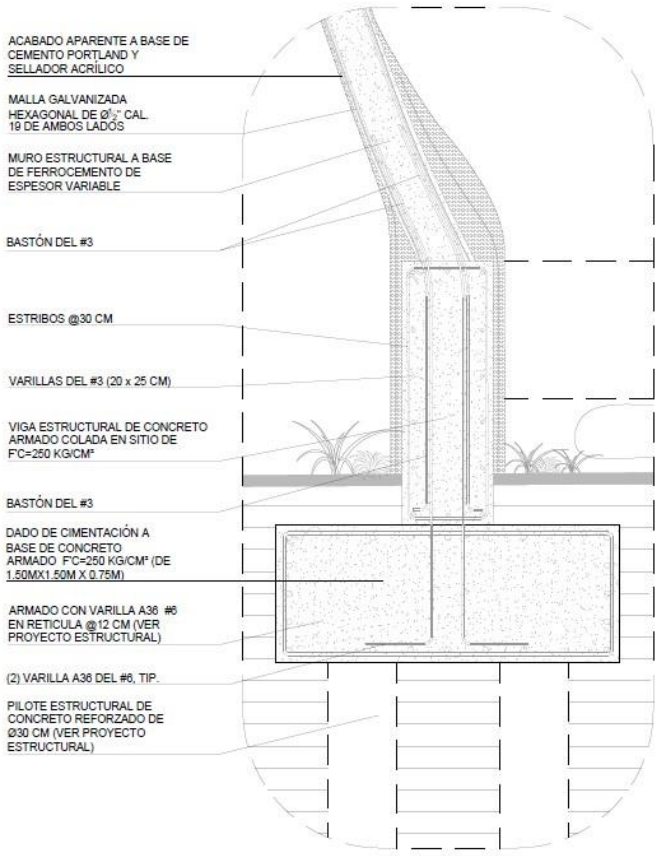


Figura II.16. Detalle de cimentación tipo.

Los muros de carga presentan penetraciones de altura variable para el paso de flora y fauna en el nivel de terreno natural, esto con la finalidad de impactar el sitio lo menos posible. En el interior, el sistema constructivo a usar será a base de block de concreto en muros, columnas de concreto armado y losa con sistema vigueta bovedilla.

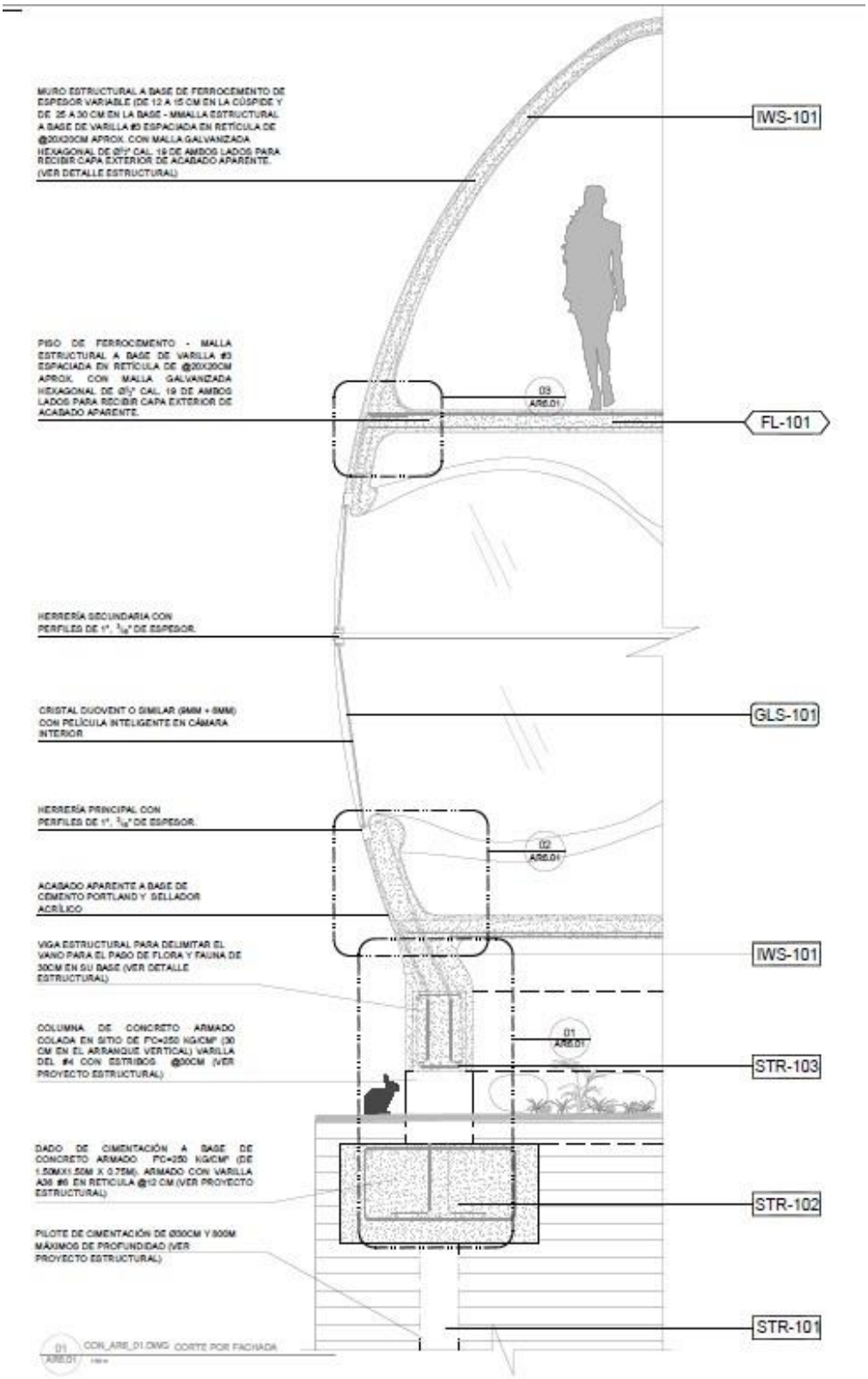


Figura II.17. Detalle tipo de muro estructural y cimentación.

En la zona oeste del proyecto estará ubicado el temazcal con un radio de 1.75 m y un área de 9.62 m^2, con capacidad de albergar hasta 10 personas en su interior. Para el temazcal se realizará el relleno de superficie de 9.62 m^2 a una altura de 0.40 m, con el fin de establecer la base sobre la cual se construirá la unidad.

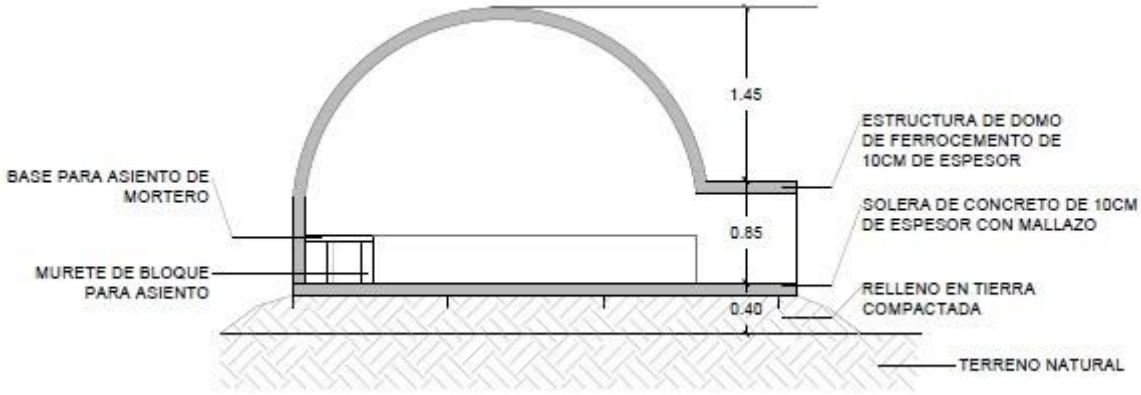


Figura II.18. Detalle de base de Temazcal.

También, se presentan los detalles de la sala exterior:

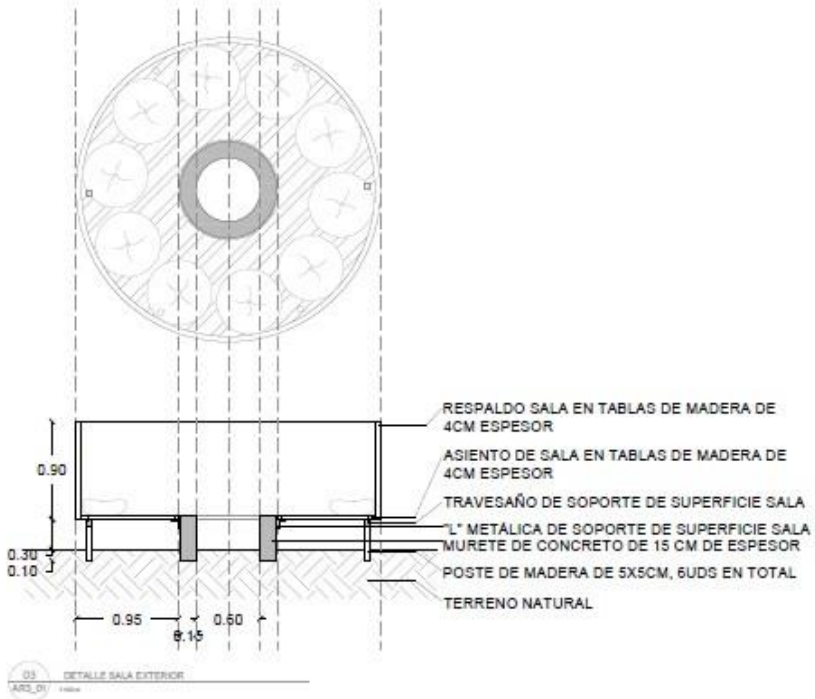


Figura II.19. Detalle de sala exterior.

No se prevé el uso de bardas sólidas para delimitar el terreno, con el fin de minimizar el impacto humano en la zona, en su lugar se propone un cerco de giles de madera que se integre con los troncos del sitio y que contemple pasos para la fauna local; este cerco correrá por las colindancias laterales del predio, será de 1.60 m de altura con 12 pasos de fauna de 20 cm de ancho por 30 cm de alto. Para el proceso de obra se contempla utilizar también como cerca delimitadora la existente en los predios colindantes. Las dimensiones de los pasos de fauna se definieron con base en el tipo de animales registrados que utilizan como refugio o sitio de paso el terreno y la superficie con cobertura de manglar del mismo.

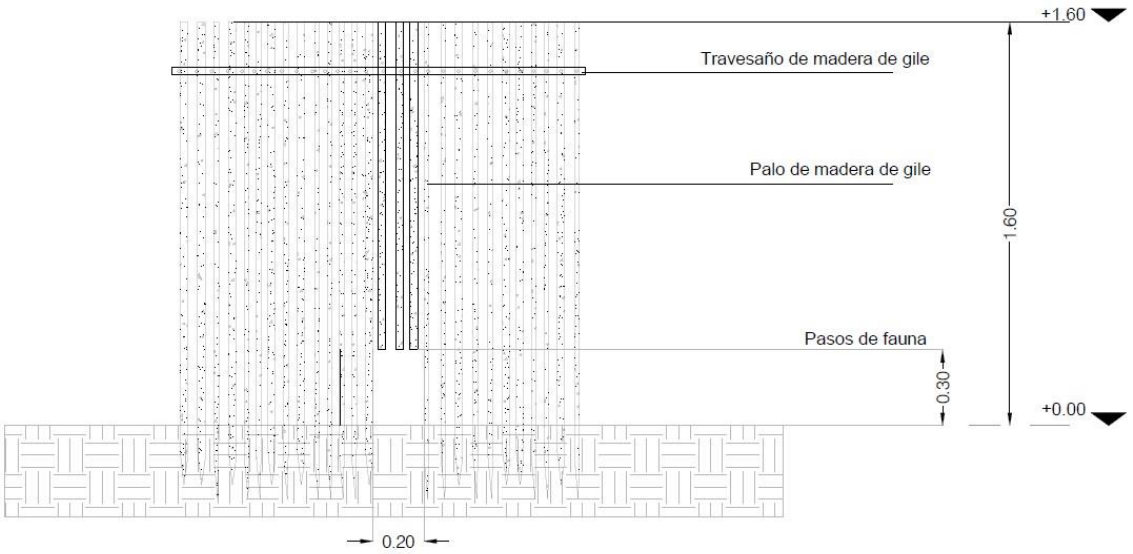


Figura II.20. Detalle de cerco de giles de madera.

La electricidad se obtendrá a través de las acometidas pertenecientes a la red eléctrica existente en Holbox, los medidores estarán en la caseta de servicios ubicada en la esquina noroeste del predio.

Biodigestor

Las características del biodigestor a instalar son las siguientes:

- El biodigestor es de marca Rotoplas autolimpiable de 1300 litros.
- Es un sistema de autolimpieza para purga de lodo, sin necesidad de usar equipo especial.
- Utiliza un filtro anaerobio interno que aumenta la eficiencia de tratamiento del agua; no requiere de electricidad para su funcionamiento o algún producto químico para tratar el agua.
- Fabricado con HDPE de una sola pieza (polietileno de alta densidad).

- Puede ser instalado en viviendas que no cuentan con servicio de drenaje con el fin de recibir las aguas residuales domésticas (negras y grises).
- Autolimpiable y de fácil mantenimiento, al solo abrir una válvula se extraen los lodos residuales (no es necesario equipo especializado o maquinaria de limpieza). Para el proyecto se instalará un registro de lodos. El agua tratada se enviará a un almacén de aguas tratadas para su posterior reúso.
- Sin costo de mantenimiento, el usuario puede realizar la purga de lodos sin necesidad de utilizar equipo especializado. No requiere equipo electromecánico como bomba o camión de desazolve para su mantenimiento, eliminando costos adicionales para el usuario.
- Hermético, construido de una sola pieza en polietileno de alta densidad, evitando fugas, olores y agrietamientos. Es ligero y fuerte, ofreciendo una alta resistencia a impactos y corrosión.
- Cumplimiento Normativo ante la NOM-006-CONAGUA-1997 Fosas Sépticas Prefabricadas.



Figura II.21. Biodigestor a instalar.

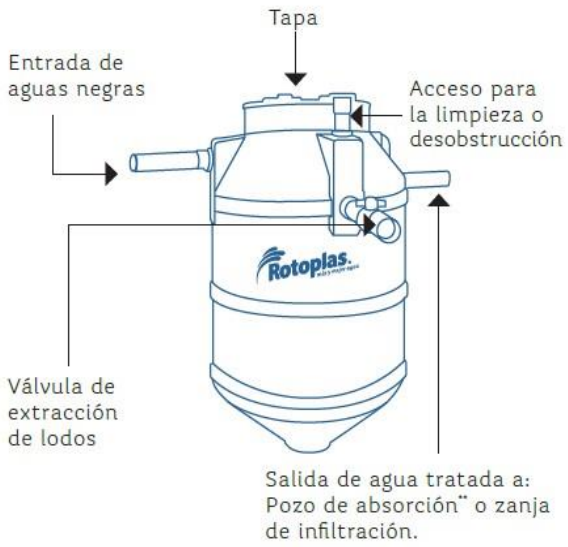


Figura II.22. Diseño de modelo de biodigestor a instalar para el proyecto.

Funcionamiento

El Biodigestor Autolimpiable cuenta con 3 etapas para el tratamiento del agua residual:

1. Primera Etapa.

El agua residual ingresa hasta el fondo donde el diseño del Biodigestor facilita la separación de lodos y agua.

2. Segunda Etapa.

Las bacterias comienzan la descomposición y el agua pasa a través de esta cama de lodos.

3. Tercera Etapa.

El agua atraviesa el filtro anaerobio para retener otra parte de la contaminación. Finalmente, el agua tratada proveniente del Biodigestor se direcciona hacia una zanja de infiltración o un pozo de absorción. Los lodos se decantan en el fondo del Biodigestor para posteriormente ser purgados durante su mantenimiento. Para el caso del proyecto se construirá un almacenamiento de aguas tratadas para su reúso con apego a las disposiciones en las normas oficiales correspondientes.

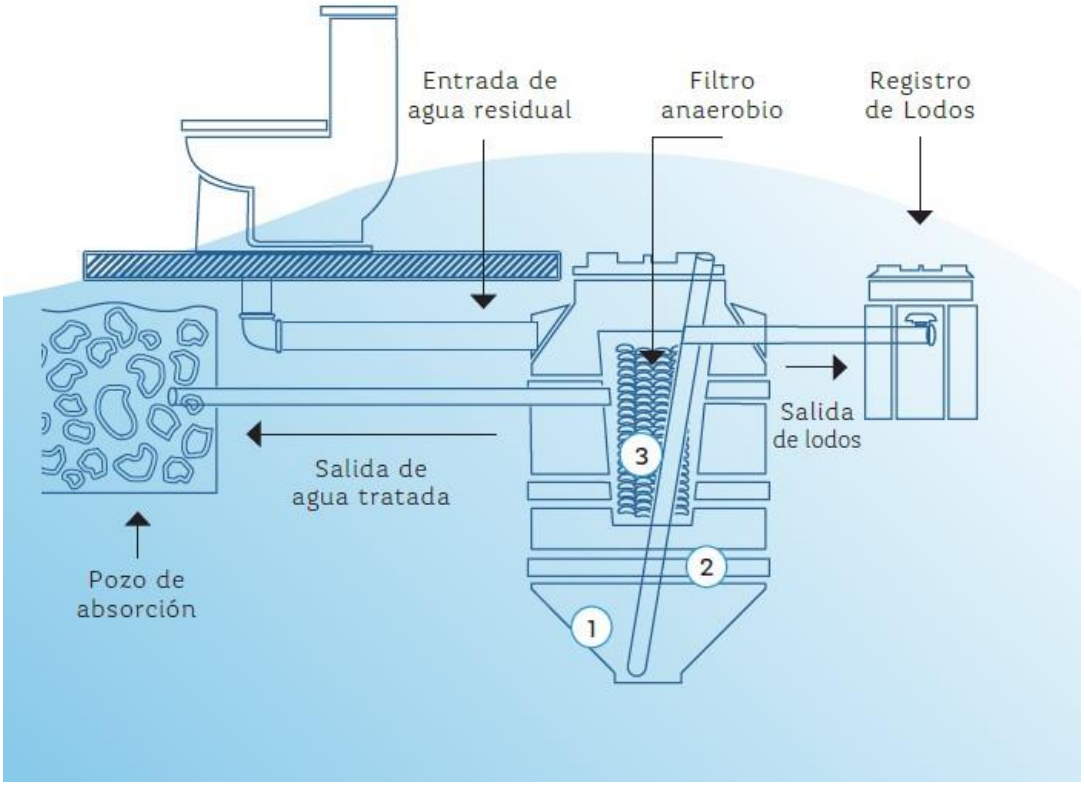


Figura II.23. Funcionamiento del biodigestor.

Mantenimiento

1. Se abre la válvula de extracción para que el lodo acumulado y digerido, fluya al Registro de Lodos. Una vez hecha la purga, cierre la válvula y manténgala así hasta el siguiente mantenimiento.

2. Agrega cal a los lodos, deje reposar para su retiro posterior.

3. Para la disposición de lodos, pueden ser enterrados dentro de un hoyo y cubiertos con tierra o enviados al relleno sanitario. Para el proyecto se enviarán al registro de lodos.

Descarga del agua tratada

El agua tratada que sale del Biodigestor será enviada al almacén de aguas tratadas del proyecto; cabe mencionar que, el agua que sale del biodigestor puede ser vertido sin problema en zanjas de absorción utilizando las recomendaciones indicadas por la NOM-006-CONAGUA-1997. Se recomienda la instalación de un sistema de cloración para la desinfección del agua tratada; tal sistema se instalará entre la salida del Biodigestor y el almacén de aguas tratadas.

Purga de lodos

Cada año se abrirá la válvula #4 para que el lodo acumulado y digerido, fluya al Registro de Lodos. Una vez hecha la purga, se cierra la válvula y se mantendrá así hasta el siguiente mantenimiento. Los lodos son espesos y negros. Esto tardará de 3 a 10 minutos. Si vuelve a salir lodo café, se cierra la válvula, esto significa que ya salió todo el lodo digerido. Si se observa que sale con dificultad o la línea se encuentra obstruida, remueve el tapón #5 y se destapa con un palo de escoba.

Se recomienda excavar un hoyo, rellenar con el lodo (seco o húmedo) y tapar con tierra; otra opción es enviar estos desechos al relleno sanitario. En climas muy húmedos o en caso de no contar con áreas verdes exteriores para reutilizar el lodo seco, puede utilizar un servicio de desazolve.

Se pueden reusar los lodos como abono de plantas o mejorador de suelo, tomando en cuenta los siguientes cinco puntos:

• Se desinfectó el lodo recién extraído del Biodigestor, utilizando suficiente cal y se revolvió adecuadamente.

• El lodo a reutilizar está seco.

• No se debe reutilizar el lodo para hortalizas.

• El lodo desinfectado aún tiene cierta cantidad de microorganismos; utilice protección personal y evite el contacto con los niños.

• La opción del reúso del lodo es responsabilidad del usuario ya que depende de la eficiencia del método de desinfección y la aplicación que el usuario determine.

Tabla 2. Purga de lodo y cantidad de cal para mantenimiento cada año.

Modelo del Biodigestor	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
Usuarios (zona rural)	5	10	25	60
Purgue anual (L)	100	200	400	1 200
Cal para mezclado (kg)	10	20	40	120

NOTA: Si el mantenimiento se hace cada año y medio, multiplicar la cantidad de lodo y cal por 1.5.



Limpieza del tanque

Figura II.24. Limpieza del tanque. Fuente: manual de limpieza de biodigestor Rotoplas.

Tabla II.17. Especificaciones técnicas del biodigestor. Fuente: manual de biodigestor Rotoplas.

Modelo de Biodigestor	RP-600	RP-1300
Capacidad	600 L	1 300 L
Altura máxima con tapa	1.60 m	1.95 m
Diámetro máximo	0.86 m	1.15 m
Número de usuarios (zona rural, aportación diaria 130 litros / usuario)	5	10
Número de usuarios (zona urbana, aportación diaria 260 litros / usuario)	2	5
Número de usuarios (oficina, aportación diaria 30 litros / usuario)	20	43

Superficie de cobertura vegetal por afectar

El predio para desarrollar el proyecto "*Villa Concha*" cuenta con una superficie de 1,670.68 m^2. De acuerdo con la Subzonificación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, el predio se encuentra Subzona de Asentamientos Humanos Holbox. Asimismo, de acuerdo con la Carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (Serie VII), el predio se encuentra dentro del uso de suelo correspondiente a Asentamientos humanos.

Actualmente, el predio no cuenta con edificios en su superficie, sin embargo, presenta un impacto previo por la presencia de caminos y senderos establecidos en el pasado. En consecuencia, la vegetación del predio fue alterada; el terreno tiene en la actualidad área sin cobertura vegetal y superficies con vegetación herbácea (498.48 m^2), así como una comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar (685.48 m^2).

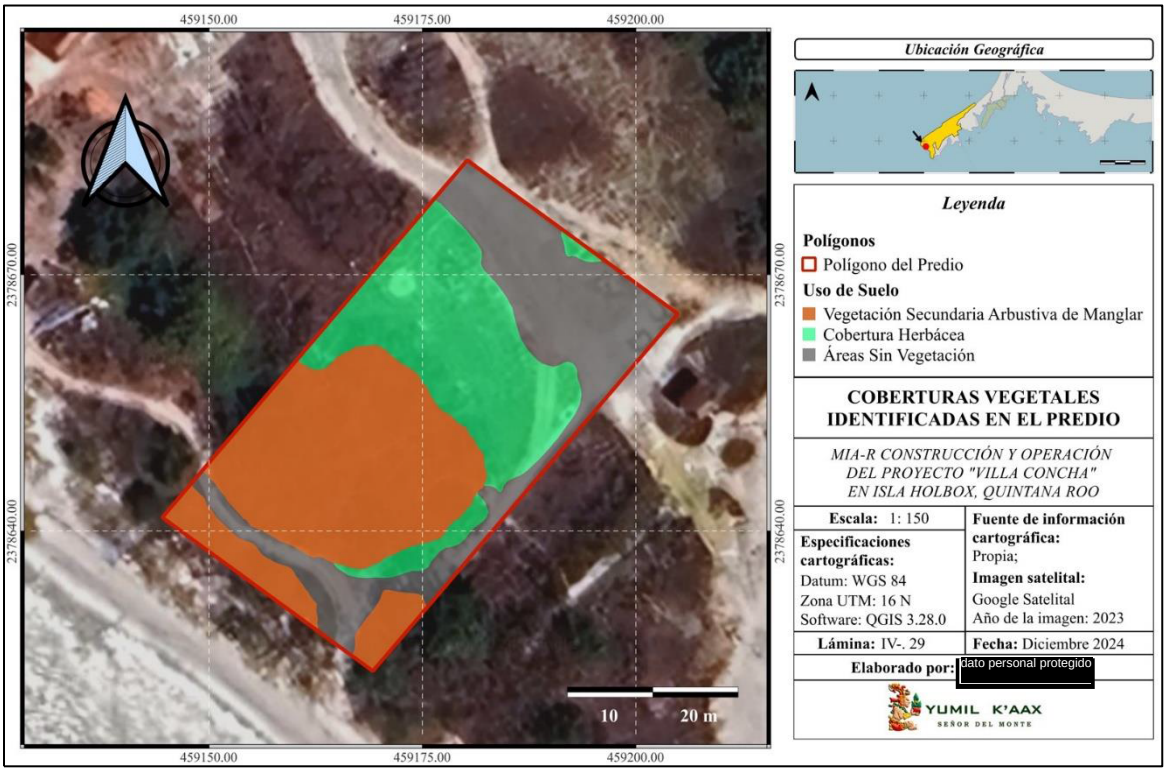


Lámina. II.18. Cobertura vegetal presente en el predio.

Tabla II.18. Superficies de los uso de suelo y vegetación del predio.

Uso de Suelo	Área (m^2)	%
Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar	685.48	41.03
Cobertura Herbácea	498.33	29.83
Áreas Sin Vegetación	486.87	29.14
TOTAL	**1,670.68**	**100.00**

Muestreos

Para caracterizar la vegetación presente se realizaron 2 muestreos, quedando distribuidos de la siguiente manera: 1 muestreo en la vegetación herbácea y 1 en la vegetación arbustiva. Los sitios de muestreo establecidos fueron circulares (rodales) con un área de 500 m^2. Para el establecimiento de los sitios circulares, una vez ubicado el punto de interés, se identificó el centro tomando como referencia un árbol o en su caso, se colocó una estaca, el cual fue marcado, partiendo de este, con ayuda de un GPS se extendió una primera línea de 12.62 m en dirección al Norte, marcando el punto límite. Este mismo proceso fue realizado para cada uno de los puntos cardinales; una vez colocados y marcados los radios de la circunferencia, el sitio de muestreo se dividió en 4 subcudrantes de 125 m^2 cada uno, los cuales se nombraron A, B, C y D. La toma de datos se realizó de subcuadrante en subcuadrante, avanzando en sentido de las manecillas del reloj.

Como la vegetación arbustiva no se verá afectada por las obras del proyecto, únicamente se utilizaron los datos recabados en el sitio 1, el cual se realizó en la vegetación herbácea. Dada las características de los individuos herbáceos, el dato más importante registrado fue la cobertura.

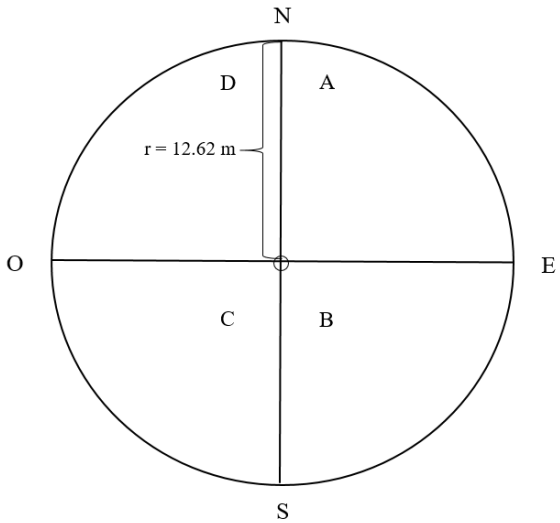


Figura II.25. Representación de los sitios de muestreo.

Cobertura vegetal a remover

La superficie donde se desplantarán las obras cuenta con suelo arenoso, con presencia de áreas sin vegetación y áreas con cobertura de plantas herbáceas; por lo tanto, con el desplante de la obra no se va a afectar a ningún individuo de mangle. De esta manera se garantiza la conservación y protección de la comunidad de manglar presente en el predio del proyecto. Aunado a lo anterior, el diseño del proyecto contempla la construcción de las obras sobre estructuras de soporte y pilotes, por lo que sólo se removerá la cobertura de hierbas necesarias para la instalación de dichas estructuras y otras obras que requieran ocupar el suelo directamente, como lo son la alberca, temazcal, entre otros.

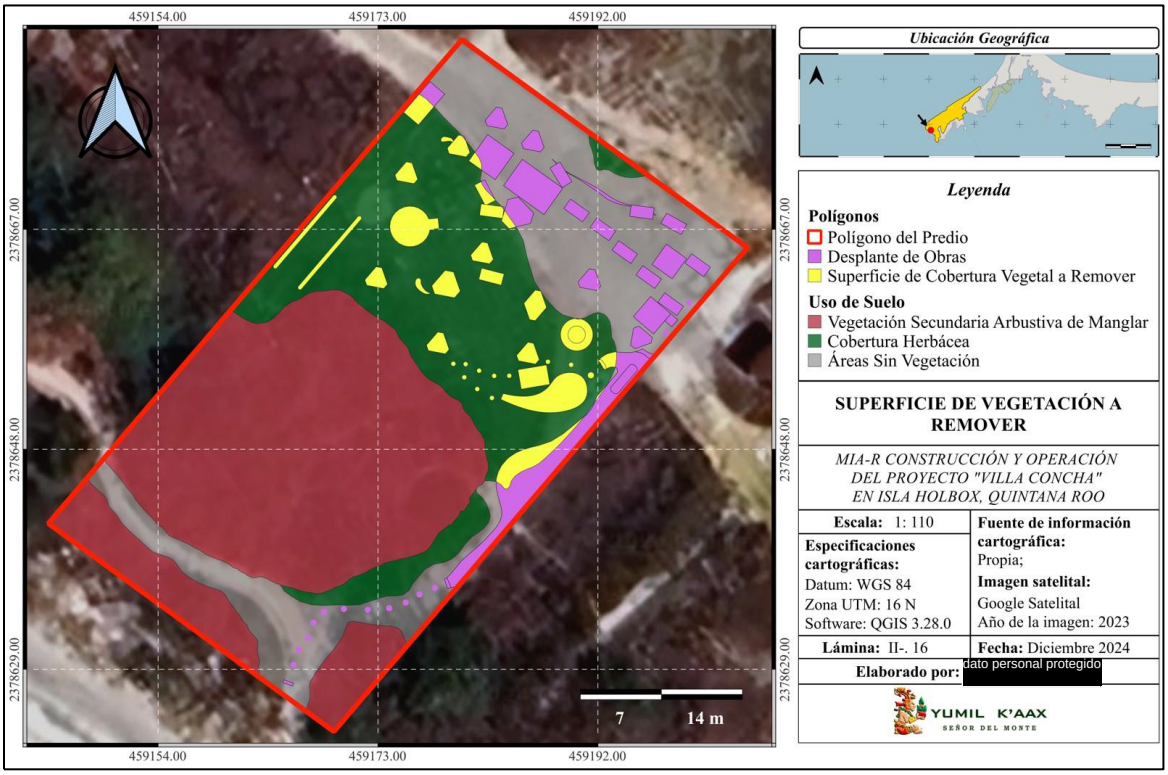


Lámina II.19. Distribución de la superficie de vegetación a remover por establecimiento de obras.

La superficie que recibirá el impacto directo temporal por el uso del área provisional mantendrá cobertura vegetal del estrato herbáceo, el cual se protegerá con lonas para el copio temporal de residuos sólidos de manejo especial. Al concluir el uso de esta área, la vegetación herbácea puede reestablecerse por medios naturales. En el caso de la superficie provisional que coincida con el desplante de obras permanentes, no podrán desarrollarse nuevamente las plantas herbáceas debido a la ocupación de los elementos estructurales permanentes sobre esas áreas, no obstante, la afectación de las especies de hierbas será parcial y no pone en riesgo su existencia en el SAR: las plantas herbáceas del terreno están bien representadas en el SAR.

Tabla II.19. Superficie de vegetación a remover por obra y especies por afectar.

OBRAS CON DESPLANTE DIRECTO		
Obra	**Vegetación a remover (m^2)**	**Especies a afectar**
Estructura Vivienda		
Tipo 01	14.12	*Distichlis spicata, Fimbristylis spadicea, Flaveria linearis, Sesuvium portulacastrum*
Tipo 02	5.48	*Distichlis spicata, Salicornia bigelovii, Sesuvium portulacastrum*
Tipo 03	3.85	*Distichlis spicata*
Tipo 04	0.89	*Distichlis spicata, Salicornia bigelovii*
Tipo 05	3.22	*Distichlis spicata*
Columnas de Soporte (Deck Alberca)	1.50	*Distichlis spicata, Fimbrislylis spadicea*
Postes de Soporte Camino Elevado		
A Playa	0.00	-
A Habitaciones	0.07	*Distichlis spicata*
Instalaciones de Sótano		
Cisterna	0.80	*Distichlis spicata*
Cuarto de Máquinas	0.00	-
Espacio para Biodigestor	0.00	-
Almacén de Aguas Tratadas	0.00	-
Registro de Lodos	0.00	-
Alberca	14.10	*Distichlis spicata, Fimbrislylis spadicea*
Cuarto de Máquinas (Alberca)	3.45	*Distichlis spicata*
Servicio Tanque de Gas	3.54	*Distichlis spicata*
Servicios		
Huellas de Escalera (Primer Peldaño)	1.27	*Distichlis spicata*
Temazcal	9.62	*Distichlis spicata, Fimbrislylis spadicea*
Sala Exterior (Radio)	6.16	*Distichlis spicata, Sesuvium portulacastrum*
Zona de Asador	0.00	-
Muretes de Soporte para Malla de Sombra	2.40	*Distichlis spicata, Sesuvium portulacastrum*
Sendero y Regaderas	10.99	*Distichlis spicata*
TOTAL	**81.46**	

Se removerá un total de 81.46 m^2 de cobertura vegetal; como ya se ha mencionado, únicamente se afectarán individuos de especies herbáceas: *Distichlis spicata, Fimbristylis spadicea, Flaveria linearis Salicornia bigelovii* y *Sesuvium portulacastrum*. Ninguna de las especies por afectar parcialmente se encuentra listada en la NOM 059 SEMARNAT-2010.

Como se observa en la tabla, *D. spicata* es la especie que más se verá afectada, esto se debe a que es la especie dominante, distribuyéndose en prácticamente toda la superficie en donde se presenta una cobertura herbácea. Asimismo, *D. spicata* y *Sesuvium portulacastrum* fueron las especies con más presencia registrada en el SAR, por lo tanto, la presencia de estas se encuentra asegurada aún en la isla. Lo mismo para el resto de especies, las cuales también se encuentran bien representadas en el SAR. Además, estas especies al presentar formas de vidas simple, fácilmente pueden dispersarse y colonizar gran variedad de sitios alrededor de la isla.

Impacto Temporal

Habrá un impacto temporal de vegetación herbácea correspondiente a 161.79 m^2, la cual, dentro de esta se encontrará posteriormente sitios con remoción permanente; el resto de la superficie que no sea aprovechada para obras permanentes será restablecida mediante la limpieza del área una vez terminada la etapa de construcción, con la finalidad de que las especies herbáceas puedan desarrollarse y repoblar esas zonas.

Tal como la remoción permanente, el impacto temporal únicamente se manifestará dentro de la zona en donde se presenta una cobertura herbácea. *Distichlis spicata*, *Fimbrislylis spadicea* y *Sesuvium portulacastrum* serán las especies por afectar temporalmente, sin embargo, como ya se ha mencionado, una vez concluida la construcción de las obras estas especies podrán repoblar la zona o recuperar su estado original.

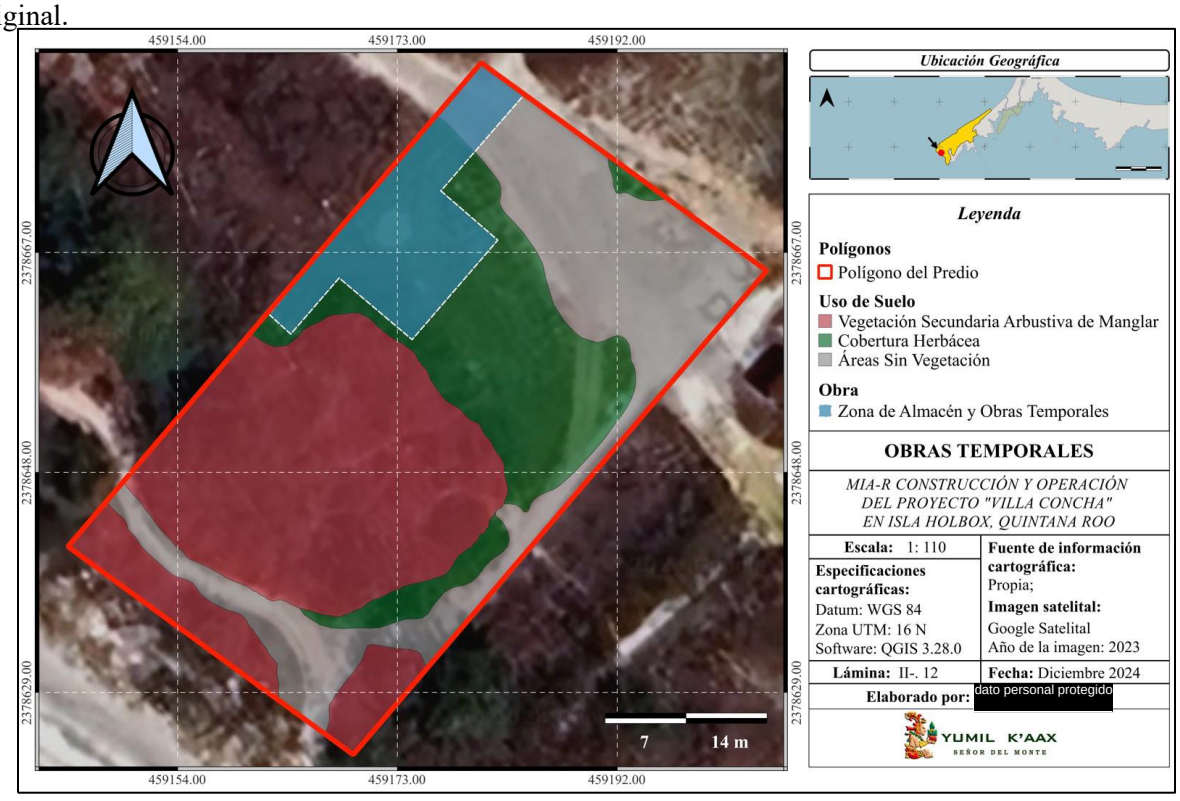


Lámina II.20. Distribución de la superficie de vegetación a impactar temporalmente.

Tabla II.20. Superficie de vegetación a impactar temporalmente.

Obra	Área (m^2)	Vegetación a remover (m^2)
Zona de Almacén y Obras Temporales	168.57	**161.79**

Camino de acceso

Cuando se requiera el uso de equipo y maquinaria, para acceder al predio se tiene un camino en el cual únicamente se presenta una cobertura vegetal herbácea. Como tal no se realizará una remoción de los individuos herbáceos, sino que se verán afectados por el paso de la maquinaria sobre estos, lo cual, dado sus formas de vida simple, no implica un impacto significativo, pudiendo repoblar fácilmente las zonas que posiblemente se vean afectadas. Dentro de las especies que se distribuyen en el camino de acceso principalmente se encuentra *Distichlis spicata;* otras especies representadas con algunos individuos en el camino son *Fimbrislylis spadicea*, *Flaveria linearis* y *Sesuvium portulacastrum*

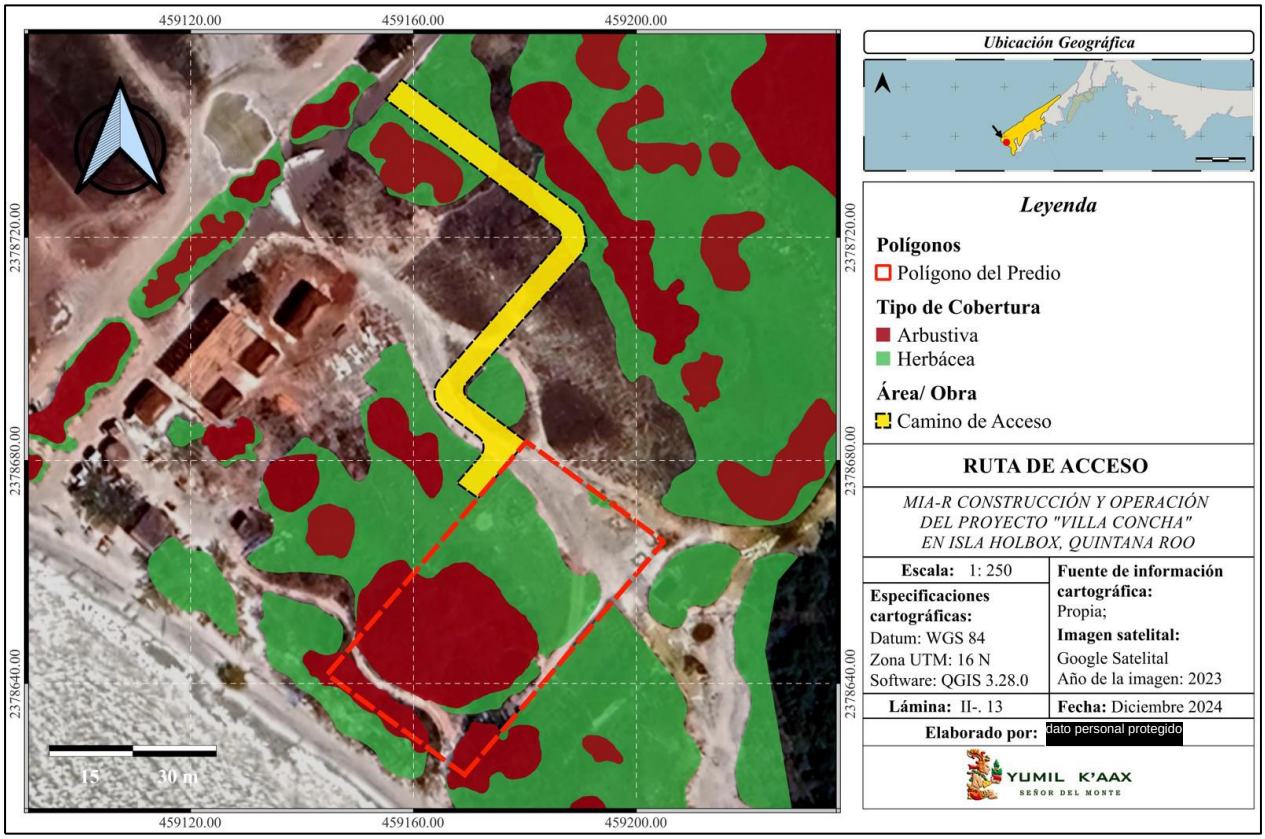


Lámina II.21. Camino de acceso al predio durante la etapa de construcción y operación.

II.1.5. Inversión requerida

Para desarrollar el proyecto se contempla una inversión de $ M.N. ( ) de costo aproximado de la obra *"Villa Concha"*, entre las que se incluyen las obras y actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción de la casa habitación y habilitación de infraestructura. Para las medidas de mitigación y compensación durante las etapas de preparación del sitio y construcción se contempla invertir y destinar hasta un aproximado de $ M.N. ( ) con lo cual se podrán aplicar medidas de mitigación, de prevención y/o compensación durante desarrollo de obra.

Tabla II.21. Inversión para el desarrollo del proyecto.

Concepto	Importe
Preparación de sitio o trabajos preliminares	MXN
Construcción	MXN
Operación y Mantenimiento (coste anual estimado)	MXN
Medidas de mitigación 10% sobre el presupuesto de proyecto	MXN
TOTAL DE PRESUPUESTO	**MXN**

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

Se realizará la construcción de una casa habitación (villa residencial) con un total de 688.69 m^2 de superficie construida y un C.O.S. de 186.76 m^2, representando el 11.18% del total del terreno que será impactado directamente sobre el suelo natural. En este sentido, se mantendrá 88.82% del predio con áreas libres de construcción y superficies permeables, incluyendo el área de conservación del manglar. Para lo anterior, la cimentación de la casa será a base de estructuras de soporte y pilotes. La edificación del inmueble será realizada en su capa exterior por muros de ferrocemento y concreto armado hecho en obra a base de viguetas de acero galvanizado y bovedillas. Para muros interiores se usará un sistema tradicional con muros de block de concreto.

La vivienda contará con una cisterna de 12,500 l. Es importante mencionar que el agua empleada para la construcción será obtenida de camiones pipa, así como de la captación de agua de lluvia a través de los techos y canalizadas a una cisterna. Se obtendrá energía eléctrica a través de la acometida eléctrica. Las instalaciones hidráulicas serán a base de tubería de PVC hidráulico y CPVC.

II.2.1. Programa de trabajo

Para la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se contempla un plazo de 12 meses. En específico, se prevé emplear un tiempo efectivo de 8 meses para las dos etapas en mención, sin embargo, por la ubicación del predio en una isla, en la que el tránsito es limitado y que además está expuesta a distintos eventos meteorológicos (como ciclones y tormentas), es posible que se generen imprevistos ajenos al promovente lo que pudiera retrasar el desarrollo de la obra, motivo por el cual se solicitan 12 meses. Cabe mencionar que, el promovente dará aviso del inicio de obras y el término de estas, por lo tanto, en caso de concluir la construcción antes de los 12 meses, la Secretaría será notificada mediante el informe final.

En cuanto al tiempo de vida útil del proyecto, se estima en 60 años, no obstante, con el mantenimiento preventivo y correctivo de las obras e infraestructura es posible que se aplace el tiempo estimado, motivo por el cual no se contempla la etapa de abandono del sitio. En este sentido, se puede prever una vida útil indefinida de la obra. Cabe mencionar que, en caso de que la autoridad ambiental requiriera el abandono del sitio (fundado y motivado) en un plazo menor al tiempo de vida útil estimado, el promovente responsable del proyecto presentará el correspondiente *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Villa Concha".* Para dicho programa se considerará el total y tipo de obras presentes en el predio; las actividades de desmantelamiento y/o retiro de obras; manejo de residuos a generar; acciones de rehabilitación de áreas susceptibles a recuperar; la normatividad ambiental vigente; y se plantearán pronósticos ambientales posterior al abandono del predio.

Tabla II.22. Programa de trabajo del proyecto.

Programa de trabajo								
Partida	**Mes 1**	**Mes 2**	**Mes 3**	**Mes 4**	**Mes 5**	**Mes 6**	**Mes 7**	**Mes 8**
Preliminares								
Cimentación								
Estructura								
Albañilerías								
Acabados								
Cancelerías								
Herrerías								
Carpinterías								
Instalaciones MEP								
Instalaciones HVAC								
Nido								
Redes								
Landscape								

II.2.2. Preparación del sitio y construcción

Preparación del sitio

- El predio cuenta con una comunidad predominada por mangle en gran parte de su superficie, es por eso que el proyecto fue diseñado para desplantar en las áreas libres de comunidades de vegetación estable, es decir, se aprovechará la zona sin vegetación (parte de camino existente) y área cubierta por hierbas, las cuales serán removidas pro medios manuales únicamente en el sitio de desplante de los pilotes y soportes estructurales. Debido a esto, no será necesario remover vegetación arbórea o arbustiva para la preparación del sitio, ni del predio ni del SAR.
- Se realizará el trazado topográfico de la vivienda, nivelación del terreno donde se desplantará la edificación y lo necesario para la obtención de permisos para la construcción. Desde esta etapa se instalarán sanitarios portátiles por uno de cada diez personas en la obra. La limpieza y mantenimiento de los sanitarios serán realizados por la empresa arrendadora de las unidades.
- Dentro del terreno concerniente al proyecto, se habilitará un sitio temporal en el que se instalará un almacén temporal, el cual estará construido con material precario (materiales temporales). Dicho almacén tendrá la función de resguardar los materiales y herramientas utilizados en la ejecución de la obra. De igual forma, el almacén temporal servirá para vigilancia diurna y nocturna, durante la etapa de construcción.
- Cuando se hayan concluido las actividades de la etapa constructiva concerniente al proyecto, el almacén será desmantelado y sus materiales serán resguardados por la empresa constructora que lleve a cabo el proyecto, toda vez que estos normalmente son reutilizables. Se contempla la construcción de una pequeña oficina de campo misma que será desmantelada al final de la obra. La figura siguiente muetra el sitio del almacén temporal.

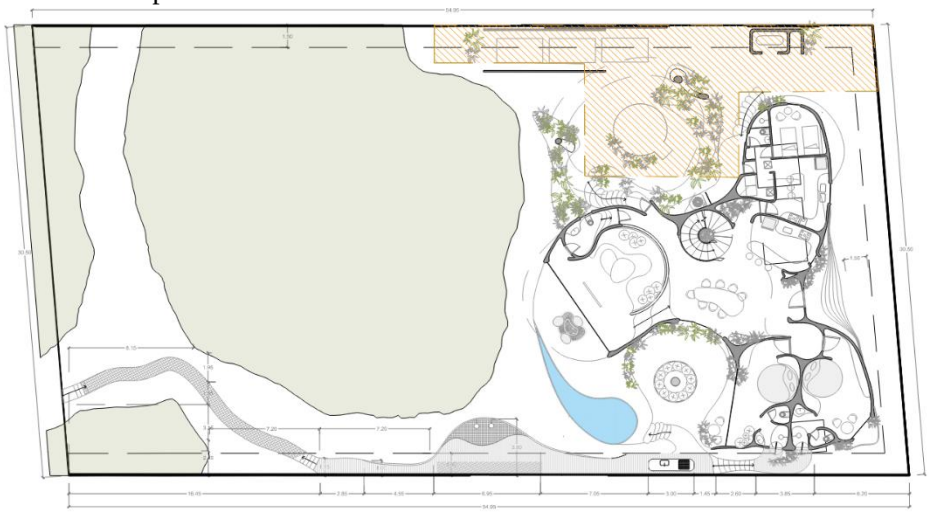


Figura II. 26. Lugar de acopio materiales peligrosos y no peligrosos, almacén, oficinas de campo y contenedores impermeables (naranja).

Construcción

En esta etapa, la cual es la más extensa, se incluye la realización de los cimientos, muros, plafones, y demás actividades de albañilería de obra gruesa, así como también los acabados de la casa. Este rubro incluye la infraestructura concerniente a una casa habitación con una superficie de construcción de 688.69 m^2.

En esta etapa se propone utilizar pilotes para evitar las actividades de nivelación que puedan dañar el ecosistema. Asimismo, se considera la posibilidad de que la estructura se implemente sobre un basamento de pilotes que la sostengan. La cimentación de los pilotes que elevaran los volúmenes será a base de estructura metálica galvanizada sujeta con placas soldadas al acero de los pilotes y recibida con mortero grout.

- Se utilizarán bovedilla de poliestireno para soportar la superestructura formando una losa de vigueta y bovedilla. En lo referente al acero de refuerzo es de mucha importancia el poder aplicar en todos los elementos de refuerzo un primario anticorrosivo a base de aceite, para prevenir una oxidación del acero de refuerzo.
- Es importante construir primero la cisterna siendo éste el elemento que permitirá almacenar agua traída en pipas de agua potable con capacidad de 10,000 l para la utilización del recurso en toda la etapa constructiva y poder realizar a tiempo las mezclas en construcción. No se implementará un pozo para extraer agua. En los morteros ya sea para mamposterías o aplanados serán del tipo cemento-arena. Eliminando por completo la utilización de la cal, ya que la cal al nivel del mar se puede llegar a hidratar.
- Los concretos a utilizar en la estructura de la casa serán del tipo cemento-arena- grava. Según los elementos, para los firmes se utilizará concreto del tipo f'c=150 kg/cm2; para muros se utilizará masarroca, acero de diferentes calibres según la estructura y metal desplegado. Para los últimos el aglutinante alcanzará una resistencia de f'c=250 kg/cm2. Para el concreto pulido se empleará del tipo f'c=200 kg/cm2. Como acabado final las plantillas serán del tipo f'c=100 kg/cm2.
- El acero de refuerzo utilizado resultará de los cálculos estructurales con medidas y diámetros indicados en las memorias de cálculo que podrían ser desde ¼" hasta 1" de diámetro, de la marca "Sicarsa". Eliminando los elementos prefabricados de acero tales como Armex en sus distintas presentaciones.
- Materiales de construcción a emplear:

Tabla II. 23. Materiales de construcción principales.

Principales materiales de la construcción Material	Volumen
Cemento Gris	92 Ton
Block 15x20x40	6,000 Pza.
Varilla del No 3 Al No 8	23 Ton
Alambre recocido	1.1 Ton.
Alambrón	2.0 Ton.
Arena	395 m3
Piedra braza de banco	150 m3
Festergral	50 Bulto
Masilla	60 Bulto
Bovedillas	1,070 Pza.
Vigueta T12-5	1,070 ml
Malla electro soldada	400 m2
Concreto Premezclado	70 m3
Polin 3"x3"x8'	320 Pza
Barrote 1"1/2x3"x8'	700 Pza
Tablón de 1" 1/2x12"x8'	100 Pza
Masaroca rescate estructural	100 Bulto
Clavo de 2 ½" a 4"	400 Kg
Cemento blanco	14 Ton.
Pega azulejo	250 Kg
Azulejos en muros de baños y cocina	120 m2
Piso de loseta cerámica en baños y cocina	60 m2
Pisos de cemento blanco pulido	5 Ton.
Agua Potable	70,000 L

Equipo necesario para la construcción:

- Vibrador para concreto

- Revolvedora para concreto

- Rotomartillo Makita HR2470

- Doblador de tubo hidráulico de 12 Ton

- Roladora de tubo

- Clavadora neumática

- Cortadora de disco de 7 ¼"

- Motosierra Eléctrica Stihl

- **Instalaciones eléctricas**

Para la instalación eléctrica el sistema de obtención de energía será por medio de la acometida eléctrica municipal suministrado por la CFE.

La instalación en su interior será a base de cajas chalupas de plástico y poliducto naranja en sus diferentes diámetros según sea el caso. El cableado será a base de cable blindado marca Lusa o similar, los centros de carga y pastillas termomagnéticas en diferentes amperajes serán de la marca SquareD, BTicino o similar.

Los elementos como contactos, apagadores, dimers, serán variables en cuanto a marcas y modelos. La iluminación en su mayoría será a base de lámparas led y lámparas dirigibles, así como acentos en tiras de led de forma indirecta en los cerramientos interiores a manera de luz de cortesía.

Canalización eléctrica

Se realizará una transición aéreo subterránea por parte de la ingeniería. La conexión se encontrará sobre el nivel de inundación en recinto protegido e impermeabilizado. A continuación la red eléctrica de baja tensión se dispondrá en un lateral paralelo al camino de acceso. Se tratará de una canalización entubada, con tubos de PVC o HDPE, con arquetas de registro según planos, para facilitar el mantenimiento y la reparación . Ninguna conexión se encontrará ubicada en el interior de la tubular, para ello deberán ser utilizadas las arquetas. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, será de 0,6 m según la recomendación de normativa para superficie de tierra.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena u hormigón. Los cables se alojarán en zanjas. Se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos. La capa de relleno podrá ser de tierras procedente de la excavación, tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, o áridos reciclados y debiendo estar exenta de piedras o cascotes. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán arquetas, para facilitar la manipulación.

El relleno de la zanja se realizará envolviendo los tubos con hormigón HNE 15,0. Los tubos se colocarán con una distancia mínima entre ellos de forma que quede asegurada la correcta penetración del hormigón entre ellos. En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,04 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural HNE 15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

Los cuadros eléctricos y transformadores estarán instalados a una altura de al menos 1,50m. Las cajas eléctricas y conexiones contarán con certificación IP68 para evitar la entrada de agua.

Se han evitado los cruzamientos canalizando las entradas de agua, electricidad y gas a la vivienda con diferentes recorridos.

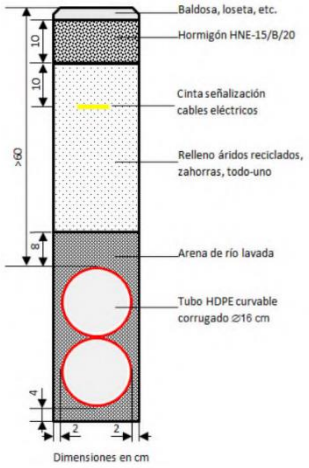


Figura II. 27. Detalle tipo de canalización.

- **Instalaciones hidráulicas**

Las instalaciones hidráulicas serán a base de tubería de PVC y CPVC, los cuerpos de las llaves de regaderas, mezcladoras y chorros para tinas deberán de ser de acuerdo con la marca de la grifería a utilizar y no excederán la norma correspondiente. Del equipo de bombeo de agua se manejará un hidroneumático con una capacidad total para la casa y su demanda de gasto, la cisterna tendrá una capacidad de 12,500 litros.

Durante el proceso de construcción, pipas de 10,000 L de capacidad surtirán la cisterna de agua potable. En total, 7 pipas durante los 8 meses de construcción accederán al predio para tal tarea.

Instalaciones Sanitarias

En las instalaciones sanitarias se utilizará tubería de PVC para salidas sanitarias de drenaje y aguas pluviales. También se implementará un sistema de drenaje a base de tubería de PVC desde los servicios hasta el sistema de tratamiento de aguas, que en este caso será un Biodigestor Autolimpiable Rotoplas de 1300 l. Antes de llegar al biodigestor, las aguas residuales de cocina pasarán por un sistema de trampa de grasas en el área de cocina.

El agua tratada llegará a una cisterna de almacenamiento para ser utilizada posteriormente para el riego. Igualmente, esta cisterna contendrá el agua de lluvia recolectada desde ciertos puntos de la casa.

Medidas de protección para las canalizaciones enterradas

Las canalizaciones de saneamiento toman en cuenta la topografía y las condiciones específicas de la zona. Se emplearán tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) o PVC resistente a la corrosión, ambos materiales aptos para resistir el contacto con aguas subterráneas y su variabilidad de niveles. Las juntas serán herméticas, utilizando juntas elastoméricas de goma de alta resistencia, que aseguran un sellado adecuado y minimizan el riesgo de filtraciones en las conexiones.

Las tuberías estarán revestidas con materiales anticorrosivos que protejan la superficie interna de las tuberías contra los efectos del agua salina, agentes químicos presentes en las aguas residuales, y la corrosión provocada por condiciones de humedad prolongada.

Las tuberías estarán dimensionadas conforme a normativa con las pendientes adecuadas para asegurar el flujo gravitacional del agua, evitando la formación de atascos y presiones internas. Dada la ubicación en una zona inundable, se implementarán medidas de protección adicional. Las tuberías serán encapsuladas con refuerzo estructural de recubrimiento de mortero impermeabilizante o revestimientos anticorrosivos, que proporcionan una barrera adicional contra la infiltración de agua. Este recubrimiento también ayuda a proteger las tuberías de los efectos de las fluctuaciones de nivel freático.

Las canalizaciones se enterrarán a una profundidad superior a la habitual, buscando evitar que las fluctuaciones del nivel freático afecten el sistema, y para reducir el riesgo de colapso o daño estructural en situaciones de inundación. Antes de la finalización de la instalación, se realizarán pruebas de presión y estanqueidad a todo el sistema, con el fin de detectar posibles fugas en las juntas, uniones o puntos de conexión.

El sistema de saneamiento incluirá un plan de mantenimiento preventivo basado en inspecciones periódicas. Se implementarán sensores de humedad o sistemas de monitoreo remoto para detectar posibles fugas. Además, se instalarán válvulas de retención y sistemas de drenaje en puntos estratégicos para permitir la evacuación controlada del agua en caso de eventos de inundación, evitando la acumulación de presión interna que pueda comprometer la estabilidad de las canalizaciones.

Fuerza de trabajo requerida para la construcción

La mano de obra necesaria para el presente proyecto se detalla en la siguiente tabla:

Tabla II. 24. Fuerza de trabajo requerida para la construcción

Personal	**Cantidad**
Arquitecto residente de obra	1 personas
Ingeniero residente de obra	1 personas
Maestro de obra	1 persona

Personal	Cantidad
Cabo de obra	3 personas
Peones o ayudantes generales	30 personas
Oficiales albañiles	10 personas
Oficiales fierreros	10 personas
Oficiales carpinteros	4 personas
Electricistas	2 personas
Plomeros	2 personas
Velador	2 persona
Almacenista	1 persona
Chofer camioneta	1 persona
Supervisor ambiental de obra	1 persona
Total de la fuerza de trabajo	69 personas

Área de conservación

Para esta etapa, se contempla realizar la limpieza de la superficie a establecer como *área de conservación*, retirando todos los residuos sólidos que pudieran generar la contaminación del suelo. Dichos residuos serán dispuestos en sitios finales autorizados pata tal fin. Durante la operación se realizará el monitoreo de la comunidad de manglar y no se intervendrá en su desarrollo, es decir, no se removerán especies de la superficie delimitada como de conservación.

II.2.3. Operación y mantenimiento

La operación es la etapa en donde la casa habitación será habitada de manera unifamiliar y la cual generará residuos sólidos y líquidos domésticos, movilización de gente, generación de cierto ruido etc. La operación del proyecto iniciará al habitar la casa, sin embargo, es importante señalar que la casa no será habitada de manera permanente, ya que se trata de una casa de veraneo utilizada en distintos períodos al año.

Los impactos generados en este rubro serán consecuencia de la habitación humana, por lo que las repercusiones en el ambiente estarán condicionadas a todo aquello que propicia un asentamiento habitacional; como, por ejemplo, la generación de desechos de tipo doméstico.

De manera general, las actividades que se llevarán a cabo, en esta etapa tendrán como consecuencia la generación de: desechos sólidos o desperdicios, aguas negras (que tendrán como fin el sistema combinado de tratamientos de aguas residuales), utilización del recurso hídrico, utilización de corriente eléctrica y baja emisión de gases a la atmósfera generados por la circulación vehicular.

La vivienda podrá almacenar agua potable en la cisterna, la cual poseerá una capacidad de 12,500 litros y se complementará con un sistema para la colecta de agua de lluvia. El servicio de energía eléctrica, como ya se mencionó, será suministrado por la Comisión Federal de Electricidad.

En cuanto a los desperdicios, los residuos sólidos consistirán principalmente en residuos de tipo doméstico, derivados de los alimentos o de los bienes y servicios que adquiera el propietario de la vivienda. Todos estos residuos se almacenarán temporalmente en la casa y serán trasladados a sitios en donde la autoridad municipal o del Área Natural Protegida dispongan.

Mantenimiento

- Entre las actividades de mantenimiento, se contemplan las relacionadas con mantenimiento preventivo y correctivo, readecuaciones, mantenimiento de la vegetación (áreas verdes del predio y área de conservación), mantenimiento de caminos y áreas de servicio.
- El mantenimiento de la infraestructura del inmueble estará condicionado por las necesidades del propietario de la vivienda, en cuanto a desperfectos, reemplazo de piezas o remodelaciones menores que puedan ser necesarias a lo largo de la vida útil del proyecto.
- Con el paso de los años, la casa habitación requerirá probablemente de reparaciones menores en algunos sitios de su infraestructura, sin embargo, la frecuencia y la cantidad de reparaciones o actividades de mantenimiento requeridas dependerá del uso que lleve el inmueble.
- Las instalaciones susceptibles a reparaciones menores o reemplazo de piezas por el uso continuo son las concernientes al equipo hidráulico, eléctrico o sanitario.
- El mantenimiento de la alberca deberá hacerse constantemente a través de la limpieza de filtros y bomba, la regulación de pH del agua y la cloración de la misma por medio de pastillas. En caso de un mantenimiento que requiera el vaciado de agua, se dispondrá de un pozo de absorción.
- Es importante que se considere que la zona es susceptible a fenómenos meteorológicos, como los huracanes, "nortes" y/o frentes fríos; con lo cual se tomaran las precauciones necesarias de acuerdo con lo que establece la Dirección de Protección Civil municipal, para el resguardo de los inmuebles y la misma vida humana.

No se contempla en el presente proyecto la ejecución de ningún tipo de obras asociadas. No se contempla la utilización de explosivos en el presente proyecto.

II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Debido a la naturaleza del proyecto, no se contempla el programa de abandono del sitio, ya que, las actividades de mantenimiento pueden prolongar el tiempo de vida útil de la obra, en este sentido, será de tiempo indefinido. No obstante, en caso de que la Secretaría requiera el desmantelamiento de la obra y abandono del predio, el promovente deberá desarrollar un estudio previo para determinar las condiciones

que tendrá en el momento el sitio, con ello, se establecerán las medidas más adecuadas para demoler la obra y retirar los residuos de manejo especial. El programa final generado para el abandono del sitio deberá ser presentado a la autoridad ambiental para su evaluación previo a su ejecución. Es importante recalcar que, la casa se establecerá sobre una superficie sin cobertura de manglar ni comunidades vegetales y, parte de la zona de impacto directo contempla espacios colonizados por hierbas, evidenciado el impacto en el terreno.

En cuanto al caso de que el desarrollo de la infraestructura no sea concluido, se propone lo siguiente:

a) Retirar todos los residuos sólidos generados durante el proceso de eliminación de la cobertura vegetal, construcción y acabados generales.

b) Retiro de maquinaria y remoción de fugas de aceite al suelo, manejándolo como residuo peligroso.

c) Retiro de residuos peligrosos, como botes de pintura, estopas impregnadas con aceite, grasa y/o pintura.

d) Se prohibirá la disposición de desechos sólidos en las áreas abandonadas.

Las actividades propuestas en caso de cancelación o no conclusión del proyecto se ejecutarán en un mes a partir de su improcedencia, y se reportarán los resultados a la Secretaría mediante un informe final.

II.2.5. Residuos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se generarán residuos sólidos y residuos líquidos, entre ellos los siguientes:

Residuos sólidos no peligrosos

- **Residuos sólidos urbanos:** se generarán residuos inorgánicos provenientes de embalajes de materiales de madera, cartón, aluminio, PET, papel, principalmente. Asimismo, se generarán residuos orgánicos productos de alimentos de los trabajadores. Los residuos tendrán su origen en las actividades de limpieza y construcción, por el uso de diversos materiales. Además, las actividades cotidianas de trabajadores, generará residuos por el consumo de alimentos y bebidas, así como aseo básico. El manejo de estos residuos será mediante el acopio en contendores con tapa, donde se clasificarán en orgánicos e inorgánicos, para su posterior valorización encontrando aquellos susceptibles de reúso o reciclaje.

  Se producirán residuos de tipo doméstico, los cuales serán contenidos en recipientes rotulados y con tapa y dispuestos periódicamente en un basurero municipal autorizado. Entre los principales residuos producidos en la casa habitación, una vez que se encuentre en operación, se encontrarán los restos de alimentos y botellas de plástico, latas de aluminio, botellas de vidrio, materiales desechables, etc. La recolecta de residuos domésticos generados ocurrirá por parte de la empresa concesionaria del servicio

en la zona o se dispondrán en contenedores momentáneamente, para su posterior confinamiento en el basurero municipal o donde designare la autoridad competente por parte del promovente.

De acuerdo con datos de la SEMARNAT presentados en el documento "Residuos sólidos urbanos: la otra cara de la basura", los mexicanos generan aproximadamente 1 kilo de residuos sólidos al día, por lo tanto, durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán aproximadamente 69 kilos de residuos, considerando el número de personas a emplear en estas etapas, y solo será en el caso de que todos generen residuos y se encuentren operando simultáneamente. Sin embargo, la generación pudiera ser menor porque se aplicarán medidas de reducción de generación de residuos, asimismo, los trabajadores ejecutarán sus actividades en distintos momentos y duración, contribuyendo a la reducción de residuos; se les brindará pláticas que permitan crear estrategias de separación y reúso de residuos. Así como clasificar aquellos susceptibles de reciclaje.

- **Residuos de manejo especial:** durante la etapa de operación y mantenimiento, se generarán residuos tecnológicos, electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico. Por ello, su disposición se realizará en sitios autorizados para tal fin, separando adecuadamente dichos residuos. Como parte de las acciones de manejo, el promovente adquirirá equipos tecnológicos y eléctricos de gran duración y recibirán mantenimiento cuando requieran o conforme lo establezca la marca de los productos, para disminuir la cantidad de residuos a generar.
- **Residuos de materiales pétreos y de obra civil:** En lo que respecta al material de banco, grava, polvo o cualquier otro residuo pétreo sobrante de las actividades constructivas, éstos serán mantenidos en el área de trabajo, y en la medida de lo posible será utilizada en los trabajos subsecuentes de la obra. Si por alguna razón llegara a existir un sobrante de la actividad antes mencionada, este volumen sería retirado del sitio de trabajo y dispuesto en el área correspondiente que la autoridad haya destinado para tal fin. En el proceso constructivo se generará una muy diversa gama de residuos, provenientes de la obra civil, su naturaleza es muy variada pero su volumen no será muy alto.

Residuos líquidos

- **Aguas residuales:** En la etapa constructiva y en la de preparación del sito se instalarán sanitarios portátiles para los trabajadores, que se destinarán al uso obligatorio y permanente del personal. El manejo de dichas aguas residuales estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades para brindar el servicio. Cuando la vivienda esté habitada se generarán aguas residuales que serán tratadas y, si la autoridad lo permite toda vez que el sistema combinado de tratamientos de las aguas residuales que se

instalara cumple con las Normas Oficiales Mexicanas, en la materia**,** (NOM-001- SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1996), estas serán reutilizadas para sanitarios en la casa.

Residuos peligrosos

La provisión del aceite que utilice la maquinaria involucrada en la construcción y el manejo que se le dé a éste, será responsabilidad de la compañía de mantenimiento, la cual deberá cumplir con los lineamientos establecidos para el tratamiento de dichas sustancias. En caso de que exista un derrame ya sea de aceite o de combustible, se procederá a tomar las medidas respectivas para su manejo y tratamiento, es decir, se retirará la primera capa de suelo en la que se haya derramado y se considerará como residuo peligroso, disponiéndose en envases herméticos para su posterior traslado a una empresa autorizada en la materia.

Al finalizar la pintura de la casa, los recipientes vacíos de pintura, así como los trapos utilizados para su manejo impregnados de dichas sustancias, deberán ser manejados de acuerdo con su naturaleza (residuos peligrosos) por empresas que proporcionan esos servicios.

El manejo temporal de los residuos peligrosos durante la construcción, en caso de generarse una gran cantidad, será de la siguiente manera: se colocarán en recipientes con tapa, rotulados; los residuos sólidos y líquidos se manejarán de forma independiente y segregada. Se deberán disponer en un sitio con techo y firme de concreto (residuos peligrosos líquidos), el cual deberá contar con al menos un extintor.

En cuanto al uso de pilas, de acuerdo con la SEMARNAT, existen aquellas que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, se consideran como tales debido a que contienen metales pesados en cantidades iguales o mayores a las establecidas en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y que, dada su toxicidad, pueden provocar daños al ambiente y a la salud de la población, si éstos se manejan de una manera que no sea adecuada. No obstante, en la fracción IX del artículo 19 de la LGPGIR se establece que las pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en cantidades menores a los límites establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005, se consideran residuos de manejo especial. Por lo anterior, todas las pilas utilizadas serán recolectadas en contenedores específicamente para su almacén temporal, posteriormente, se llevarán a los sitios de recolección de pilas que las autoridades municipales señalen, para contribuir con el manejo adecuado de las mismas.

Tabla II.25. Caracterización de los residuos de pilas. Fuente: Guía para el consumo y manejo sustentable de pilas (SEMARNAT, 2018).

Tipo de Pila Tipo de Residuo	Primaria o desechable	Secundaria o recargable
Residuo de manejo especial	Pilas alcalinas	Pilas de níquel-metal hidruro
	Pilas de carbón-zinc	Pilas de ion-litio
	Pilas zinc-aire	
	Pilas de litio	Pilas de litio con polímero
Residuo peligroso	Pilas óxido de mercurio	Pilas de níquel-cadmio
	Pilas zinc-óxido de plata	

Con base en la tabla anterior, en el proyecto se realizará el manejo adecuado de las pilas. Se priorizará el uso de pilas recargables para reducir la generación de las de un solo uso. Debido a que el proyecto fungirá como inmueble de estancia familiar, es posible que el tiempo de vida de cada pila se prolongue o se reduzca conforme a la ocupación del sitio.

Considerando los tipos de residuos a generarse durante el desarrollo del proyecto, incluyendo todas sus etapas, implementará un programa de manejo integral de residuos, en los que se incluyen todos los tipos antes mencionados, las estrategias de manejo, de recolección y transporte, así como la estimación de generación. Cabe mencionar que, en la etapa de operación y mantenimiento se monitorearán los residuos a generar para realizar las adecuaciones al programa de manejo, con el fin de mejorar o sustituir las estrategias de manejo para evitar la contaminación del ecosistema costero.

Cantidad de residuos y aguas residuales generados por etapa

Se estima la generación de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y aguas residuales durante la construcción de la vivienda objeto de proyecto, "*Villa Concha*", ubicada en la Isla de Holbox, Quintana Roo, México. El proyecto consiste en una vivienda destinada a 10 habitantes, ubicada en un predio de 1,670.68 m², con una duración estimada de construcción de obra de 12 meses.

El análisis a continuación es un estudio preliminar para las etapas de construcción y operación de la vivienda. Los cálculos están basados en los datos de la edificación, en cuanto a tipología y superficie, y tasas provenientes de normativa promedio. Los datos se obtienen de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) relacionadas con residuos y construcción, así como en los lineamientos de la SEMARNAT, y promedios establecidos en estudios o guías técnicas del sector. Se opta por un coeficiente conservador por la ubicación natural / rural del proyecto y con el fin de prevenir al máximo su tratamiento.

RME. Los RME incluyen desechos como sobras de concreto, mortero, ladrillo y otros materiales no peligrosos. Considerando una tasa regional de **0.10 a 0.15 toneladas/m²** de acuerdo el dato referido a **Viviendas tradicionales** (de concreto y bloques), se utilizará la tasa de **0.12 toneladas/m² de área construida.**

RP. Los residuos peligrosos de la construcción se tasan entre **0.6 - 0.9 kg/m². Se considerará 0.7 kg/m²**

RSU. En base a promedio nacional de generación diaria de entre 0.7 y 1 kg de RSU diarios, se considera el contexto turístico y características insulares de Holbox, aplicándose un valor promedio de **1 kg/persona/día**.

ESTIMACIÓN DE PROYECTO

Proyecto: Construcción y operación de vivienda en Holbox, Quintana Roo, México.

Superficie de construcción: 688.69 m²

Superficie de la parcela: 1,670.68 m²

Número de ocupantes: 10 personas

1. Etapa de Construcción

Durante la construcción, se generan residuos de manejo especial (RME), residuos peligrosos (RP), y residuos sólidos urbanos (RSU) de acuerdo con las actividades de obra.

Datos utilizados:

- **Duración estimada de obra**: 12 meses (365 días).
- **Equipo promedio de trabajadores**: 10 personas.
- **Tasas de generación de residuos**:
    - RME: 0.12 toneladas/m².
    - RP: 0.7 kg/m².
    - RSU (trabajadores): 1 kg/persona/día.

Cálculos:

- **RME**:
  630m² × 0.12ton/m² = 75.6toneladas
- **RP**:
  630m² × 0.7kg/m² = 441kg

- **RSU (trabajadores)**:

  10personas×1kg/persona/día×365días=3,650kg

Tabla II.26. Resultados de residuos a generar en etapa de construcción.

Tipo de Residuo	Cantidad Estimada
Residuos de manejo especial (RME)	75.6 toneladas
Residuos peligrosos (RP)	441 kg
Residuos sólidos urbanos (RSU)	3,650 kg

2. Etapa de Operación (Uso)

Una vez ocupada, la vivienda generará residuos sólidos urbanos (RSU) y aguas residuales de forma constante.

El consumo promedio de agua se estima en 250 litros por persona por día, con un 80% convertido en agua residual. Para una vivienda ocupada por 10 personas durante 12 meses, se calcula lo siguiente:

Datos utilizados:

- **Número de ocupantes**: 10 personas.
- **Tasas de generación**:
  - RSU (domésticos): 1 kg/persona/día.
  - Consumo de agua: 250 l/persona/día.
  - Porcentaje de conversión en aguas residuales: 80%.

Cálculos diarios:

- **RSU**:

  10 personas × 1 kg/persona/día = 10 kg/día

- **Aguas residuales:**

  10 personas × 0.25 m^3/persona/día × 0.8 = 2 m^3/día

Cálculos anuales:

- **RSU**:

  10 kg/día × 365 días = 3,650 kg/año

- **Aguas residuales**:

  2 m^3/día × 365 días= 730 m^3/año

Tabla II.27. Resultados de residuos a generar en etapa de operación.

Tipo de Residuo	Cantidad Estimada
Residuos sólidos urbanos (RSU)	10 kg/día (3,650 kg/año)
Aguas residuales	2 m³/día (730 m³/año)

Cabe mencionar que, el resultado de generación de residuos en un plazo anual es el máximo estimado, sin embargo, la casa será utilizada en distintos períodos al año, es decir, que los días de operación por parte de las 10 personas serán menos y, por ende, se reduce la generación de residuos anuales.

3. *Consideraciones Normativas y Ambientales*

Normativas locales:

- La normativa a cumplir es la emitida por SEMARNAT y la normativa estatal de Quintana Roo, así como la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Consideraciones:

- Se implementarán prácticas de separación de residuos durante la construcción y operación.
- Se implementará la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante un Biodigestor.

Los cálculos presentados son generales. A continuación, se presentan, los cálculos de generación de residuos más específica para el proyecto, considerando el número total de trabajadores y los meses de desarrollo.

Tabla II.28. Resultados de residuos a generar en etapa de preparación del sitio.

Etapa: Preparación del sitio								
Tipo de residuo	**Cantidad generada /persona**	**Residuo**	**Material**	**Porcentaje del total (%)**	**Número de personas**	**Total generado (kg)**		
						Día	**Semana (6 días)**	**Mes (24 días)**
Residuos sólidos urbanos	1 kg/dia	Inorgánico	Madera	0	10	10	60	240
			Vidrio	0				
			Papel y cartón	0				
			Embalajes	30%				
			Aluminio	10%				
			Pet	30%				
		Orgánico	Alimentos	30%				
	Orgánico		Herbáceas removidas	100%	-	-	<10	<10
Tipo de residuo	**Cantidad generada/persona**	**Residuo**		**Capacidad del baño portátil**	**Número de personas**	**Total generado (L)**		
						Día	**Semana (6 días)**	**Mes (24 días)**
Residuos de manejo especial	2 L/dia	Aguas residuales		250 L	10	20	120	480

Tabla II.29. Resultados de residuos a generar en etapa de construcción.

Etapa: Construcción									
Tipo de residuo	**Cantidad generada/persona**	**Residuo**	**Material**	**Porcentaje del total (%)**	**Número de personas**	**Total generado (kg)**			
						Día	**Semana (6 días)**	**Mes (24 días)**	**8 meses (192 días)**
Residuos sólidos urbanos	1 kg/día	Inorgánico	Madera	31.2	69 en toda la etapa	Hasta 40 personas por dia máximo= 40 kg	240	960	7,680
			Papel y cartón	15.3					
			Embalajes	2.8					
			Vidrio	5.4					
			Aluminio	2.5					
			Pet	4.7					
		Orgánico	Alimentos	38.1					
Tipo de residuo	**Cantidad generada/persona**	**Residuo**		**Capacidad del baño portatil**	**Número de personas**	**Total generado (L)**			
						Día	**Semana (6 días)**	**Mes (24 días)**	**8 meses (192 días)**
Residuos de manejo especial	2 L/día	Aguas residuales		250 L	40	80	480	1,920	15,360
Tipo de residuo	**Cantidad generada/obra**	**Residuo**			**Número de personas**	**Total generado (L)**			
						8 meses			
Residuos peligrosos	1L	Pintura de exteriores			-	<5 L			

Tabla II.30. Resultados de residuos a generar en etapa de operación.

Etapa: Operación									
Tipo de residuo	**Cantidad generada /persona**	**Residuo**	**Material**	**Porcentaje del total (%)**	**Número de personas**	**Total generado (kg)**			
						Día	**Semana (7 días)**	**Mes (30 días)**	**12 meses (365 días)**
Residuos sólidos urbanos	1/día	Inorgánico	Papel y cartón	15.3	10	10	70	300	3,650 (esto será menor debido a que la casa se ocupará en períodos vacacionales y para mantenimiento el resto del año).
			Aluminio	8.5					
			Bolsas plásticas	5.8					
			Vidrio	5.4					
			Pet	4.7					
		Orgánico	Alimentos	60.3					
Tipo de residuo	**Cantidad generada/inodoro**	**Residuo**		**Número de descargas al día (entre 4 inodoros)**	**Número de inodoros**	**Total generado (L)**			
						Día (30 descargas)	**Semana (7 días)**	**Mes (30 días)**	**12 meses (365 días)**
Residuos de manejo especial	5 L/ descarga	Aguas residuales		30 (resultado de 3 descargas x 10 personas)	4	150	1,050	4,500	54, 750 (aunque será menos porque la casa se ocupará en vacaciones y para mantenimiento).
Tipo de residuo	**Cantidad generada**	**Residuo**	**Tipo**	**Peso por pila**	**Número de pilas**	**Total generado (kg)**			
						1 año			
Residuos de manejo especial	2/control remoto	Pilas	AA (recargable)	24 g	20	0.48			
	2/control remoto		AAA (recargable)	15 g	10	0.15			
Tipo de residuo	**Cantidad generada**	**Residuo**	**Tipo**	**Uso**		**Total generado (L)**			
						Día	**Semana (7 días)**	**Mes (30 días)**	**12 meses (365 días)**
Residuos peligrosos	0.01 L	Aceites	Comestibles	Doméstico		0.01	0.07	0.3	3.65

Tabla II.31. Resultados de residuos a generar en etapa de mantenimiento.

Etapa: Mantenimiento									
Tipo de residuo	**Cantidad generada**	**Residuo**	**Material**	**Porcentaje del total (%)**	**Número de personas**	**Total generado (kg)**			
						Día	**Semana (6 días)**	**Mes (24 días)**	**12 meses (288 días)**
Residuos sólidos urbanos	1	Orgánico	Embalajes y PET	100	2	2	12	48	576

Emisiones

La maquinaria de la construcción generará emisiones a la atmósfera. No obstante, estas emisiones serán controladas mediante la revisión constante del funcionamiento de las máquinas o vehículos, ya sea a través de la afinación, o de la verificación vehicular, cuando ésta proceda, en talleres autorizados. De igual forma

el transporte de material es una actividad susceptible a la generación de emisiones de polvo dispersado en el ambiente.

Durante las etapas constructivas, la maquinaria generará invariablemente un nivel de ruido emitido a la atmósfera. Sin embargo, se espera que por ser un espacio abierto y por la poca incidencia de maquinarias trabajando simultáneamente, este efecto no sea significativo. Se prevé que los niveles emitidos por ningún motivo rebasarán los límites máximos permisibles: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg, 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 Kg y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 Kg. Para tratar de mantener los niveles permisibles en la construcción, la maquinaria que se utilice deberá presentar buenas condiciones de mantenimiento por lo que no se espera que emita ruido excesivo.

Cuando la vivienda se encuentre habitada, los vehículos generarán un efecto sinérgico con la dispersión de emisiones a la atmósfera, fenómeno ocasional en el camino de acceso. De la misma forma, el ruido generado en la casa se considera como una emisión de baja intensidad, por el tipo de actividades a desarrollar, lo que no afectará la calidad de vida de la población de la región.

Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos_____

- En el caso de los residuos sólidos generados tanto en la etapa constructiva como en la operativa, estos serán dispuestos en contenedores con tapa y serán retirados del área del proyecto de manera periódica, según las necesidades de la obra. Una vez que sean retirados, ya sea por el servicio municipal o por algún prestador de servicios contratado para tal fin, serán depositados en el basurero municipal o donde disponga la autoridad competente.
- Las aguas residuales generadas en la operación del proyecto no representarán volúmenes elevados, ya que la vivienda sólo se ocupará en algunos meses del año. La casa habitación constará con sistema combinado de tratamientos de las aguas residuales debidamente implementado.
- Las demandas futuras del proyecto en cuanto a infraestructura y manejo de residuos no crearán desequilibrio, competencia o desbasto en la zona.
- Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura del almacén temporal. Serán retirados del sitio a través de la empresa especializada para manejo de estos residuos.

Medidas de protección de la calidad del suelo, incluyen el manejo adecuado de los residuos _____

- Establecer áreas específicas para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos y no peligrosos dentro del polígono en donde haya frentes de trabajo, generados durante las diferentes etapas dentro del

sitio de interés. El suelo del área asignada contará con recubrimiento impermeable, así como contención secundaria.

- Se implementarán procedimientos para la separación, almacenamiento, recolección y aprovechamiento o disposición final de los diferentes tipos de residuos generados en las diferentes etapas del proyecto.
- Se realizará un convenio de recolección de los residuos por parte de una empresa autorizada por el ayuntamiento.
- Se mantendrán libres de residuos las áreas de trabajo y todas las instalaciones auxiliares utilizadas para la construcción del proyecto.
- Los residuos sólidos serán manejados de acuerdo con la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento
- Se realizará un plan de manejo de residuos donde se indiquen las estrategias de reciclaje, reúso o aprovechamiento de los diferentes tipos de residuos, incluyendo de manejo especial (cartón, madera, metales, papel, plástico, residuos de jardinería) y peligrosos a ser generados durante cada etapa del proyecto.
- Para los trabajos de construcción de estructuras de concreto habilitado de acero in situ se construirá un sistema de contención a manera de paraguas invertido circundante al módulo a construir para captar partículas agregados líquidos etc. que diariamente se reducirán en contenedores y se conducirá al área de acopio designada para ello
- El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.
- Será establecida el área para el almacenamiento temporal de los materiales dentro del polígono. En los diferentes frentes de trabajo se recolectará diariamente los materiales de desecho generados durante las diferentes etapas dentro del sitio de interés y serán trasladados al área asignada. El suelo del área asignada contará con recubrimiento impermeable, así como contención secundaria y serán cubiertos con materiales impermeables que eviten la dispersión de polvos.
- La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica y telefónica será subterránea, incluyendo al interior de los predios.
- Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía. Los generadores de combustión interna deberán estar protegidos del ambiente y cumplir con la Norma Oficial Mexicana de ruido.
- El sistema eléctrico para iluminación y fuerza se proyecta mediante el suministro municipal de la CFE.

- Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.

Para evitar cambiar la escorrentía existente del lugar se implementarán las siguientes medidas:

- Evitar la acumulación de materiales que bloqueen los drenajes naturales y afecten el flujo pluvial, para evitar arrastres de suelo y contaminación del agua, en caso de lluvias.
- Durante la preparación y construcción se hará uso de agua para humectación de caminos. Esta será suministrada mediante pipas y no contendrá contaminantes que pueda ocasionar un daño al suelo o el acuífero.

Medidas durante la construcción

- Los caminos de acceso se adaptarán al máximo posible de la topografía.
- Se procurará que los senderos discurran en desmonte abierto en la ladera, evitando trincheras.
- Durante las actividades de construcción sólo podrá removerse suelo en el sitio del desplante del predio.
- Se considera sólo remover el suelo en las áreas designadas para construcción permanente y el material orgánico producto de ello darle un tratamiento específico.

Medidas para el control de la erosión

- Tal como se indica en las medidas de conservación de la calidad del aire se llevará a cabo humectación de caminos y protección al suelo removido acumulado para evitar su dispersión.
- El suelo orgánico removido será conservado para ser reutilizado en la restauración de zonas de afectación temporal.
- Se fomentará la revegetación natural de especies nativas en zonas de afectación temporal.
- Considerando la morfología del predio y basados en la elevación más importante, utilizado para desplante de estructuras no se supera el límite de 12 metros de altura (referirse a proyecto arquitectónico).
- El sistema eléctrico para iluminación y fuerza se proyecta con la instalación de paneles solares en áreas cercanas a cada uno de los módulos de forma independiente evitando así caída de tensión y mejorando el rendimiento de los equipos, todas las instalaciones serán subterráneas exceptuando el banco de baterías y los tableros de control para los cuales se alojarán en cobertizos acorde a la arquitectura del proyecto tanto en materiales como en forma.

- La instalación de infraestructura telefónica y energía se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.
- No se instalará infraestructura de alimentación externa al predio es sistema será local utilizando paneles solares y telefonía inalámbrica
- Se promoverá la instalación de sistemas domésticos de captación de agua de lluvia in situ.
- En áreas de edificación y circulaciones. Debido a la morfología de la arquitectura y el respeto a la fauna y flora existente se respetará la escorrentía natural del terreno evitando trincheras y propiciando que los viales discurran en monte abierto laderas o cuerpos de agua existente.

II.2.6. Generación de gases de efecto invernadero

Los componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja, se les denominan Gases de Efecto Invernadero (GEI), ya que esta propiedad causa el efecto invernadero. El efecto invernadero es un fenómeno de regulación de la temperatura del planeta, gracias a la presencia de una capa de gases en la atmósfera que absorbe y emite radiación infrarroja provocando un incremento en la temperatura media en la superficie de la Tierra, sin la cual prevalecerían temperaturas frías o bajo cero.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis GEI principales: bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Lo anterior, debido a que el cambio climático ocurre por una exacerbada acción del efecto invernadero, resultado del incremento de las concentraciones de los GEI, es decir, de la cantidad y variedad.

Los GEI que se pueden encontrar naturalmente en la atmósfera son principalmente el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Por lo que se pueden inyectar a la misma por actividad humana, la que también incluye ciertos gases que solamente se generan de forma antrópica; entre los más importantes, se destacan los hidrofluorocarbonos (HFC), el perfluorocarbono (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6). Una gran cantidad de emisiones de GEI a la atmósfera derivan de la actividad humana, lo que ha cambiado ligeramente la composición de la misma, incrementando la concentración de varios de los GEI, lo que agrava el fenómeno del efecto invernadero, generando la variabilidad del clima mundial con tendencia al incremento de temperatura, dicha variabilidad es conocida como cambio climático.

De los GEI identificados, los que han contribuido principalmente al efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), de los cuales el dióxido de carbono es el más importante, aumentando la concentración debido al uso de combustibles fósiles y, en menor medida, a los

cambios en los usos de la tierra. El metano es una emisión derivada de la actividad agropecuaria, principalmente por la producción del ganado y el cultivo de arroz, junto al procesamiento, almacenaje y transporte de carbón y gas natural. El óxido nitroso se relaciona con el uso de fertilizantes, quema de biomasa y transporte carretero. Otros GEI denominados como indirectos, por contribuir indirectamente al forzamiento radiativo debido a la química atmosférica, son el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), bióxido de azufre (SO_2) y compuestos volátiles distintos del metano (COVDM). El CO, NOX y los COVDM son agentes que participan en la formación de ozono en la atmósfera baja, mientras que los SO2 lo hacen en la contaminación local, como lluvia ácida y smog.

Mediante la página vigente de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, a través de su Dirección del Cambio Climático, es posible encontrar el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Quintana Roo, emitido en 2010, en el cual se reportó que la liberación de GEI en el estado está asociada a las emisiones antropogénicas, en especial por la presión que ejercen las actividades humanas reflejadas en altas tasas de cambio de uso de suelo, propiciando deforestación, aunado a ello, con el incremento de población existe un incremento en el uso de combustibles fósiles y su combustión. No obstante, el sector terciario o de servicios es el más relevante en el estado; el crecimiento económico está soportado en las actividades de turismo, lo cual prevalece en la actualidad.

En cuanto a la actividad industrial o de transformación, en el estado de Quintana Roo es casi nula, ya que no hay industria de metales pesados, sin embargo, es posible encontrar producción de azúcar. Respecto al sector primario, a pesar de su bajo aporte al PIB estatal, es relevante por el uso del suelo, el sistema agrícola es extensivo y con las actividades pecuarias se ejerce una fuerte presión en el cambio de uso de suelo. Lo anterior propicia la transformación de las condiciones de los recursos naturales de la región, siendo Quintana Roo un estado rico en estos, dicha modificación influye en el balance global de emisión y captura de los GEI, motivo por el cual las autoridades públicas establecieron estrategias y acciones de control para atender la generación y mitigación de los GEI, a través del Inventario Estatal. En el análisis de las emisiones de GEI se dividieron en seis categorías:

1. Energía→Conformada por el consumo de combustibles fósiles (transporte y de fuentes fijas), y emisiones fugitivas de metano por las minas de carbón y la producción de petróleo y gas.
2. Procesos industriales→Emisiones resultantes por fabricación de productos (cemento, acero, químicos, alimentos, etc.).
3. Solventes→Emisiones de COVDM por la fabricación de pinturas y lacas.
4. Agricultura→Emisiones de metano y óxido nitroso provenientes de las actividades agropecuarias.

5. Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura→Emisiones y captura de CO^2 por estas actividades.
6. Desechos→ Emisiones de metano y CO^2 por la disposición en vertederos de relleno sanitario, en aguas residuales e incineración de los desechos industriales y hospitalarios.

De estas seis categorías solo cinco tienen una representación significativa en el conjunto de actividades económicas del estado de Quintana Roo:

1. Energía→Principalmente por el consumo de combustibles fósiles.
2. Procesos industriales→ Emisiones resultantes por extracciones y uso de materiales pétreos (calizas).
3. Agricultura→ Emisiones de metano y óxido nitroso.
4. Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura→ Emisiones y captura de CO^2.
5. Desechos→ Emisiones de metano y CO^2 por el manejo de los diferentes tipos de residuos.

De acuerdo con el Inventario Estatal, hasta 2010, la mayor parte de las contribuciones del estado de Quintana Roo al total de GEI emitidos por México se encuentra dado por la quema de combustibles fósiles y en menor medida por el CO_2 que resulta de la oxidación de la biomasa en la totalidad de su extensión territorial. En cuanto a los gases no CO_2, las emisiones se deben por el aporte de metano resultante del manejo de los residuos tanto sólidos como líquidos, estos últimos principalmente en las zonas urbanizadas y en la totalidad del estado los primeros. Con base en las estimaciones, en promedio las aportaciones de GEI por categoría a la contribución total de estado considerando el periodo 2005-2010 son:

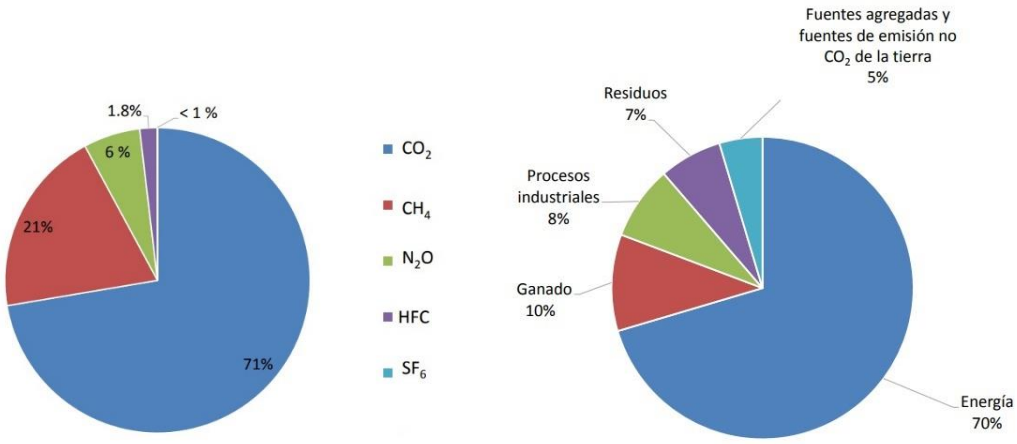
Tabla II.32. Aportaciones de GEI por categoría. Fuente: Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

Tabla 2.5. Aportaciones porcentuales promedio de GEI por categoría durante 2005-2010	
Energía	22.00%
Industria	0.03%
Agricultura	70.56%
USCUSS	-263.99%
Desechos	7.41%
Fuente: Elaboración propia con datos del IEEGEI-QR 2010	

Los valores reportados para Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS) son negativos ya que las emisiones por esa categoría se ven superadas por mucho por la captura neta de carbono en la cobertura vegetal del estado. Otro aspecto relevante es que una vez convertidos los datos de emisión de metano a CO_2eq (conversión a CO_2eq para los balances netos de emisión–captura por año para el estado), es la agricultura, en particular por el componente ganadería que aporta el 70% del CO_2eq del estado,

quedando en segundo lugar el consumo de combustibles fósiles con un 22% en promedio, siendo comparativamente bajo el aporte de CO_2eq por la generación de metano en el manejo de residuos.

Dentro de este contexto, la emisión de CO_2 y metano es el mayor aporte por parte del estado de Quintana Roo, siendo congruente con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, emitido por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en 2018, el cual consideró un periodo de 1990-2015 arrojando que de las emisiones por gas el CO_2 reportó un 71%, seguido por el metano con 21%. En cuanto a las contribuciones de las emisiones por sector, el de energía ocupó el 70%, el del ganado un 10%, quedando en tercer lugar los procesos industriales con 8% y manejo de residuos con 7%.



Gráfica II.1. Emisiones de GEI a nivel nacional. Fuente: Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.

El INECC señaló en 2018 que las emisiones crecieron 65%, a un ritmo anual de 1.9%, sin embargo, a pesar de ese crecimiento, el ritmo durante los últimos 7 años es menor, ya que se ha reducido la tasa anual de crecimiento a 0.5%. Mediante boletín de prensa 026 de 2019, la Secretaría de Energía (SENER), señaló que en la actualización del INEGYCEI 1990-2017, una disminución en el uso de petróleo y carbón, incrementos en la eficiencia del sistema de generación de energía eléctrica, un fuerte incremento en la generación con base en energías renovables, así como un ligero aumento en el uso de gas natural.

Considerando lo previamente expuesto, se observa que los principales GEI emitidos en el estado de Quintana Roo son el CO_2 y el CH_4, lo cual, considerando los datos más actualizados a nivel nacional y que se continúan ejecutando actividades similares en el estado, se infiere que, en la actualidad, el CO_2 y el CH_4 siguen siendo de las emisiones más significativas en la entidad por el desarrollo del sector terciario y en

menor medida del sector primario, por los cuales se requiere el uso de vehículos y maquinaria que requieren combustibles fósiles, el manejo de residuos, la ganadería, el uso de productos agrícolas, cambio de uso de suelo, tanto en la costa como el interior del estado, incremento de vehículos en centros de poblaciones, entre otros. A continuación, se presenta la tabla con las categorías de emisiones y cuáles se generarán potencialmente por el desarrollo del proyecto Construcción y operación del proyecto "*Villa Concha*" en Isla Holbox, Quintana Roo. Cabe aclarar que, se tomarán en cuenta las categorías consideradas en el inventario estatal de emisiones del estado de Quintana Roo, previamente mencionado.

Tabla II.33. Aportaciones de GEI por categoría derivado del desarrollo del proyecto.

Origen	Gases	Fuentes	Se genera con el proyecto	Descripción
Gases de origen Natural	Bióxido de Carbono (CO_2)	Quema de combustibles fósiles (carbón, derivados de petróleo y gas), reacciones químicas en procesos de manufactura (como la producción de cemento y acero) cambio de uso del suelo (deforestación)	Sí	Durante el desarrollo del proyecto, en la etapa de preparación del sitio y construcción, se emplearán vehículos de transporte de materiales, los cuales utilizarán combustible. Para este proyecto no se considera un cambio de uso de suelo por estar en un asentamiento humano con uso de suelo urbanizado en la que es compatible el establecimiento de obras civiles de bajo impacto de acuerdo con el Programa de Manejo de la Reserva. Por sus dimensiones y las características ambientales del predio, no se generará deforestación con el desarrollo de la obra.
	Metano (CH_4)	Descomposición anaerobia (cultivo de arroz, rellenos sanitarios, estiércol), escape de gas en minas y pozos petroleros; manejo de aguas residuales; descomposición de la materia en pantanos, las filtraciones de gas de los	Sí	Si bien, no se generará metano de forma directa por el desarrollo del proyecto, este será producido de forma indirecta por el manejo y tratamiento de residuos, ya que, los residuos sólidos urbanos se dispondrán finalmente en

Origen	Gases	Fuentes	Se genera con el proyecto	Descripción
		depósitos del subsuelo o la digestión del alimento del ganado		un tiradero a cielo abierto de la localidad; el manejo de aguas residuales que, en etapa de preparación del sitio y construcción, será responsabilidad de la empresa arrendadora de las unidades, quien se encargará de la recolección y disposición final de los mismos.
	Óxido nitroso (N_2O)	Producción y uso de fertilizantes nitrogenados, quema de combustibles fósiles, quema de residuos agrícolas; tratamiento de aguas residuales	Sí	Se generará por el uso de vehículos que utilizan combustibles; de forma indirecta por el tratamiento de aguas residuales que se generará, sin embargo, cabe señalar que, para el proyecto se utilizará biodigestor para tratar y reutilizar aguas negras.
Gases antropogénicos	Hidrofluorocarbonos (HFCs)	Emitidos en procesos de manufactura y usados como refrigerantes; producción de aluminio y fabricación de semiconductores	Sí	Por el uso de vehículos que utilicen sistemas de aire acondicionado, los cuales requieren refrigerantes.
	Perfluorocarbonos (PFCs)	Producción de aluminio, fabricación de semiconductores, sustituto de las sustancias destructores del ozono. Ej. Uso de solventes, espumas, refrigeración fija; incineración de plásticos y cerámicas; equipos de refrigeración, sector electrónico y sistemas de extinción de incendios	No	Solo se generará en caso de utilizar extintores de fuego.
	Hexafluoruro de Azufre (SF_6)	Producción y uso de equipos electrónicos; producción de magnesio y	No	Ya que es utilizado como material aislante de alta eficiencia en instalaciones eléctricas. Además, la

Origen	Gases	Fuentes	Se genera con el proyecto	Descripción
		aluminio; fabricación de semiconductores		naturaleza de la obra no será de producción.

Considerando la tabla anterior, se aplicarán medidas de prevención y mitigación para reducir las emisiones generadas por el proyecto, por ejemplo, se evitarán las fugas en los sistemas de aire acondicionado o por el uso de refrigerantes; no se planea el uso de aerosoles; no se realizará cambio de uso de suelo; se mantendrá vegetación nativa en el predio, en especial se establecerá como área de conservación la superficie con la comunidad de manglar; asimismo, se realizará la valorización de residuos para aprovechar los susceptibles de reúso y reciclaje, con el fin de reducir los residuos que se llevan al sitio de acopio de la isla. Aunado con lo anterior, se verificará que el equipo y maquinaria, así como vehículos, que empleen combustible (gasolina o diésel), se encuentren en óptimas condiciones además de que cumplan con los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósferas, de acuerdo con los dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes en materia de control y prevención de contaminación de la atmósfera.

Dentro de este contexto, se implementarán medidas que contribuyan a reducir las emisiones de GEI, sin embargo, no se podrá eliminar al cien por ciento debido a que las actividades humanas siempre generan algún tipo de emisión, por lo tanto, la opción más factible es aplicar acciones que reduzcan dichas emisiones. Cabe mencionar que, por el tipo de obra, de naturaleza habitacional y uso doméstico eventual, las emisiones generadas serán poco significativas, sin embargo, será importante llevar a cabo las medidas de reducción de GEI ya que la isla, al ser una región urbanizada, genera GEI desde distintas fuentes, por lo tanto, las emisiones del proyecto se acumulan con aquellas, motivo por el que no deberá descuidarse el control y reducción de emisiones de GEI.

Para la etapa de operación, la reducción de la generación de GEI, principalmente CO_2, estará relacionada con el tipo de equipamientos que se establezca en la casa. Por ello, se considera lo siguiente, como medidas que contribuyen a reducir la generación de CO_2 durante la operación del proyecto:

- El diseño del proyecto fue planteado para aprovechar mayor tiempo la energía solar natural, lo que reduce el consumo de energía en luminarias.
- El diseño y orientación del proyecto, propicia una adecuada ventilación de la casa estando en temporada de calor; en temporadas de fríos, los materiales a emplear ayudan con el aislamiento térmico del espacio. Ambas acciones contribuyen a reducir el consumo de energía en aire acondicionado y calefacción.

Debido a que no se elimina totalmente el uso del aire acondicionado o calefacción, se instalarán unidades modernas que reduzcan el consumo convencional de energía.

- Las luminarias se instalarán con LED y focos ahorradores de energía.
- Los electrodomésticos a emplear son de última generación, los cuales desde su diseño contemplan el ahorro de energía en comparación con unidades de modelos no recientes.
- Se realizará un manejo integral de los residuos.
- Mantenimiento a las unidades de aire acondicionado para evitar fugas.
- Se mantendrá la comunidad de manglar del terreno, equivalente a una superficie del 41.03% de la superficie total del predio para el proyecto. Esto funge como una medida de mitigación a los efectos del cambio climático ya que funciona como sumidero de carbono. Asimismo, funge como medida de adaptación al cambio climático al amortiguar parcialmente inundaciones en el predio, reducir la erosión costera y proteger a la obra de los fuertes vientos de fenómenos hidrometeorológicos intensos.
- Se realizará la valorización de residuos para aprovechar los susceptibles de reúso y reciclaje, con el fin de reducir los residuos que sean transportados al depósito de disposición final autorizado en el municipio de Lázaro Cárdenas.

Con estas medidas se busca mitigar la generación de emisiones de GEI en el proyecto "*Villa Concha*". La emisión de CO_2 es inevitable en asentamientos humanos, por ello, la mejor medida de mitigación es la que propicie una reducción de su generación.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO "*VILLA CONCHA*" EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO

Como parte de la elaboración de la presente MIA-R, se deben identificar los instrumentos jurídicos que regulan un proyecto y su desarrollo, para determinar la congruencia y cómo se ajustan las obras y actividades a realizar, con lo dispuesto en dichos instrumentos. Lo anterior permite reconocer si el proyecto en cuestión es viable legalmente, lo cual complementa la evaluación en materia de impacto ambiental realizada por la Secretaría, con el fin de otorgar la autorización para el desarrollo del proyecto y sus actividades.

Durante este capítulo, se presenta la vinculación del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, con los distintos instrumentos normativos y de planeación que regulan las obras y actividades que lo integrarán. Para el análisis se consideró el tipo de proyecto, la zona y superficie en la que se ejecutará, las actividades a realizar y los elementos naturales que conforman el área. El proyecto se vinculó con instrumentos normativos de diferentes niveles de especificidad, como leyes y reglamentos (federales, estatales y municipales), programas o planes de ordenamiento ecológico del territorio y normas oficiales mexicanas aplicables al tipo de obra a desarrollar.

El proyecto "*Villa Concha*" consiste en la construcción y operación de una villa residencial de tipo vacacional, diseñada para funcionar como casa habitación con usos ocasionales. La vivienda estará destinada a albergar a una familia de hasta diez integrantes en distintos periodos del año. La casa es una obra nueva a construir en un predio ubicado al oeste de la Isla de Holbox, la cual queda inmersa en el Área Natural Protegida (ANP) Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Específicamente el sitio se encuentra en la subzona de *Asentamientos Humanos Holbox*, en la cual se contempla como actividades permitidas la construcción de obra pública y privada y turismo de bajo impacto ambiental. Actualmente las principales actividades en la isla de Holbox son los servicios de hospedaje, servicios turísticos, servicios de apoyo para la comunidad, estacionamiento y transporte de víveres. Por lo anterior, "*Villa Concha*" es un proyecto acorde con el uso de suelo actual de la región y compatible con las obras que la integran

La obra proyectada no ocasionará fragmentación del hábitat, ya que el predio se encuentra en una zona donde el paisaje original ha sido previamente modificado debido al desarrollo de la localidad, la implementación de infraestructura básica municipal y la construcción de obras del sector privado; por lo tanto, cuenta con espacio disponible para la edificación del proyecto, sobre el cual no existe cobertura arbustiva o arbórea de vegetación por afectar. El predio seleccionado para el proyecto incluye una superficie ocupada por una comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar. No obstante, dicha comunidad no se verá afectada por el desarrollo de la obra, ya que la distribución de la casa y sus elementos externos fue planificada de manera que no se requiera la remoción de manglar ni la ocupación de su área de cobertura. Para asegurar su protección, el manglar presente en el predio se ha delimitado como *área de conservación* dentro del proyecto.

Previo al diseño del proyecto se realizó el análisis de los componentes naturales que integran el predio y de las disposiciones de los ordenamientos jurídicos que rigen la zona, incluidos los lineamientos del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam. El análisis previo permitió incluir los elementos bióticos y abióticos del predio en el diseño del proyecto, lo que resultó en la propuesta de una obra con un concepto "más amigable" con el ambiente con una solución arquitectónica que emplace áreas sin vegetación o sin cobertura de especies protegidas como el manglar, así como la reducción del impacto directo sobre la superficie del terreno. El diseño actual de "*Villa Concha*" ha sido desarrollado considerando también su ubicación geográfica, la cual está expuesta a la ocurrencia de diversos fenómenos hidrometeorológicos a lo largo del año. Por ello, se ha planteado una propuesta que incorpora soluciones específicas para mitigar los efectos de ciclones, tormentas tropicales y extratropicales, así como las crecidas de la marea, el aumento del nivel freático y los impactos asociados al cambio climático.

Dentro de este contexto, la obra a establecer se considera de bajo impacto al aprovechar una superficie previamente modificada por la actividad humana de la localidad de Holbox, lo que evitará la modificación del paisaje en áreas con elementos naturales en mejor estado de conservación. Con la construcción del proyecto no se generará fragmentación de comunidades de vegetación arbustiva o arbórea; no se fragmentarán corredores biológicos; no se generará desequilibrio ecológico y no se pondrá en riesgo de existencia o permanencia a ninguna especie de vida silvestre de la isla ni del ANP APFF Yum Balam.

III.1. Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) el Ordenamiento Ecológico es un "…*instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos*", por ello, a través de este se establece un marco básico de gestión integral del territorio y sus recursos.

Como instrumento de planeación, el ordenamiento territorial se concreta en programas de ordenamiento ecológico de diferentes clasificaciones (general del territorio, regionales, locales y marinos), los cuales fungen como modelos de ordenamiento ecológico y poseen las estrategias ecológicas aplicables al mismo, conforme con lo dispuesto en el Reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico. Mediante estos programas se lleva a cabo el ordenamiento ecológico del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, por lo tanto, contienen la regionalización y la determinación de las zonas ecológicas, así como los lineamientos ecológicos aplicables al área de estudio y las estrategias ecológicas aplicables al modelo de ordenamiento ecológico del sitio.

Con base en lo previamente expuesto, se presenta la vinculación de las obras y actividades contempladas para la ejecución del proyecto "*Villa Concha*", con los criterios de regulación general y específica de los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial de distinto nivel de aplicación que rigen la zona en la que se desarrolla el proyecto, por lo tanto, se realiza la vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. En particular, la isla de Holbox no se rige por ningún POE Local; no obstante, al situarse en el ANP APFF Yum Balam, queda sujeto a las reglas del Programa de Manejo del ANP.

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT tiene por objeto la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes. Mediante este instrumento se establecen los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

A través del POEGT se estableció la regionalización ecológica comprendida por unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico (clima, relieve, vegetación y suelo). Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), derivado de compartir la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Cada UAB posee lineamientos y estrategias ecológicas específicas, y tienen como objetivo orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales. Así, la propuesta del programa de ordenamiento ecológico general del territorio está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Considerando la regionalización establecida en el POEGT, se identifica que el proyecto "*Villa Concha*" se construirá y operará en un predio que se encuentra en la UAB (Unidad Ambiental Biofísica) número 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo.

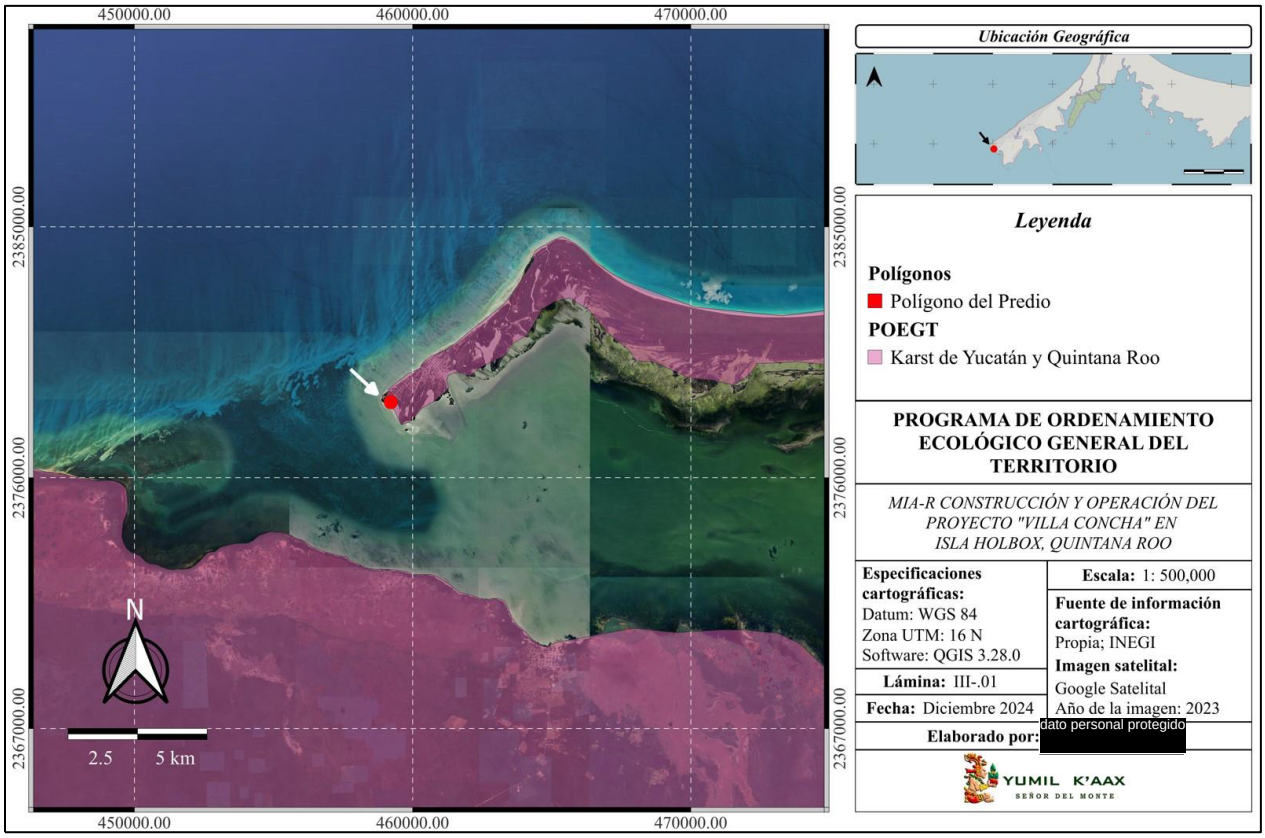
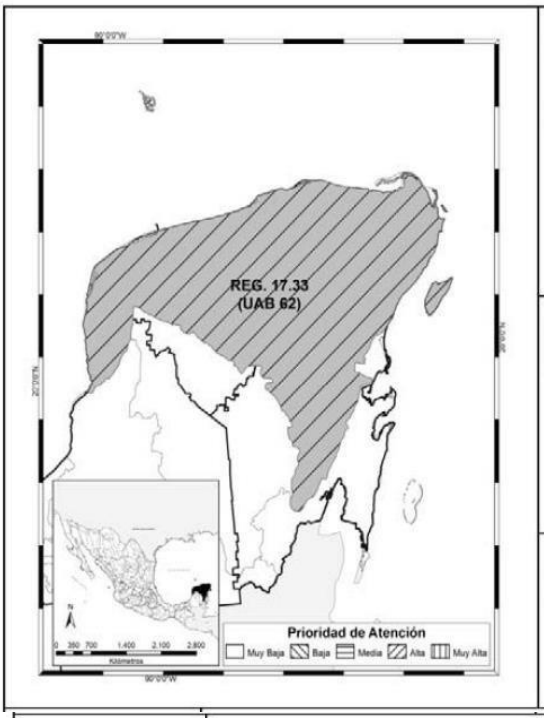


Lámina III.1. Ubicación del predio en la UAB #62-Karst de Yucatán y Quintana Roo.

Tabla III.1. Características de la Unidad Ambiental Biofísica 62.

REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33						
Unidad Ambiental Biofísica 62- Karst de Yucatán y Quintana Roo						
Localización	**Política ambiental**	**Rectores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo	Restauración, protección y aprovechamiento sustentable	Preservación de flora y fauna-Turismo	Desarrollo social-Forestal	Agricultura-Ganadería	Pueblos indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
Prioridad de atención:		Alta				



REGION ECOLOGICA: 17.33
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:

62. Karst de Yucatán y Quintana Roo

Localización:
Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo

Superficie en km^2:	**Población Total:**	**Población Indígena:**
59,542.35 Km^2	2,982,494 hab	Maya

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	**Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.** No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la

Figura III.1. Características de la UAB 62.

La *Política ambiental* para esta UAB se clasifica en tres áreas: Restauración, protección y aprovechamiento sustentable. De acuerdo con el POEGT, las Políticas ambientales son las "*disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo".* Considerando, lo anterior, el desarrollo del proyecto "*Villa Concha"* se ajusta a las políticas ambientales señaladas, de la siguiente forma:

- **Restauración:** El proyecto se va a desarrollar en un predio previamente impactado; se priorizará el aprovechamiento de superficie sin vegetación o, en su caso, únicamente con presencia de plantas herbáceas dentro del terreno. Sin embargo, debido a que en el predio se encuentra una comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar, se implementarán diversas medidas de prevención y

mitigación de impactos ambientales, para asegurar la preservación del mangle existente. Para lo anterior se dará cumplimiento a las disposiciones jurídicas en materia de protección de humedales y manglares, entre ellas, las contenidas en la NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

La especificación 4.16. NOM-022-SEMARNAT-2003 establece que *las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo*. Específicamente, la construcción de las obras en el predio se encontrará a una distancia a partir de 1 m en adelante con respecto a la cobertura de manglar del terreno; por lo que no se ajusta a la especificación 4.16. No obstante, la especificación 4.43. señala que *la prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.*

Por lo tanto, para exceptuar la prohibición de la especificación 4.16, el promovente presenta una medida de compensación por el aprovechamiento del predio donde se encuentra la comunidad de manglar. Las medidas de compensación ambiental contribuyen a contrarrestar los efectos negativos de actividades como la deforestación, el desarrollo de infraestructura y la extracción, entre otros. Estas medidas se aplican en sitios distintos a donde se manifestó el impacto, el cual se considera irreversible. Con base en lo anterior, la propuesta del promovente para cumplir con la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003 consiste en llevar a cabo la reforestación de un área degradada de manglar dentro del ANP APFF Yum Balam, equivalente al doble de la superficie del predio donde se desarrollará el proyecto, es decir, un total de 3,341.36 m^2. Aunque la ejecución de la obra NO implica la remoción de manglar, la ocupación del suelo previamente impactado reduce la disponibilidad de espacio para que, a largo plazo, se restablezca un hábitat natural mediante procesos ecológicos propios de la región.

Por lo tanto, se implementará la medida de compensación antes mencionada. Para ello se presenta la propuesta a través del *Programa de Compensación* del proyecto (anexo a la presente MIA-R) para su aprobación por la SEMARNAT y la CONANP, organismos con los que se coordinará el promovente para su ejecución con el fin de garantizar su efectividad y no contravenir ninguna disposición de regulación del ANP Yum Balam.

A través del cumplimiento de la medida de compensación, el proyecto es congruente con la política ambiental de Restauración establecida para la UAB #62, al coadyuvar en acciones de restauración de comunidades deterioradas de manglar del ANP. Cabe mencionar que, el predio seleccionado se encuentra en la subzona Asentamientos Humanos de Holbox, en la cual se permite el desarrollo de infraestructura pública y privada, así como de turismo de bajo impacto. En este sentido, el proyecto a desarrollar es compatible con las actividades permitidas en la región y la ocupación del área previamente impactado es factible.

Se destaca que en el poblado de Holbox es común encontrar vegetación de manglar en predios particulares, rodeando edificaciones o ubicándose en áreas verdes como remanentes de vegetación. En algunos casos, no existe separación entre las construcciones y el manglar; sin embargo, esto no ha impedido la permanencia de los ejemplares. En este contexto, se prevé que la implementación de "*Villa Concha*", junto con la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, contribuirá a mantener la integridad del manglar del terreno y minimizar las afectaciones al ecosistema costero.

- **Protección:** El Área Natural Protegida con categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, tiene una importancia ecológica, social, económica y cultural significativa, debido a que funge como:
  - Un área de conservación de ecosistemas costeros y marinos únicos, como manglares, pastos marinos, dunas costeras y selvas bajas, que son hábitats clave para numerosas especies, muchas de ellas endémicas o en categoría de riesgo.
  - Un área de protección de especies amenazadas y sus hábitats naturales.
  - Regulador de cambios en el clima y mitigación de desastres a través de los manglares presentes y vegetación asociada que actúan como sumideros de carbono; también ofrecen protección natural frente a fenómenos hidrometeorológicos como huracanes y tormentas, amortiguando sus impactos sobre las comunidades humanas.
  - Un apoyo para la sostenibilidad económica del poblado, ya que en el ANP se pueden desarrollar actividades económicas sostenibles, como el ecoturismo y la pesca responsable, que benefician a las comunidades locales, especialmente en destinos turísticos como Holbox. Este equilibrio entre conservación y aprovechamiento sustentable fortalece el bienestar social y económico de la región.

- Crea un valor cultural y espiritual profundo para las comunidades locales, además de ser una fuente de inspiración y educación ambiental.
- Un área para la prevención del deterioro ambiental frente a actividades no sustentables, como la urbanización desmedida y la sobreexplotación de recursos naturales, permitiendo conservar los servicios ambientales que provee a la región.

Por lo anterior, es importante regular el desarrollo de actividades humanas dentro del ANP APFF Yum Balam, al ser una pieza clave en los esfuerzos de conservación ambiental en México que contribuye con la protección de la biodiversidad y promoviendo un desarrollo sostenible que beneficie tanto a los ecosistemas como a las comunidades humanas. En este sentido, para desarrollar el proyecto "*Villa Concha*" se dará cumplimiento a las reglas de protección del Programa de Manejo del ANP, así como de los instrumentos normativos en materia de regulación ambiental, con el objetivo de coadyuvar en la protección de los componentes ambientales de la región.

Para ello, durante el desarrollo del proyecto y sus etapas de ejecución, se llevarán a cabo acciones que ayuden a alcanzar los objetivos de protección ambiental propuestos en el capítulo II de la presente MIA-R. El cumplimiento de los objetivos propuestos garantiza el contribuir con la protección de los recursos naturales, servicios ambientales y elementos naturales claves del ecosistema costero de la isla de Holbox, que en consecuencia favorecen el equilibrio ecológico de los ecosistemas del ANP Yum Balam. Con lo anterior, el proyecto es congruente con la política ambiental de Protección de la UAB #62.

- **Aprovechamiento sustentable**: para lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el territorio, se necesita realizar un uso racional y responsable de estos, considerando su capacidad de renovación, con el objeto de cubrir las necesidades actuales del ser humano sin comprometer la disponibilidad de los mismos para las generaciones futuras. Para lograr el objeto del aprovechamiento sustentable durante el desarrollo del proyecto "*Villa Concha*", se consideraron los componentes ambientales del predio y la normatividad ambiental vigente aplicable, para determinar el diseño y distribución de las obras que lo integrarán. Entre los elementos del proyecto que contribuyen a un aprovechamiento sustentable de la superficie y los recursos naturales del predio están:
  - Priorizar construir la casa en superficie sin cobertura de vegetación o, en su caso, con presencia únicamente de plantas herbáceas.
  - Destinar como *área de conservación* del proyecto la superficie con cobertura de comunidad de manglar del predio, lo cual también beneficia a la fauna silvestre al mantener hábitat natural para su refugio, alimentación y reproducción.

- Respetar las dimensiones de construcción autorizadas en el Programa de Manejo del ANP.
- Ubicar la obras y sus elementos externos por detrás de la comunidad de manglar.
- Establecer un diseño de obra con soluciones arquitectónicas que minimizan el impacto en el sistema natural del predio. Con el diseño propuesto se contribuye a mantener superficies permeables en el terreno; a no alterar significativamente el drenaje natural del suelo; a no afectar el flujo hidrológico que alimenta al manglar; a conservar los servicios ambientales de la vegetación del predio; no se construirán obras en la zona de playa colindante; no se generará fragmentación de corredores biológicos; se empleará biodigestor para el tratamiento de aguas residuales, con lo cual se evita el uso del drenaje sanitario de la isla el cual está saturado, de este modo, no se sumará a la problemática por desabastecimiento de tratamiento de aguas negras; realizar el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos previene la contaminación del suelo, agua y atmósfera, importante para no afectar la calidad de vida de los pobladores y huéspedes de Holbox; el uso eficiente de la energía eléctrica funge como medida de mitigación a los efectos de cambio climático; elevar la casa a +1.50 m sobre el terreno natural y conservar el área de manglar fungen como medida de adaptación al cambio climático.

Considerando lo previamente expuesto, el proyecto "*Villa Concha*" es congruente con la política ambiental de aprovechamiento sustentable de la UAB #62.

A continuación, se presenta la vinculación de las obras y actividades a realizar durante la construcción del proyecto "*Villa Concha*" con los distintos lineamientos y estrategias ecológicas del POEGT a los que debe apegarse el promovente para el desarrollo la obra propuesta.

Lineamientos y estrategias ecológicas

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para el Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas

sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Los lineamientos ecológicos establecidos en el POEGT, con los que se vincula el proyecto, son los siguientes:

Tabla III.2. Vinculación con los lineamientos ecológicos del Programa.

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
1	Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	Los patrimonios naturales y culturales son un conjunto de bienes y riquezas naturales o culturales, que la sociedad ha heredado. Los patrimonios naturales y culturales son señalados y delimitados por la autoridad correspondiente. En México encontramos varios patrimonios naturales (parques y reservas) y culturales (colecciones y sitios). De acuerdo con lo anterior, el proyecto se desarrollará dentro de un patrimonio natural, al estar ubicado el predio dentro del área natural protegida Yum Balam No obstante, este ANP no se verá afectado con la construcción de la casa, debido a que el proyecto se diseñó considerando las reglas establecidas en el programa de manejo de la reserva, con apego en los criterios de regulación de los instrumentos jurídicos en materia ambiental y contemplando los elementos naturales presentes en el terreno. En consecuencia, se obtuvo una obra que implementará medidas de prevención y mitigación de los impactos, lo cual contribuirá con el aprovechamiento responsable de los elementos naturales del sitio. Aunado a ello, el predio para el proyecto se ubica en la subzona de asentamientos humanos, en la que es permitido el desarrollo de obras civiles como la villa residencial a establecer. Con la obra no se removerán comunidades de vegetación arbustiva o arbórea presentes en el predio ni en el Sistema Ambiental Regional. Dentro de este contexto, se desarrollará el proyecto bajo un principio de responsabilidad ambiental, contribuyendo a mantener en buen estado los elementos del ambiente del ANP. Entre las medidas de mitigación que adoptará el promovente en el proyecto está el manejo integral de residuos que contribuirá a evitar la contaminación del suelo y el agua, asimismo, con ello se evitará la dispersión de residuos en los cuerpos de agua, los cuales pudieran afectar a la reserva y sus superficies marinas. Adicional a ello, se delimitará como *área de conservación* la comunidad de manglar presente en el predio, para garantizar su protección.
2	Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.	Este lineamiento es de competencia del sector público, sin embargo, el promovente, como parte de la sociedad, contempló desarrollar un proyecto compatible con el uso de suelo y el tipo de obras cercanas al predio seleccionado. El sitio se encuentra en el asentamiento humano Holbox, en el cual es compatible el desarrollo de obras de turismo de bajo impacto e infraestructura urbana como la que se establecerá en el predio con el proyecto. Cabe señalar que, el terreno se encuentra previamente impactado, fragmentado por la presencia de caminos de madera en su interior, los cuales fueron establecidos desde años previos por los pobladores de la localidad, quienes utilizaron el paso para acceder

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
		a sitios de servicios turísticos cercanos. Ante ello, como estrategia de protección de los elementos naturales, se optó por establecer la obra y sus amenidades en el espacio sin cobertura vegetal (parte del camino) y sobre superficie cubierta con hierbas (indicando que dicha superficie es un área previamente impactada lo que provocó que sea colonizado por especies pioneras como el pasto). En este sentido, no se removerá ninguna comunidad de vegetación arbórea o arbustiva, e incluso, se propone establecer como área de conservación la comunidad de manglar presente en el predio, la cual abarca 685.485 m^2, equivalente al 41.03 % de la superficie total del terreno, garantizando la conservación de dos especies de manglar (*Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*), así como mantener superficie permeable. De este modo, llevar a cabo las obras contempladas no modificará el paisaje que actualmente predomina en la zona.
3	Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.	Con el desarrollo del proyecto se contempla mantener sin modificaciones los ejemplares de manglar que se encuentren en el sitio en específico. Lo anterior para dar cumplimiento con la normatividad ambiental aplicable y debido a que el promovente es consciente de la importancia de preservar el manglar en la zona, ya que funge como fijador del suelo del polígono y hábitat de otras especies de la región. Aunado con lo anterior, durante el desarrollo del proyecto, tanto construcción como operación, se aplicarán medidas que contribuyan a proteger el ambiente, como el manejo integral de residuos, el ahorro de energía y la limpieza frecuente del terreno para evitar dispersión de residuos, así como el respetar los límites máximos permisibles de emisiones y evitar derrames de hidrocarburos, evidenciando así una conciencia ambiental orientada a proteger los elementos naturales.
4	Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	Los mecanismos de coordinación le corresponden al sector público, sin embargo, el sector privado puede coadyuvar en la protección del ambiente y los elementos que lo integran y, de forma responsable, los gobiernos y organismos públicos promoverán y apoyarán el desarrollo de obras y actividades que contribuyan en la conservación de los recursos naturales y los ecosistemas naturales. El predio donde se construirá y operará el proyecto, a pesar de incidir dentro de una ANP, es parte de un asentamiento humano previamente impactado; el espacio para el establecimiento de la obra es aquel que no posee cubierta vegetal (parte de un camino que fue establecido en el pasado) y parte de superficie cubierta con pasto; para la obra se consideró construirla sobre estructuras de soporte y pilotes con la finalidad de reducir el impacto directo sobre la superficie del terreno natural. El impacto directo sobre el suelo (C.O.S.) será de 186.76 m^2 equivalente al 11.18% de la superficie total del terreno, ya que la obra se establecerá a una altura de +1.50 m del terreno. Con lo anterior, se garantiza mantener superficie del terreno con las condiciones originales del sitio, permitiendo la infiltración del agua y el paso de fauna que circunde el sitio. Además, con el desarrollo de la obra prevista se conservará la comunidad fragmentada de manglar (conformada por *Avicennia germinans y Conocarpus erectus*) presente en el sitio del proyecto, al mantenerla como *área de conservación*. En

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
		este sentido, el promovente contribuye con la conservación de especies de importancia ecológica y protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Es importante destacar que, de acuerdo con los usos de suelo y vegetación del INEGI, el predio se ubica en un Asentamiento Humano sin cobertura de comunidad vegetal estable o por conservar; no obstante, reconociendo la importancia de las especies de manglar, el promovente mantendrá los ejemplares aislados de dichas especies presentes en el predio contribuyendo de este modo con la conservación de especies nativas y en categoría de riesgo. Asimismo, con el desarrollo del proyecto no se afectarán ecosistemas terrestres o marinos de la Región. Las obras a desarrollar son similares a otras existentes en la isla y en la zona de desplante del proyecto, por lo que su presencia no afectará significativamente la calidad visual del paisaje actual que consiste en una zona urbanizada.
5	Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.	Debido a las dimensiones y características del predio, no es posible hallar poblaciones estables de fauna silvestre, por lo tanto, solo fue posible observar escasos ejemplares de fauna de fácil desplazamiento y adecuada a la presencia humana, como aves, las cuales transitan por la zona hacia sus destinos finales. El monitoreo del predio se ejecutó en distintos meses durante dos años diferentes y, aún así, solo se pudo registrar la presencia de escasos ejemplares de animales silvestre dentro del predio; la mayoría de las especies avistadas en el terreno fueron las mismas en los distintos momentos de monitoreo. La escasa fauna que transita en el predio está condicionada por el uso e impacto que ha ocurrido en el sitio, lo que propició la pérdida de hábitat y con ello la reducción de comunidad de vegetación arbustiva, por lo que los espacios con recursos y condiciones para el desarrollo de la fauna son limitados. Asimismo, el terreno se ubica cerca de una playa concurrida por turistas en la isla de Holbox, Punta Cocos; debido a la falta de infraestructura que cubra sus necesidades, se detectó que turistas ingresaban al predio a realizar sus necesidades y usar como sanitario al aire libre espacios del terreno, incluyendo áreas entre la comunidad de manglar; también, se detectó que se han vertido residuos sólidos en el sitio. Por lo anterior, la fauna se desplaza a sitios colindantes en los que existen remanentes vegetación más amplios y mejor conservados. En este sentido, con la protección de la comunidad de manglar, se evitará la contaminación y, además, permitirá que se mantengan hábitats adecuados para el desarrollo de fauna silvestre. Particularmente, en el predio se ha observado en distintas ocasiones un ejemplar de Garza nocturna corona clara (*Nyctanassa violácea*) que aparentemente es residente del área de manglar, por ello, la protección del mangle beneficia la permanencia del ave. La presencia de la garza indica que la comunidad de manglar posee elementos idóneos para albergar fauna, por lo que su protección favorecerá la posible llegada de otras especies animales, siempre y cuando no represente una competencia para el residente del sitio. Cabe mencionar que, no se afectarán comunidades estables de flora y fauna silvestre en la Región.

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
6	Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.	Con el desarrollo del proyecto no se afectarán ni deteriorarán comunidades estables de flora y fauna nativas de la región. Además, el predio se encuentra en un asentamiento humano, con ello, se evitará afectar predios ubicados en zonas con ecosistemas naturales poco modificados por el humano. En este sentido, no se generará una reducción del capital natural de la región. Asimismo, el proyecto contempla el aprovechamiento responsable del terreno, por lo que se ha propuesto mantener áreas libres sin construcción con las características originales del suelo, contribuyendo con la infiltración del agua. Con el proyecto se delimitará una superficie de 685.485 m^2, equivalente al 41.03 % de la superficie total del terreno, como *área de conservación* para proteger la comunidad de manglar presente.
7	Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.	El establecimiento de un proyecto, permite, de forma indirecta, aportar datos sobre las condiciones medio-ambientales de la zona en la que se encuentra. Con el monitoreo de distintos elementos ambientales se generan bases de datos que reflejan la situación de los ecosistemas y los recursos naturales presentes, dicha información es útil para la toma de decisiones de protección ambiental. Con la ejecución del proyecto y los datos generados por su desarrollo, se sumarán al conocimiento de la región, importantes para que las autoridades municipales tomen decisiones futuras. El proyecto será parte de las estadísticas que considerarán las autoridades municipales en los siguientes censos a realizar sobre la población y casas habitación de tipo villa residencial, de la isla de Holbox.
8	Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	La isla de Holbox es un polo turístico de gran relevancia en el estado de quintana Roo, sin embargo, la gran afluencia de visitantes, aunado con el desarrollo de los proyectos en espacios naturales, modificaron el paisaje y generaron presión sobre la región, principalmente por rebasar la capacidad de manejo de residuos sólidos y líquidos en la isla, así como el suministro de electricidad y agua. Por ello, las autoridades municipales han puesto énfasis en mejorar las condiciones de la isla en beneficios de los pobladores que trabajan en el área, así como de los turistas, para seguir ofertando servicios de calidad. El interés es lograr un equilibrio entre el aprovechamiento para fines turísticos con generación de ingresos, así como la protección de los recursos naturales. Aunado a ello, con el decreto del programa de manejo de la reserva Yum Balam, se han establecido reglas que contribuyen actualmente a un desarrollo ordenado del asentamiento humano de Holbox. Para el proyecto, el promovente se apega a los criterios de regulación y las reglas para el desarrollo de proyectos en la localidad, de este modo, contribuye a fortalecer el sistema socioeconómico y ambiental que actualmente rige la isla. Además, contempla implementar medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales que evitarán generar más presión sobre el sistema de drenaje, mediante el uso de biodigestor, captación de agua pluvial y reúso de aguas negras tratadas. El proyecto se sumará a las obras civiles presentes en la región.
9	Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo	Con el desarrollo del proyecto no se generarán nuevos sitios de conservación que pudieran ser registrados en el SINAP. El *área de conservación* del predio, por su dimensión y características, será

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
	esquemas de preservación y manejo sustentable.	administrado por el promovente, por lo cual, hace del conocimiento a la autoridad de dicha medida, a través de la presente MIA-R. El *área de conservación* no poseerá obras permanentes de materiales como concreto o cemento. Únicamente, se aprovechará un sendero existente que atraviesa el lado sur de la comunidad de manglar, el cual será utilizado como acceso hacia la playa desde la villa residencial. Para disminuir el impacto sobre la comunidad de mangle, se propone construir un camino elevado de madera para atravesar la zona entre el *área de conservación*, de este modo, el suelo no recibirá un impacto directo por el paso de personas, permitiendo el desarrollo de las raíces de la especie de mangle negro *Avicennia germinans*, el cual aprovechará la superficie mediante sus raíces aéreas (neumatóforos) para intercambio de gases y que contribuyen con su desarrollo; asimismo, con el paso elevado se permitirá que se infiltre el agua al suelo y que no existan obstáculos para el escurrimiento natural del terreno. En específico, se instalarán 11 postes de madera para el camino elevado. El diseño de la obra de madera se basó considerando las características de las raíces de manglar negro cercanas, las cuales, de acuerdo con literatura especializada, toleran la incidencia de sombra, asimismo, se consideró la altura máxima de las raíces, que para el predio se detectó en menos de 50 cm (en promedio de 23 cm por encima del nivel del terreno), por ello, el camino de madera de zapote y camarú será elevado a 80 cm del suelo. Esto ejemplifica las medidas que adoptó el promovente para garantizar la protección del sistema natural del predio y que su obra armonice con el entorno.
10	Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	El proyecto a desarrollar es compatible con las obras que actualmente se encuentran en la zona; debido a que el predio se ubica en el asentamiento humano Holbox. Para el diseño del proyecto se realizó un análisis previo de las disposiciones jurídicas en materia ambiental aplicables, así como las reglas de desarrollo del programa de manejo del ANP Yum Balam. Asimismo, se observaron las características ambientales del terreno y el espacio disponible de aprovechamiento. En consecuencia, se diseñó una obra más amigable con el ambiente y que armonice con el entorno natural. Esto refleja el compromiso del promovente con la protección del ambiente sin comprometer sus intereses particulares. Actualmente, ante el modelo de desarrollo económico mundial, con bases en el capitalismo, es difícil evitar el progreso con la construcción de proyectos que afecten sistemas naturales, por ello, una buena estrategia es orientar el desarrollo de obras bajo criterios de sustentabilidad y utilizando eco técnicas, aprovechando la disponibilidad de los recursos económicos de los interesados en establecer obras civiles, sin afectar el sistema socioeconómico de una región que depende de los servicios para sus ingresos. Consciente de ello, el promovente contempló todas las opciones posibles para incorporar en su proyecto, con el objeto de construir un espacio doméstico en la isla para goce particular, pero, al mismo tiempo, proteger el sistema ambiental del predio y, en general, sin impactar significativamente sobre el sistema del SAR. Cabe mencionar que, para el diseño de la obra también se analizaron las obras civiles existentes en Holbox, para identificar

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
		los elementos que mejor funcionan y se adaptan a las condiciones climáticas, sociales y ecológicas de la isla. Durante el desarrollo del proyecto se aplicarán medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales para no generar contaminación del medio y para conservar especies protegidas.

A continuación, se presentan las estrategias de la UAB #62 y su vinculación con el proyecto:

Tabla III.3. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 62.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
A) Preservación 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Con el desarrollo del proyecto no se modificarán ecosistemas naturales de la región (la isla). El predio se encuentra en un Asentamiento Humano, impactado por actividades humanas, por lo tanto, al interior del terreno de interés se registró una baja riqueza de biodiversidad, la cual no será alterada de forma significativa durante el desarrollo de la obra prevista. No obstante, debido a la presencia de una comunidad fragmentada de manglar, se establecerá un *área de conservación* para evitar la deforestación de la superficie con cobertura de mangle; de este modo, se garantiza la conservación de dos especies protegidas de manglar (*Avicennia germinans y Conocarpus erectus*), de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, manteniendo elementos clave del SAR. Con la operación del proyecto se realizará el monitoreo frecuente de los ejemplares de manglar del predio para garantizar su protección y que estas permanezcan en el sitio a través del tiempo. Cabe mencionar que, con el desarrollo de la obra no se afectará el flujo hidroecológico de la región o la zona al no establecer elementos que alteren significativamente el drenaje natural u obstruyan el flujo del agua, por lo tanto, las especies de manglar continuarán con el suministro de agua natural, tanto del subsuelo como por recurso hídrico pluvial. Los ejemplares de manglar presentes en el sitio han logrado mantenerse en buenas condiciones gracias a su adaptación natural al entorno, dado que son especies nativas adecuadas a las características ambientales locales. Por ello, durante el desarrollo del proyecto se garantizará que estos ejemplares no sean removidos ni afectados. Además, se implementarán medidas para conservar condiciones ambientales similares a las actuales, lo que favorecerá la permanencia y viabilidad de los manglares en el área a largo plazo.
B) Aprovechamiento sustentable 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales	Con el desarrollo del proyecto en un predio dentro de un asentamiento humano se evita modificar las condiciones ambientales de sitios naturales con bajo

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de recursos forestales 8. Valoración de los servicios ambientales	impacto humano. De este modo se contribuye a mantener los ecosistemas naturales de la isla. No se contempla el aprovechamiento de recursos forestales, tampoco se contempla realizar aprovechamiento de suelos agrícolas o pecuarios. Cabe mencionar que, con el establecimiento del *área de conservación*, se garantiza la protección del manglar del terreno y de los servicios ambientales que dicha comunidad brinda.
C) Protección de los recursos naturales 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Con el desarrollo del proyecto se hará uso de agua potable el cual se abastecerá a la cisterna del proyecto por medio de pipas de agua potable, los cuales obtendrán el recursos de la red municipal de agua potable autorizada; asimismo, se realizará la recolecta de agua pluvial y el reúso de aguas tratas en el biodigestor, estrategias que contribuirán a reducir el consumo de agua potable del sistema municipal. Por lo anterior, para el proyecto no se contempla aprovechar el agua de fuentes naturales como el mar o laguna costeras. Para la alberca, se abastecerá agua por medio de pipas; la frecuencia de llenado de esta amenidad será poca debido a que se aplicarán acciones de mantenimiento para prolongar el tiempo de uso del agua dentro de la misma. Un buen mantenimiento de alberca por medio de pastillas de cloro bajo supervisión de especialistas en el tema, puede prolongar el tiempo de vida útil del agua hasta año y medio. La frecuencia de llenado podrá variar en caso de la ocurrencia de un fenómeno hidrometeorológico que produzca efectos que obliguen a cambiar el agua de la alberca. El vaciado de la unidad podrá realizarse por medio de pipas o mediante tratamiento previo para su posterior vertido en el subsuelo previa autorización de la comisión del agua. Los servicios de vaciado de alberca son accesibles en la región debido a que existen otras obras turísticas y habitacionales con albercas que demandan dicho servicio. No se considera la construcción de pozos de extracción de agua del subsuelo. Tampoco se extraerá agua de cuerpos de agua superficiales de la región.
D) Dirigidas a la Restauración 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El predio para el proyecto se encuentra inmerso en un asentamiento humano, por lo tanto, no se contempla el aprovechamiento de ecosistemas forestales y tampoco de suelos agrícolas. En específico, para la construcción de la obra se aprovecharán espacios sin cobertura vegetal y parte de superficie cubierta con pasto, el cual será removido por medios manuales únicamente en los sitios de impactos directo. Debido a que las obras a construir se encontrarán a menos de 100 metros del límite del parche de vegetación de manglar del predio, se propone la medida de compensación que consiste en restaurar un área de manglar en el ANP equivalente al doble de la superficie del terreno seleccionado.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El desarrollo del proyecto "*Villa Concha"* es compatible con los objetivos de las autoridades municipales, además de ser compatible con la zona en la que se encuentra, un asentamiento humano previamente impactado con elementos naturales fragmentados. Para garantizar la protección de especies, se establecerá el *área de conservación*, el cual representa el 41.03% de la superficie total del terreno, manteniendo suelo permeable y espacios para el desarrollo de flora nativa, así como el esparcimiento de fauna silvestre. En la isla se mantienen espacios con elementos naturales en los que se limita el aprovechamiento humano, espacios que no se verán afectados con el desarrollo del proyecto al no involucrar obtención de recursos de dichas áreas. Sin embargo, los huéspedes del proyecto podrán visitar esos espacios bajo control de las autoridades responsables de los sitios, lo que generará ingresos para la isla y la región, aunado con el aprovechamiento de servicios turísticos en la zona.
GRUPO II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables. Bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	El predio para desarrollar el proyecto se encuentra en un Asentamiento Humano, por lo tanto, el sitio está previamente impactado y cuenta con todos los elementos para el goce de servicios básicos municipales. Con la construcción de la villa y sus amenidades, no se generará la expansión de la mancha urbana, debido a que el predio se ubica dentro de la poligonal permitida para construcción de obras civiles, aunado a que la villa se establecerá en el espacio sin cobertura de vegetación arbustiva de manglar. La obra se edificará en superficie sin vegetación y parcialmente en área con cobertura de plantas herbáceas, con la finalidad de no remover elementos arbóreos ni arbustivos del terreno. El proyecto, durante su operación, generará ingresos que beneficiarán al sector socioeconómico regional, por la demanda de los huéspedes por servicios turísticos y comerciales de la región.
E) Desarrollo Social 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Para este proyecto se generarán distintos empleos; la isla y, en general el municipio de Lázaro Cárdenas, cuenta con mano de obra calificada para el desarrollo de las actividades propuestas para la construcción de la obra. Durante la operación, se ofertará trabajo para el mantenimiento de las instalaciones del proyecto. La obra de mano calificada se contratará en función de sus habilidades sin discriminar el género, en este sentido, hombres y mujeres podrán emplearse para los trabajos contemplados para el desarrollo de la obra.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
GRUPO III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.	
A) Marco jurídico 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Con el desarrollo del proyecto no se afectarán los derechos de propiedad rural. El predio por aprovechar es de régimen privado y se ubica en el asentamiento humano de Holbox.
B) Planeación del ordenamiento territorial. 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Estos criterios son competencia de las autoridades del sector público. El promovente se apegará a los criterios y lineamientos de los programas de ordenamiento que rigen la zona donde se ubica el predio seleccionado.

Con la vinculación realizada, se observa que el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo* no contraviene los criterios de regulación del programa de ordenamiento en análisis y su desarrollo se ajusta a los lineamientos y especificaciones del programa. Por lo tanto, con base en lo planteado en el POEGT, la obra contemplada es factible para su desarrollo en el sitio seleccionado y bajo los criterios de diseño seleccionados.

III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y el Caribe

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, se describe la Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO), el cual está integrada por dos componentes, conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA):

- Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe.

- El Área Regional, que abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas).

De acuerdo con este programa, el predio para el desarrollo del proyecto *Construcción y Operación del proyecto "Villa Concha",* se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental #131-Área de Protección de flora y Fauna Yum Balam. Para la UGA se debe aplicar criterios generales y criterios específicos.

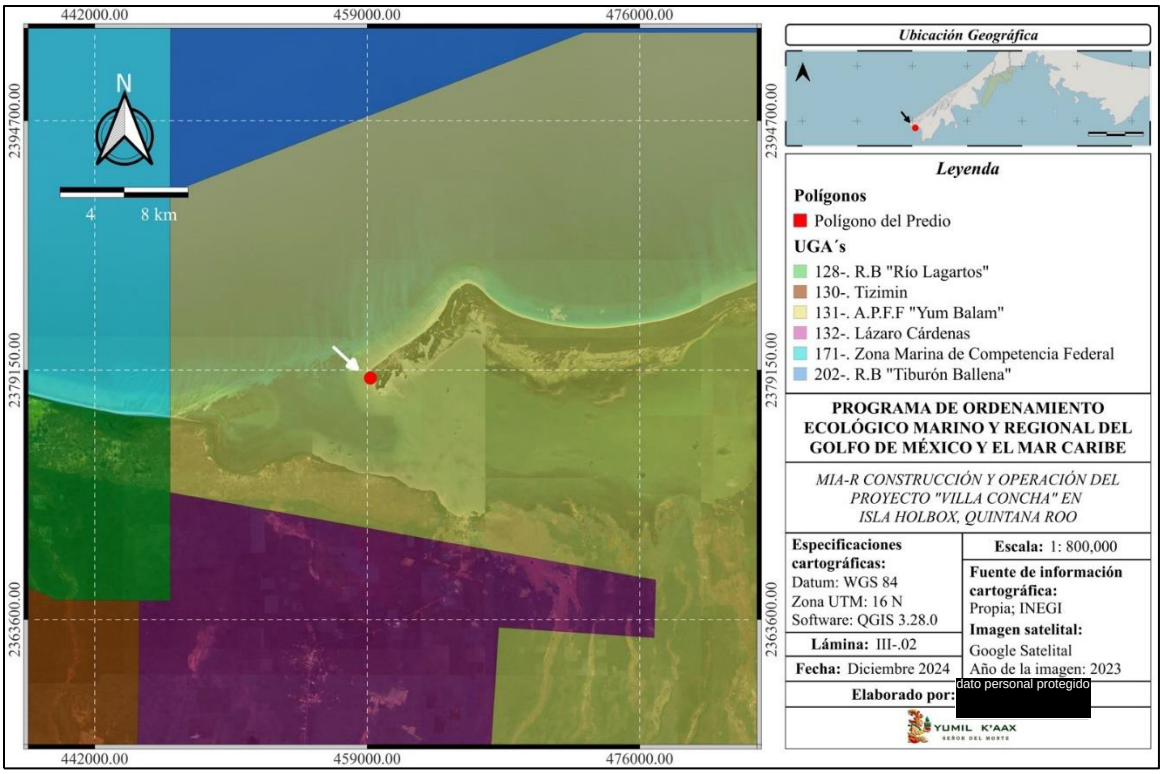


Lámina III.2. Ubicación del predio con respecto a la UGA del programa.

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	

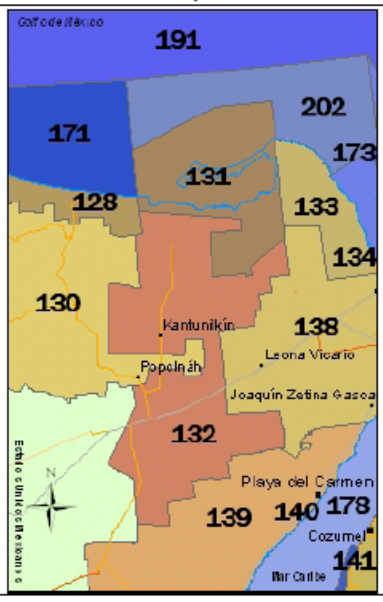


Figura III.2. Características de la UGA #131.

Tabla III. 4. Criterios de regulación específicos de la UGA.

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

Para la UGA se aplican distintos criterios generales y específicos; a continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los criterios que regulan las actividades en la UGA #131.

Tabla III.5. Vinculación del proyecto con los criterios generales, que aplican para la UGA.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
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.	Para el desarrollo del proyecto se suministrará agua potable por medio de pipas, las cuales obtendrán el recurso de los sitios de abastecimiento de la red municipal de agua potable autorizada por la comisión del agua. El agua potable se empleará para las distintas áreas de la casa, incluidas la alberca. Para reducir la frecuencia y cantidad de abastecimiento de agua potable, se realizará captación de agua pluvial y se reutilizará el agua tratada preveniente del biodigestor, ésta última se dispondrá en el almacén de aguas tratadas de la casa.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	El promovente pagará los servicios de abastecimiento de agua potable por medio de pipas. Cabe mencionar que, en la isla este servicio es accesible debido a que otras obras habitacionales y turísticas lo demandan para uso de sus instalaciones.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracciónу sustituirla por especies de producción.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. No se emplearán especies de extracción ni de producción para el 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 especiesregistradas 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).	El proyecto no llevará a cabo actividades extractivas de flora y fauna silvestre, por lo tanto, no le aplica este criterio. Cabe señalar que, se establecerá un *área de conservación* dentro del predio para proteger especies de mangle botoncillo *(Conocarpus erectus)* y mangle negro (*Avicennia germinans*) especies en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dichos ejemplares no serán removidos y tampoco afectados con el desarrollo del proyecto, además se realizará el monitoreo y cuidado de los mismos para garantizar su protección y conservación.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Con el desarrollo del proyecto se generarán emisiones de gases de efecto invernadero, si bien, no serán emisiones significativas, se aplicarán medidas que eviten o reduzcan su generación. Entre los gases considerados posibles a generarse son bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) de forma indirecta, óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC). Como medidas se realizará lo siguiente: señalar a los contratistas que verifiquen las condiciones de la maquinaria a proporcionar para el desarrollo del proyecto, con la finalidad de que no emitan humos o gases contaminantes de forma significativa; señalar que aquellos vehículos con sistema de aire acondicionado se encuentren en buenas condiciones; que las emisiones a la atmósfera por parte de la maquinaria y vehículos se encuentren dentro del rango permitido para no rebasar los límites máximos permisibles señalados en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes; realizar un adecuado manejo de residuos y disponerlos en los sitios autorizados; redirigir las aguas residuales al biodigestor para realizar el tratamiento de las aguas residuales. Con el proyecto no se generará cambio de uso de suelo y tampoco deforestación, ya que el sitio se encuentra en un área afectada por actividades humanas, donde previamente el uso de suelo fue modificado y que actualmente se identifica como parte de un Asentamiento Humano. Es importante mencionar que, de acuerdo con los distintos instrumentos y fuentes de información sobre los gases de efecto invernadero, estos no pueden dejar de producirse por el estilo de vida que actualmente lleva

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		el humano, pero sí pueden reducirse las emisiones con medidas como las antes mencionadas.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metasvoluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	El desarrollo de programas económicos le compete al sector público. No obstante, el promovente aplicará medidas que reduzcan la generación de emisiones de gases de efecto invernadero.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto se construirá y operará en un sitio previamente impactado, por lo tanto, no se fragmentará ningún ecosistema terrestre. La obra se edificará en un espacio sin cobertura vegetal previamente impactado y parcialmente en superficie cubierta por plantas herbáceas, las cuáles se retirarán por medios manuales únicamente en el sitio de desplante directo.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias paraevitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto se desarrollará en un predio previamente impactado, inmerso en un asentamiento humano establecido desde hace décadas. Por ello, no se generará fragmentación de nuevos hábitats, ya que la obra se establecerá en una superficie previamente impactada. Con el proyecto no se pondrá en riesgo la existencia o permanencia de especies de vida silvestre nativas de la región.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de lascoberturas vegetales nativas.	No se contempla emplear especies exóticas para reforestación del predio. Tampoco se introducirá fauna exótica, ya que no es el fin del proyecto.
G014	Promover la reforestación en los márgenesde los ríos.	El área del proyecto no colinda con ningún río.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto no será establecido en márgenes o zonas inmediatas a algún cauce natural de río.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en laLey de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de	Este criterio le compete al sector público, encargado de elaborar los programas de ordenamiento y programas de desarrollo urbano locales.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicablessobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	
G020	Recuperar y mantener la vegetación naturalen las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El proyecto a desarrollarse no se establecerá cerca de ríos, tampoco se establecerá la obra en zona inundable, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Para evitar plagas, se realizará un adecuado manejo de los residuos dentro del predio, de este modo, no se dispersarán los residuos y no se generarán focos de plagas de fauna nociva.
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.	El predio se encuentra en un Asentamiento Humano, por lo tanto, el paisaje se encuentra totalmente modificado, con elementos naturales dispersos. Dentro del predio se mantendrá un *área de conservación* de 685.485 m^2 equivalente al 41.03% de la superficie total del terreno, para garantizar la protección de la comunidad de manglar presente. De este modo, se conservarán elementos naturales del sistema, protegiendo el ecosistema aún dentro del asentamiento humano, lo cual funge como acción de adaptación a los efectos del cambio climático, al preservar servicios ambientales que amortigüen dichas afectaciones.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Para las áreas verdes alrededor de la villa, se emplearán especies de ornato nativas de la región, las cuales se desarrollan fácilmente en la zona al estar adaptadas a las condiciones ambientales de la región.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Con el proyecto se prevé el uso de combustibles fósiles con el uso de equipos y vehículos de transporte de materiales, sin embargo, se hará el uso eficiente de los mismos y se aplicarán las medidas de prevención necesarias para evitar impactos por su uso, por ejemplo, se evitará la generación de derrames para no contaminar el suelo y el agua.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Dentro de las instalaciones se utilizarán focos ahorradores para tener mayor eficiencia de consumo de la energía. Asimismo, para el diseño de la casa se contempló una orientación que aproveche al máximo la luz natural y ventilación natural para reducir el consumo de energía eléctrica.
G029	Promover un aprovechamiento sustentablede la energía.	
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
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.	Se promoverá el uso de combustibles que generen mayor eficiencia en los equipos y vehículos.
G032	Promover la generación y uso de energía apartir de hidrógeno.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	Para el proyecto se contempla el empleo de eco técnicas que contribuya a reducir los impactos ambientales sobre el sistema ambiental de la zona. Asimismo, se emplearán focos ahorradores de luz y el diseño considera el aprovechamiento de luz y ventilación naturales, además de que, por el material, existirá un aislamiento térmico que favorecerá la reducción de consumo de energía para uso de aire acondicionado o calefacción.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. Sin embargo, para las instalaciones se utilizarán equipos ahorradores de energía, ya que actualmente la tecnología pone al alcance de los usuarios materiales que contribuyan con el ahorro y uso eficiente de energía.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría ambiental.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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 laprotección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especialde protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Durante el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento a las medidas de Protección Civil. Ante el evento de un fenómeno meteorológico, se suspenderán actividades y se reforzarán las estructuras o materiales que no puedan retirarse de la zona, del resto, se priorizará retirar todos los materiales para evitar que estas sean arrastradas por el agua con el incremento de la marea o que sean disparadas por el viento. Para la operación, en el diseño estructural de la casa se contempló el hecho de que el predio se ubica en una isla en una zona geográfica impactada con frecuencia por tormentas tropicales y huracanes, por lo tanto, se establecerán las obras con materiales que reduzcan la vulnerabilidad ante el impacto de fenómenos hidrometeorológicos. No obstante, ante un evento de mayor magnitud (huracán de escala 4 y 5), es posible que las obras sufran afectaciones significativas, por lo que, posterior al evento, se priorizará realizar limpieza del sitio y remoción de residuos, asimismo, se implementará mantenimiento correctivo de las obras. Para el proyecto se implementará un Programa de atención de contingencias ambientales e hidrometeorológicas, así como de los efectos del cambio climático.
G049	Fortalecer la creación o consolidación delos comités de protección civil.	Durante las actividades del proyecto se tomarán las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo y se contará con el equipo para atender cualquier emergencia. Asimismo, se cumplirán con las instrucciones que Protección Civil brinde en la isla.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Para la construcción de las instalaciones, se consideró desde el diseño reforzar las estructuras y usar materiales resistentes ante eventos hidrometeorológicos. Sin embargo, en caso de que en el sitio impacte un huracán categoría 4 o 5, es posible que genere daños mayores, por lo que, de forma inmediata al término del evento, se atenderá el sitio retirando los residuos y realizando limpieza del terreno, para evitar que estos sean arrastrados al mar, evitando así la contaminación del ecosistema acuático.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Durante el desarrollo del proyecto se impartirán pláticas a los trabajadores acerca del manejo adecuado de los residuos, sólidos y líquidos, resaltando la importancia de ello y fomentando el adecuado uso de los sanitarios portátiles y los contenedores de residuos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura,etc.).	Durante la construcción y operación del proyecto se realizará un adecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos que se generen, para evitar la contaminación del suelo, agua o aire. Debido a que el predio se encuentra en un asentamiento humano, se atenderán las campañas de limpieza que promuevan las autoridades municipales.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Las aguas residuales generadas en etapa de construcción serán dispuestas en sanitarios portátiles, por lo tanto, el manejo de dichos residuos será responsabilidad de la empresa arrendadora de las unidades, quien se encargará de la limpieza y disposición final de las aguas residuales. En etapa de operación, el agua residual se tratará mediante un biodigestor.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
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 preferentementeforestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No se contempla realizar el cambio de uso de suelo para el desarrollo del proyecto, debido a que el sitio se ubica en una Asentamiento Humano en el que el uso de suelo es aprovechado para establecimiento de obras civiles turísticas y residenciales, encontrando obras similares a la que se planean construir y operar, en este sentido, el proyecto es compatible con los proyecto colindantes. Cabe mencionar que, los elementos de flora de la comunidad arbustiva dentro del predio se mantendrán en el lugar, garantizando la protección del manglar mediante el establecimiento del *área de conservación*.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidosurbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Los estudios sobre los problemas de salud relacionados con el cambio climático corresponden a la Secretaría de Salud, o en su caso a las dependencias de gobierno.
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.	Los residuos peligrosos que se generen con el desarrollo de la obra serán dispuestos y manejados de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de unANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El diseño del proyecto y su desarrollo, se determinó con base en las reglas establecidas en el programa de manejo del ANP Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. En un apartado posterior se realizó la vinculación con dichas reglas, evidenciando que no contraviene con los criterios de regulación existentes.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G062	Implementar procesos de mejora de laactividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G064	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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
G065	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.	El proyecto será presentado ante la Comisión correspondiente, a través del procedimiento que establezca la normatividad aplicable y los señalado por la DGIRA.

A continuación, se realizará la vinculación del proyecto con los criterios específicos de la UGA #131.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con los criterios específicos.

Clave	Criterios específicos	Vinculación con el proyecto
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de redistribución de la misma.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. En el proyecto se verificará que la infraestructura hídrica se encuentre en buenas condiciones para evitar fugas que generen desperdicio de agua potable.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Durante la operación del proyecto, las aguas residuales serán enviadas al biodigestor y por medio de un sistema de reciclaje, se reutilizarán dichas aguas tratadas para sanitarios. Asimismo, para el proyecto se considera la captación de agua pluvial, reduciendo el consumo de agua potable obtenida de la red municipal.

Clave	Criterios específicos	Vinculación con el proyecto
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. Por las dimensiones del *área de conservación* dentro del terreno, este será administrado por el promovente, además de que, el asentamiento humano ya está inmerso dentro de un ANP. El *área de conservación* recibió esta denominación con el propósito de prohibir la construcción de obras civiles permanentes de concreto y evitar la deforestación de la zona.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. La casa se construirá dentro del predio, en la zona este del terreno, por lo que no se afectará la zona de playa.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. El promovente mantendrá limpia la zona de playa frente a su predio, para evitar la contaminación del medio o que este obstaculice la anidación de tortugas en la zona.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. No obstante, dentro del predio se mantendrá área de conservación para proteger la comunidad de manglar.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de duna costera.	Con el desarrollo del proyecto no se afectarán dunas costeras ni zona de playa.
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.	No se contempla introducir especies exóticas. Para las áreas verdes alrededor de la villa se trasplantarán especies de ornato nativas de la región.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Se mantendrá un *área de conservación* dentro del predio para evitar la afectación de la comunidad del manglar. De este modo se garantiza mantener elementos claves del sistema, como especies protegidas en alguna categoría de riesgo.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Mantener el *área de conservación* dentro del predio, contribuirá a preservar elementos naturales que forman corredores biológicos dentro del Asentamiento Humano, para conservar especies protegidas y mantener hábitats de tránsito de especies de fauna silvestre.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El proyecto se encuentra dentro de un asentamiento humano, por lo tanto, posee elementos dispersos de flora nativa, por ello, será importante mantener la comunidad de manglar del predio para contribuir con la conservación de especies protegidas de la región. Dicha área será

Clave	Criterios específicos	Vinculación con el proyecto
		monitoreada y se verificará que no sea afectada por el vertido de residuos de personas ajenas al proyecto, asimismo, se prohibirá la extracción del mangle.
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-059 SEMARNAT-2010).	En el predio se encuentra actualmente una comunidad dominada por especies de manglar, principalmente *Conocarpus erectus*, seguido de la especies *Avicennia germinans*, de igual forma, se observó un ejemplar de iguana gris transitando por el terreno (C*tenosaura similis*); todas las especies señaladas de encuentran en categoría de amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. También se registró al *Vireo pallens* sujeta a protección especial. Por lo tanto, entre las acciones de protección están: no remover el manglar, el cual permanecerá en el sitio que actualmente ocupa; destinar el manglar como *área de conservación*; en cuanto a la iguana, se procederá a ahuyentarla durante la construcción de la obra, la cual tiene posibilidad de desplazarse al área de manglar del terreno; de observar más iguanas cerca o en el sitio, éstas no podrán ser capturadas y se permitirá que se distribuyan de forma libre por el lugar, donde encontrarían nuevos refugios, únicamente serán ahuyentadas cuando se encuentren cerca de las áreas de desplante; en etapa de operación la fauna silvestre podrá circular libremente el lugar, por lo que será necesario realizar un adecuado manejo de los residuos para evitar que afecten a los ejemplares de vida silvestre. En caso de observar una especie que represente un riesgo para los humanos, se solicitará el apoyo de las autoridades del ANP para que procedan a realizar la reubicación exitosa de los ejemplares. Respecto al manglar, de forma adicional se realizará el monitoreo de los ejemplares para garantizar su permanencia.
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.	Con la implementación de las medidas de mitigación se prevé evitar la contaminación del suelo o agua de la zona. Sin embargo, en caso extraordinario que se llegará a producir contaminación en el sitio y se requiriera aplicar la remediación ambiental, el promovente presentará un programa de remediación ante la Secretaría para su evaluación y aprobación. Para el desarrollo de dicho programa será necesario evaluar las condiciones del sitio, determinar el grado de afectación y la zona afectada, para que, con base en ello, se establezcan las medidas más adecuadas de remediación.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	Se verificará que el equipo y maquinaria se encuentren en buenas condiciones para reducir las emisiones a la atmósfera. En caso de detectar que se rebasan los límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes, se solicitará a la empresa que presta el servicio que cambie de unidad con la finalidad de que en la zona operen solo aquellas en buen estado. Asimismo, de

Clave	Criterios específicos	Vinculación con el proyecto
		requerir mantenimiento se realizará en sitios especializados para tal fin. Respecto a las aguas residuales, se acopiarán en sanitarios portátiles en etapa de construcción y, en operación, se darán tratamiento en el biodigestor.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	Con el desarrollo del proyecto y un adecuado, manejo de los residuos, no se generará contaminación del suelo. En caso de que, por algún accidente se produzca contaminación del suelo, se atenderá de forma inmediata, elaborando un programa de remediación con base en los criterios y lineamientos de la legislación aplicable.
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.	Durante el desarrollo del proyecto se verificará que la maquinaria se encuentre en buenas condiciones para reducir las emisiones a la atmósfera, con base en las normas oficiales mexicanas aplicables.
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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	El proyecto no es de naturaleza industrial,, así que no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	Con el proyecto no se realizará aprovechamiento de zona 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.	Con el desarrollo del proyecto no se aprovechará zona de playa y tampoco se afectarán dunas costeras.
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.	Con el desarrollo del proyecto no se modificará ni afectará el perfil de costa de la región. Asimismo, mantener la comunidad de manglar en el predio contribuirá a fijar el suelo y a evitar la modificación del perfil de costa frente al predio seleccionado.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación	El proyecto no se construirá en zona de playa o en zona de dunas costeras. El mantenimiento de la comunidad de manglar funge como zona de protección del perfil de costa,

Clave	Criterios específicos	Vinculación con el proyecto
	de aguas costeras.	evitando su degradación.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros	Con el desarrollo del proyecto no se afectarán barras arenosas de la zona.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El promovente realizará un manejo integral de los residuos a generar para evitar la contaminación de la playa, asimismo, verificará que dicha superficie frente a su predio se mantenga limpio, contribuyendo a mantener las características naturales que actualmente posee.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	Una de las consideraciones futuras del promovente será el empleo de paneles solares para el abastecimiento eléctrico mediante energía renovables. Actualmente, se contempla que la obra se conecte a la red eléctrica de la región administrada por CFE.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A042	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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.

Clave	Criterios específicos	Vinculación con el proyecto
	encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
A046	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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A048	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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A050	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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. Para el proyecto se aprovecharán caminos que actualmente se encuentran en la localidad de Holbox.
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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. Sin embargo, es de mencionar que el proyecto se establecerá en Isla Holbox, una isla que en general es susceptible a afectaciones por

Clave	Criterios específicos	Vinculación con el proyecto
	restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	eventos hidrometeorológicos e inundaciones por efectos del cambio climático, sin embargo, esto no impide el desarrollo turístico y residencial, así como la construcción de obras afines, debido a que la población y autoridades implementan medidas de atención y control ante dichos casos, por lo tanto, el proyecto podrá construirse y operarse y, en caso de algún evento de riesgo, se dará cumplimiento y seguimiento a las instrucciones de protección civil, así como a las autoridades municipales y estatales.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. Es de mencionar que en caso de eventos de riesgo, los huéspedes se trasladarán a áreas más seguras en la zona continental del municipio, lo que se realizará con anticipación al evento y considerando las instrucciones de Protección Civil en la isla. Previo a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, las autoridades militares y guardia nacional desalojan la isla para garantizar la seguridad e integridad de los pobladores; los refugios se habilitan en zona continental del municipio de Lázaro Cárdenas.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Si durante el desarrollo del proyecto se presentaran eventos hidrometeorológicos extremos, se suspenderán actividades y se retirarán equipos y materiales de la zona. Aquellas obras ya conformadas no podrán removerse, pero serán aseguradas con la finalidad de que no sean removidos por los eventos a generarse. No obstante, en caso de que el fenómeno sea de gran intensidad y mueva o derribe algún material u obra del proyecto, en los días posteriores serán retirados del sitio los materiales y residuos, se realizará limpieza y se volverán a conformar las obras. En todo momento se seguirán las indicaciones de Protección Civil.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	Durante la construcción y operación del proyecto, se dará cumplimiento a un programa de manejo integral de residuos para aplicar acciones de control, manejo y valorización de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, conforme a la legislación vigente en materia de residuos.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento	Para evitar la saturación del sistema de drenaje de la isla que, en últimos años reportó problemas al no poder abastecer a la isla y que requiere una mejora en su infraestructura, el promovente contempló el uso de biodigestor y el reúso de las aguas residuales tratadas para

Clave	Criterios específicos	Vinculación con el proyecto
		el interior de la casa.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	Para el proyecto se contempla la captación de agua pluvial, la cual será utilizada para actividades en la etapa de operación, reduciendo así el consumo de agua potable de la red municipal.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y la zona costera.	Durante el desarrollo del proyecto se aplicarán medidas de manejo de residuos a generarse: -Instalación de sanitarios portátiles para residuos líquidos y evitar su dispersión en el medio ambiente. -Instalar contenedores con tapa para el acopio de residuos sólidos no peligrosos. -Se valorizarán los residuos susceptibles de reciclaje que serán enviados a los sitios autorizados para tal fin. -En caso de generarse residuos peligrosos, se les brindará el manejo correspondiente con la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. -Las baterías que se utilicen y generen residuos de manejo especial por su término de vida, serán dispuestos en los sitios de acopio especializados para su transferencia a los sitios de disposición final. Cabe mencionar que, en la actualidad, los gobiernos han implementado campañas de separación y acopio de residuos de distintos tipos, incluidos baterías, aceite de cocina usado, electrodomésticos, entre otros.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Se dará cumplimiento a un programa de manejo integral de residuos y estará prohibido verter cualquier residuo sólido en el mar.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio. El promovente garantiza mantener su predio limpio para evitar la dispersión de residuos sólidos en el suelo o agua.
A071	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.	El proyecto a establecer será de uso doméstico. Con el desarrollo del proyecto no se fragmentarán ecosistemas terrestres o marinos, ya que el sitio se encuentra inmerso en una localidad en el que el paisaje original natural fue modificado desde que la isla fue habitada y aprovechada para obras turísticas. Actualmente, el paisaje del poblado combina elementos de origen entrópico con elementos naturales; por lo tanto, la obra a edificar armonizará con el entorno y sus características actuales.
A072	Promover que la operación de desarrollos	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo

Clave	Criterios específicos	Vinculación con el proyecto
	turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	tanto, no le aplica este criterio.
A074	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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.

Además de los criterios específicos, a la UGA #131 le aplican los criterios de las islas.

Tabla III.7. Vinculación del proyecto con los criterios aplicables a la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
IS-01	Se deberá evitar la sobrepoblación en la Isla.	La casa será de uso eventual, en distintos períodos vacacionales, reduciendo así la presión por consumo de energía y agua potable. Se mantendrá un *área de conservación* de manglar.
IS-02	Se promoverá la constitución o construcción de refugios anticiclónicos suficientes para la totalidad de la población residente en la Isla.	La obra fue diseñada para resistir a distintos eventos hidrometeorológicos.
IS-03	Se deberá promover la inversión para el uso de sistemas de potabilización de agua in situ mediante técnicas de desalinización de agua de mar.	Para el proyecto no se contempla instalar una desalinizadora. Sin embargo, se realizará captación de agua pluvial y el reúso de aguas tratadas mediante biodigestor.
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 las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
IS-05	Inducir la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos, así como inducir a la supervisión y control de los depósitos de combustible incluyendo a la transportación marítima y terrestre.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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 contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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 las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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 las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
IS-09	El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
IS-10	En las colonias reproductivas de aves costeras o marinas de las islas, se deberán evitar el desarrollo de actividades o infraestructura que alteren las condiciones necesarias para mantener la viabilidad ecológica y/o la restauración de dichas colonias de anidación.	El proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.
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.	En caso de requerir el vertimiento de excedentes del biodigestor en alguna zona de aguas marinas, el promovente solicitará autorización ante la Comisión correspondiente para dicha actividad, apegándose a los permisos y concesiones otorgados.
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.	No se introducirán especies exóticas en la isla.
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	Este criterio corresponde a las autoridades municipales, sin embargo, el proyecto se desarrollará con apego en lo dispuesto en el programa de manejo de la reserva. Cabe mencionar que, se mantendrá un

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
		área de conservación del predio que equivale al 41.03% de la superficie total del terreno. El C.O.S. (impacto directo) del proyecto será apenas del 11.18% del terreno, debido a la estrategia de diseño estructural (edificación sobre estructuras de soporte y pilotes) modificando únicamente la superficie de impacto directo del predio, lo que representa una menor alteración del suelo en comparación de la edificación de casas con diseños convencionales.
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.	El predio se encuentra dentro de un asentamiento humano, que según datos de 2022, la población de Isla Holbox es de 1,841 habitantes. En el área se puede desarrollar actividades humanas de tipo turística y obras civiles, por lo tanto, el proyecto es compatible con el uso actual del suelo.
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 presentará ante la administración correspondiente para que se apruebe el proyecto dentro del asentamiento humano de Holbox. El diseño de la obra se basó en las leyes y reglamentos federales, así como las reglas de desarrollo del programa de manejo de la isla.
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 proyecto no contempla las actividades señaladas, por lo tanto, no le aplica este criterio.

Con la vinculación presentada, se observa que el proyecto no contraviene con los criterios generales o específicos del Programa en análisis. Asimismo, las obras y actividades se ajustan a las disposiciones y lineamientos presentados en dicho documento de ordenamiento ecológico marino.

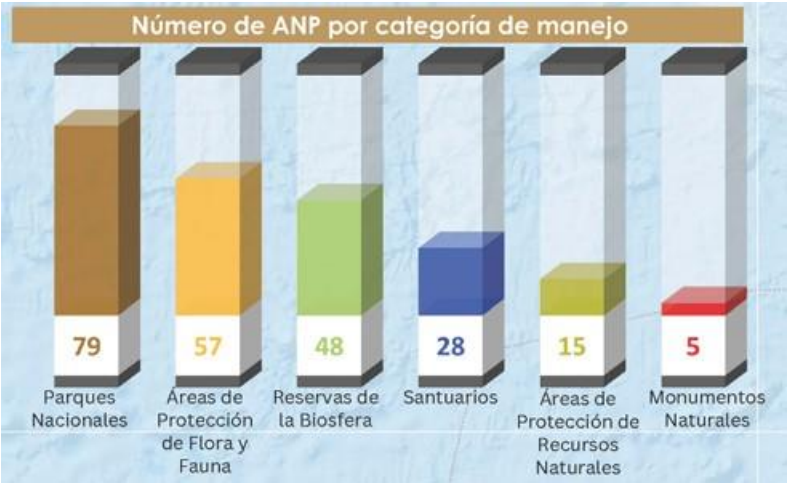
III.2. Decretos y Programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas

III.2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son herramientas que permiten la conservación de los ecosistemas costeros, marinos y terrestres, que facilitan la conectividad ecosistémica. Son territorios geográficamente delimitados que, además de asegurar la protección de biodiversidad y belleza paisajística, permiten el desarrollo de las comunidades locales a partir de los diferentes servicios ecosistémicos que brindan, como producir oxígeno, filtrar el agua, la captación de dióxido de carbono, la retención del suelo y nutrientes, la polinización, así como la provisión de recursos que van desde alimentos hasta materiales de construcción y medicamentos. Además, las ANP tienen una gran importancia económica, ya que permiten el mantenimiento

de medios de vida, la producción de alimentos y artesanías, la pesca y el turismo, además de contribuir al desarrollo sostenible (Cubash et al., 2013).

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, actualmente administra 232 áreas naturales protegidas de carácter federal que representan 98,000,719 hectáreas y apoya 602 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 1,233,890 hectáreas. De la superficie total de ANP´s 23,096,563.19 hectáreas corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 11.76% de la superficie terrestre nacional; de la superficie marina se protegen 74,904,155.39 hectáreas, lo que corresponde al 23.78% de la superficie marina del territorio nacional.



Gráfica III.1. División de Áreas Naturales Protegidas federales. Fuente: CONANP, actualizado en octubre de 2024.

En el estado de Quintana Roo actualmente se encuentran 25 ANP´s (23 del estado, 1 compartida con el estado de Yucatán y 1 compartida con Yucatán y Campeche).

Tabla III.8. ANP's del estado de Quintana Roo.

Nombre	Clasificación	Estado	Municipio
Bala'an K'aax	APFF	Quintana Roo, Yucatán y Campeche	Quintana Roo: Bacalar y José María Morelos; Yucatán: Tekax; Campeche: Hopelchén
Cenote Aerolito	APFF	Quintana Roo	Cozumel
Jacinto Pat	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
Jaguar	APFF	Quintana Roo	Tulum
La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel	APFF	Quintana Roo	Cozumel
Manglares de Nichupté	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez

Nombre	Clasificación	Estado	Municipio
Manglares de Puerto Morelos	APFF	Quintana Roo	Puerto Morelos
Otoch Ma'ax Yetel Kooh	APFF	Quintana Roo	Solidaridad y Lázaro Cárdenas
Playa Delfines	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
San Buenaventura	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
Uaymil	APFF	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto y Bacalar
Yum Balam	APFF	Quintana Roo	Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres
Arrecifes de Cozumel	PN	Quintana Roo	Cozumel
Arrecife de Puerto Morelos	PN	Quintana Roo	Benito Juárez
Arrecifes de Xcalak	PN	Quintana Roo	Costa caribe de Othón P. Blanco
Costa Occ. de I. Mujeres, Pta. Cancún y Pta. Nizuc	PN	Quintana Roo	Isla Mujeres y Benito Juárez
Isla Contoy	PN	Quintana Roo	Isla Mujeres
Tulum	PN	Quintana Roo	Solidaridad (Actualmente Tulum)
Arrecifes de Sian Ka'an	RB	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto y Tulúm
Banco Chinchorro	RB	Quintana Roo	Frente a las costas de Othón P. Blanco
Caribe Mexicano	RB	Quintana Roo	Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco
Ría Lagartos	RB	Yucatán y Quintana Roo	Yucatán: San Felipe, Río Lagartos y Tizimín; Quintana Roo: Lázaro Cárdenas
Sian Ka'an	RB	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad y Bacalar
Tiburón Ballena	RB	Quintana Roo	Frente a las costas del norte de Quintana Roo
Playas de Isla Contoy	SANT	Quintana Roo	Isla Mujeres

PN=Parque Nacional; APFF=Área de Protección de Flora y Fauna; RB=Reserva de la Biosfera; SANT=Santuario.

Considerando la ubicación del predio en el que se desarrollará el proyecto "*Villa Concha*", se observa que este se encuentra dentro de una ANP: Área de Protección de Flora y Fauna, Yum Balam.

El Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam tiene sus orígenes en los años ochenta, después del paso de uno de los huracanes más fuertes que han impactado las costas del estado: el Huracán Gilberto, el cual causó fuertes daños en la vegetación de la zona. Cabe mencionar que, la declaración de la ANP fue

posterior al establecimiento del poblado de Holbox. Actualmente, Holbox es uno de los destinos más concurridos por la belleza de sus aguas marinas y los ecosistemas marinos en los que pueden encontrarse diferentes especies de fauna, haciendo a este sistema apto para actividades de buceo. Por lo anterior, todas las actividades desarrolladas en la isla son controladas y reguladas para evitar la contaminación del mar y, de esta forma, evitar que afecte a la reserva. El desarrollo del proyecto Construcción y operación del proyecto "*Villa Concha*" en Holbox, Quintana Roo, no afectará ecosistemas naturales en buen estado de conservación del ANP APFF Yum Balam, además, se destaca que el promovente implementará medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, como el manejo integral de residuos, para evitar su dispersión y por ende la contaminación del suelo o el agua.

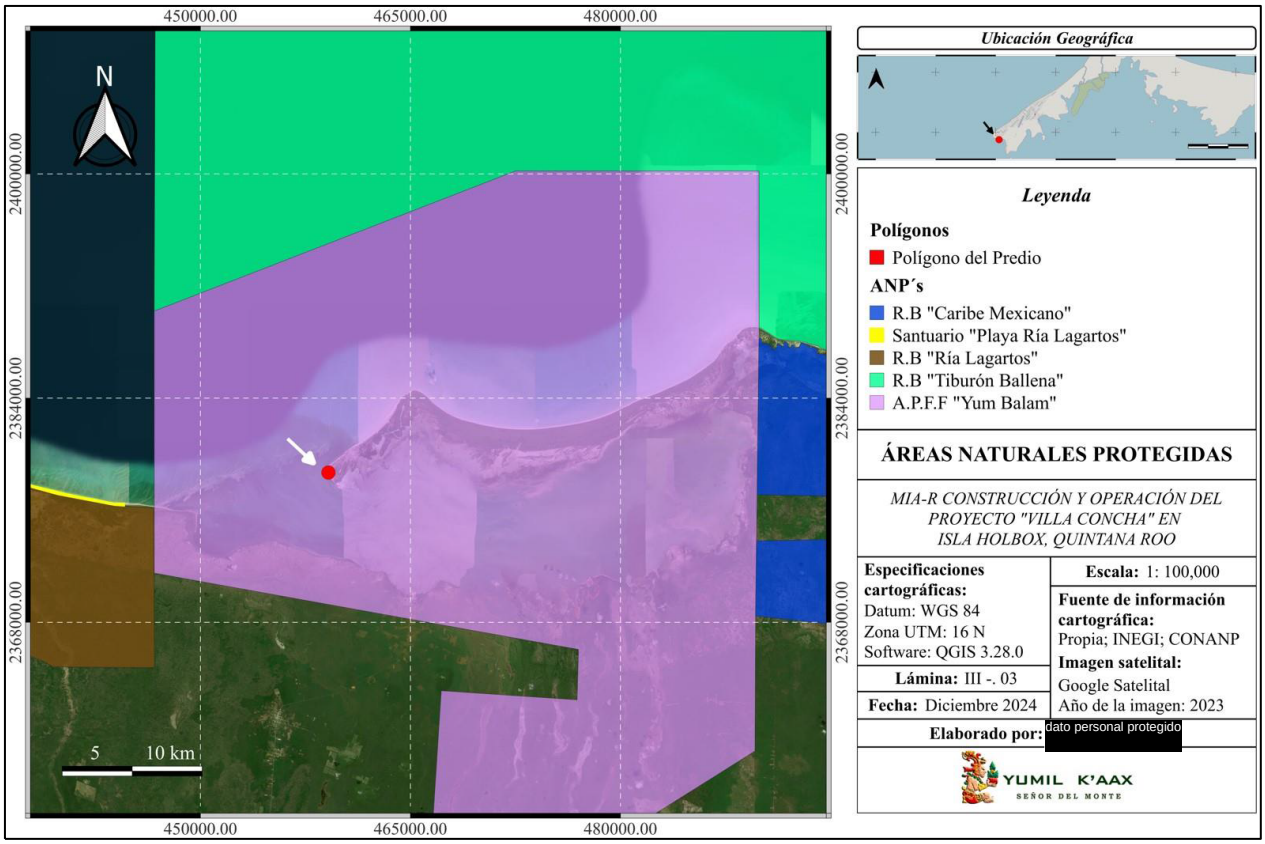


Lámina III.3 Ubicación del predio en el ANP APFF Yum Balam.

En cuanto al SAR del proyecto, se consideran dentro de los polígonos de la ANP, debido a que, con el desarrollo del proyecto, se producirán posibles afectaciones dentro de la zona urbanizada, por el tránsito de los vehículos, equipos y maquinarias a emplear para el proyecto, así como el manejo de residuos sólidos, líquidos y, en su caso, peligrosos. Cabe mencionar que, la isla cuenta con diferente infraestructura para cubrir la demanda de servicios básicos municipales de los habitantes y turistas.

Particularmente, el predio para el desarrollo del proyecto, queda dentro de la subzona Asentamientos Humanos Holbox. En esta subzona es permitido el desarrollo de actividades humanas y obras turísticas.

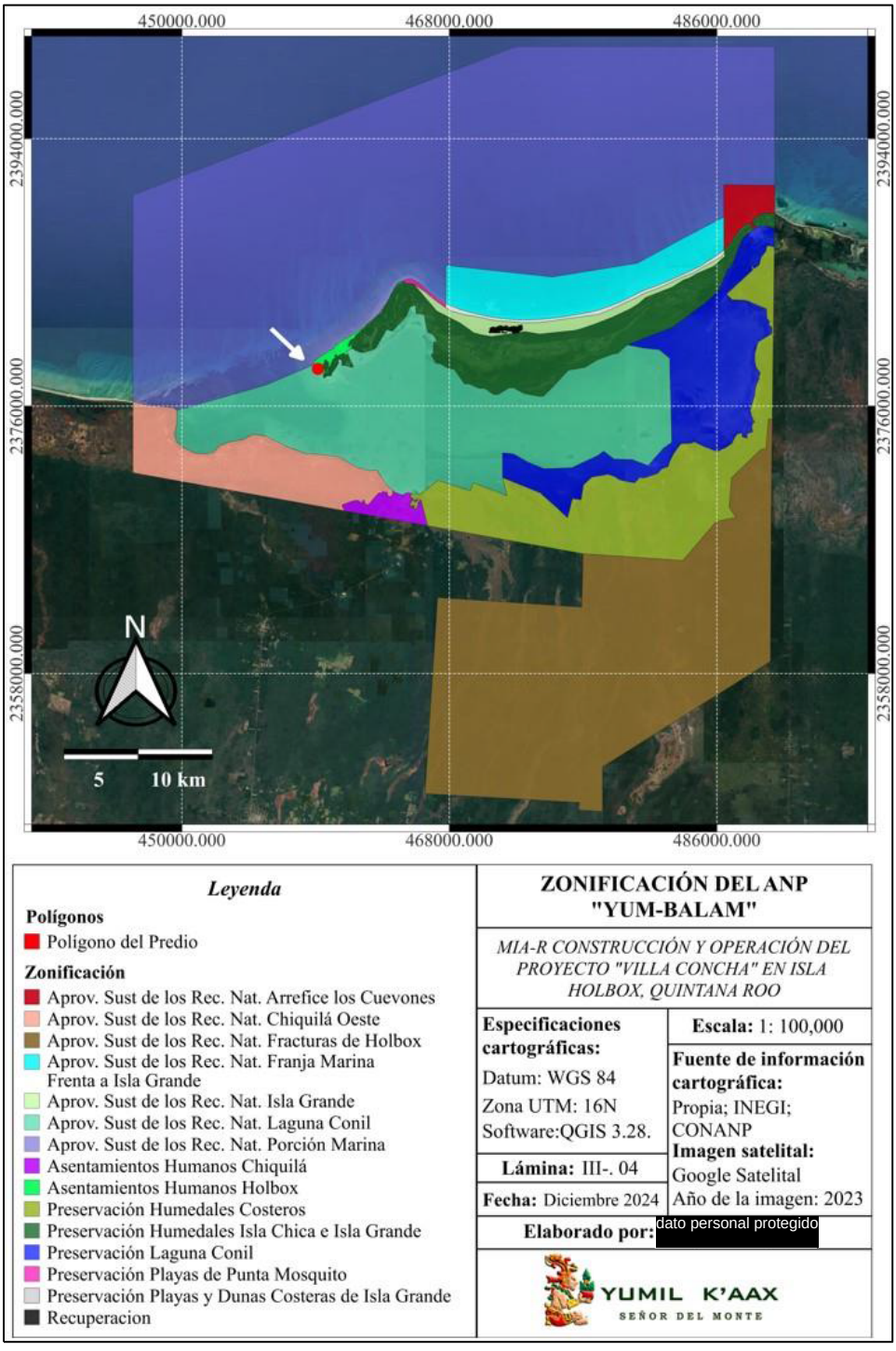


Lámina III.4. Subzonificación del ANP APFF Yum Balam.

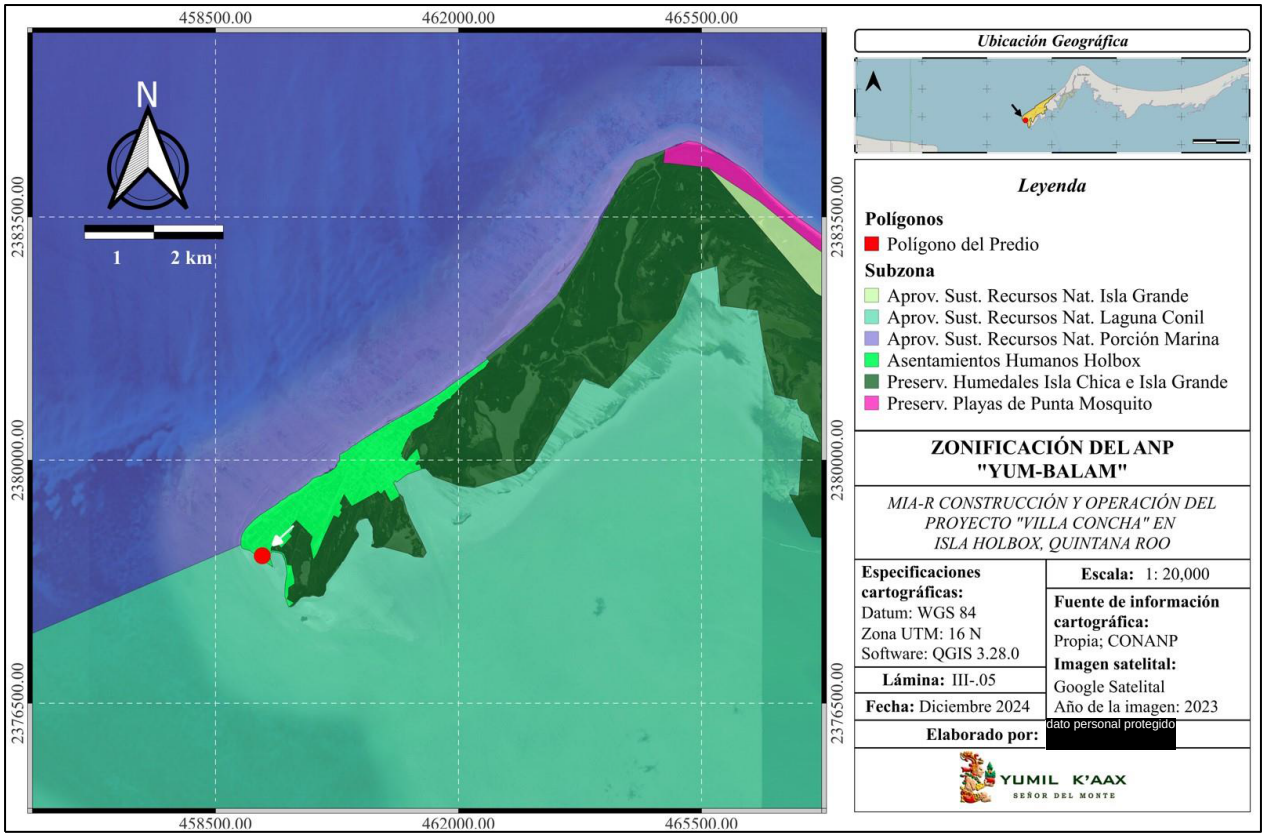


Lámina III.5. Ubicación del predio en la Subzonificación Asentamientos Humanos.

Subzona de Asentamientos Humanos Holbox

Esta Subzona está integrada por una superficie total de 212.0833 hectáreas, conformada por un polígono, correspondiente a la localidad de Holbox, establecida con anterioridad al Decreto de establecimiento del Área Natural Protegida. Las principales actividades en el núcleo urbano son los servicios de hospedaje y servicios de apoyo para la comunidad de Holbox, estacionamiento y transporte de víveres. 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 Yum Balam, y son arrastrados por las corrientes marinas, lo cual provoca impactos a la fauna silvestre, incluyendo a las tortugas marinas.

Asimismo, 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:

Tabla III.9. Subzona de Asentamientos Humanos Holbox.

Actividades permitidas	**Actividades no permitidas**
1. Campismo 2. Colecta científica ca de ejemplares de la vida silvestre. 3. Colecta científica de recursos biológicos forestales **4. Construcción de obra pública y privada** 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**	1. Destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies de vida silvestre 2. Alterar vestigios fósiles, arqueológicos o culturales 3. Apertura de bancos de material 4. Establecer sitios de disposición final de residuos sólidos 5. Establecimiento de campos de golf 6. Fragmentar el hábitat de anidación de tortugas o donde existan ecosistemas de manglares 7. Dañar o apropiarse de cualquier sistema 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 9. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos o cuerpos de agua

Actividades permitidas	**Actividades no permitidas**
	10. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas incluyendo las invasoras, así como las especies que se tornen ferales tales como perros y gatos 11. Introducir Organismos Genéticamente Modificados 12. Introducir recipientes o envases desechables 13. o no biodegradables, incluyendo PET y bolsas de plástico 14. Modificar la línea de costa, la remoción o movimiento de dunas, así como rellenar, verter aguas residuales o talar zonas de manglares o humedales 15. Remover, rellenar, trasplantar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema, de su 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 16. Tránsito de mascotas y animales domésticos, sobre la Zona Federal Marítimo Terrestre y la zona intermareal 17. 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 18. Usar explosivos 19. Utilizar reflectores y lámparas dirigidos hacia la Zona Federal Marítimo Terrestre, salvo para actividades de inspección y vigilancia 20. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de corriente o depósito de agua

De acuerdo con las actividades permitidas, el proyecto a desarrollar, "*Villa Concha*", es compatible con las obras que pueden establecerse en la subzona, debido a que el proyecto es de naturaleza privada, al consistir en la edificación de una residencia vacacional. Asimismo, se permite el mantenimiento de infraestructura y el uso de vehículos terrestres, actividades necesaria para llevar a cabo la obra de "*Villa Concha*", ya que se requiere el transporte de materiales de construcción, uso de maquinaria y, en etapa de operación, realizar actividades de mantenimiento de las instalaciones del proyecto.

A continuación, se presenta la vinculación con las reglas del Programa de Manejo del ANP.

Tabla III.10. Vinculación con las reglas establecidas en el programa de manejo de la reserva

Regla	Vinculación
Capítulo I Disposiciones generales	
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 mil 052-25-00 hectáreas	Debido a que el predio para el desarrollo del proyecto se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, el promovente se apegará al cumplimiento de las normas establecidas.
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	Se dará cumplimiento a las reglas establecidas en el presente programa, y se observará lo que las autoridades ambientales dispongan, para contribuir con la protección de los elementos naturales de la región y evitar generar desequilibrio ecológico a partir del desarrollo del proyecto propuesto.
Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes reglas administrativas, además de las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, se entenderá por: I. Actividades productivas sustentables. Son aquellas que su realización no implica modificaciones sustanciales de las características o condiciones naturales, no requiere del cambio de uso de suelo, no altera el hábitat, el desarrollo ni las relaciones de interdependencia entre dichos elementos naturales ni afecta negativamente su existencia, transformación y desarrollo. Para los efectos del presente Programa de Manejo se entenderá por tales: i. agricultura; II. acuacultura; III. apicultura; IV. ganadería estabulada o semiestabulada; V. aprovechamiento forestal; vi. unidades de manejo para la conservación de vida silvestre; VII. prestación de servicios turísticos que no requieran la instalación de infraestructura permanente; VIII. pesca de consumo doméstico, solamente con líneas de mano; IX. pesca deportivo-recreativa de captura y liberación, y x. pesca de langosta mediante el uso de trampas cubanas. II. Andadores. Aquellos que conectan la infraestructura que se desarrolle en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande con la ubicada en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande; que conectan los diferentes palafitos dentro de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande, y aquellos construidos en la Subzona de Asentamientos Humanos con la finalidad de dar acceso a la playa y, según corresponda, deben construirse en los términos establecidos en las Reglas Administrativas 78, 85, 86 y 97. III. APFF Yum Balam. El Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, ubicada en el municipio de Lázaro Cárdenas, en el estado de Quintana Roo, establecida mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 1994; IV. Buceo libre. Actividad en la que una persona combina la natación y observación de la vida silvestre subacuática, auxiliada por uno o más de estos equipos: visor, aletas, tubo con boquilla para respiración (snorquel), traje de neopreno o chaleco salvavidas. En esta actividad está incluida la conocida como apnea que consiste en la suspensión voluntaria de la respiración dentro del agua mientras se recorren distancias o se desciende a profundidad.	Para el desarrollo del proyecto se contemplan las definiciones dadas, de igual forma, para el diseño se contemplaron los criterios de leyes y reglamentos federales, así como las presentes reglas del programa de manejo. De acuerdo con estas definiciones, el promovente es un usuario de la reserva ya que se apega a lo establecido en la fracción XXVI, que a la letra dice: *Usuario. Persona física o moral que en forma directa o indirecta utiliza o se beneficia de los recursos naturales existentes en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.* En este caso, la villa a construir se establecerá en un predio dentro del ANP, en la subzona Asentamientos Humanos, aprovechando un espacio con suelo natural y beneficiándose de los servicios ambientales que proporciona la comunidad vegetal del predio. Cabe señalar que, no se realizarán actividades de aprovechamiento extractivo, tampoco se realizarán actividades lucrativas, ya que el uso de la residencia será particular para el goce de una familia, quienes ocuparán la vivienda principalmente en temporada de vacaciones. El mantenimiento de la villa se realizará a lo largo de todo el año, contratando personal encargado, el cual se empleará de residentes de Holbox. El mantenimiento evitará el deterioro de la villa y permitirá al promovente el conocer las condiciones de la casa a través del tiempo, para determinar si se requiere establecer nuevas estrategias y actividades de mantenimiento o, si las realizadas funcionarán con éxito. Asimismo, en caso de disturbio en el predio, se podrá informar al promovente sobre esto para que tome la mejor decisión de atender los problemas generados; en caso de implementar alguna nueva obra en la residencia, el promovente deberá solicitar la modificación del proyecto en cumplimiento con las disposiciones jurídicas en materia ambiental y apegándose a los procedimientos de evaluación del impacto ambiental. Cabe mencionar que, los ocupantes de la vivienda también son considerados visitantes de acuerdo con la definición de la fracción XXVII, que señala: *Visitante. Persona física que ingresa al Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, con la finalidad de realizar actividades recreativas y culturales sin fines de lucro.* Ya

Regla	Vinculación
V. Buceo autónomo. Inmersión en un cuerpo de agua, con tanque de aire comprimido y regulador, que permite la respiración subacuática, con el n de contemplar y conocer las riquezas naturales que habitan en este ambiente. También se conoce como SCUBA por sus siglas en inglés: Self Contained Underwater Breathing Apparatus (Dispositivo Autosuciente para Respirar Bajo el Agua); VI. Club de playa. Infraestructura no permanente de apoyo a la prestación de servicios turísticos en la playa, tales como sombrillas de sol, camastros, equipo para actividades deportivas, entre otros; VII. C. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; VIII. Dirección del Área Natural Protegida. Unidad Administrativa adscrita a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, encargada de administrar y manejar el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam; IX. Embarcaciones Mayores. Aquellas mayores a 12 metros de eslora; X. Embarcaciones Menores. Embarcaciones de hasta 12 metros de eslora incluyendo vehículos o aparatos sumergibles o anfibios, tablas de oleaje y sus equivalentes; XI. Guía de turista. Persona física que proporciona al turista nacional o extranjero, orientación e información profesional sobre el patrimonio turístico, cultural y atractivos del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, así como servicios de asistencia; XII. Instalaciones tipo palafito ara alojamiento de visitantes. Infraestructura de bajo impacto ambiental sostenida sobre pilares o estacas y que funcionan como unidades destinadas al hospedaje de visitantes y el personal de apoyo operativo, integradas por cuartos y suites en cuyo caso se dispondrá de máximo un baño por cada uno, y en su caso, por la disponibilidad de servicios complementarios como espacios sociales, restaurantes o piscinas; XIII. Infraestructura privada para usos habitacionales o turísticos. Toda obra material, construcción, o instalación necesaria para el desarrollo de una actividad económica o para que un lugar pueda ser habitado, incluyendo, en su caso, servicios básicos como la provisión de agua potable, el tratamiento de aguas residuales, electricidad y el manejo de residuos; XIV. Infraestructura pública. Toda obra material, construcción, o instalación necesaria para el desarrollo de una actividad económica, incluyendo, en su caso, servicios básicos como la provisión de agua potable, el tratamiento de aguas residuales, electricidad o el manejo de residuos, cuando sea financiada mediante recursos públicos o destinada a usos propios de la administración pública por autoridades de cualquiera de los tres órdenes de gobierno; XV. LGEEPA. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; XVI. Prestador de servicios turísticos. Persona física o moral que se dedica a la organización de grupos de visitantes, con el objeto de ingresar al Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, con fines recreativos y culturales y que requiere de la autorización que otorga la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas; XVII. P. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; XVIII. Sendero interpretativo. Es un pequeño camino o huella, establecido por la Dirección del Área Natural Protegida, que permite recorrer con facilidad un área determinada. Los senderos cumplen varias funciones: servir de acceso y paseo para los visitantes, ser un medio de desarrollo de actividades educativas y servir para los propósitos administrativos y de manejo del Área Natural Protegida	que ocupar la casa en ciertos periodos tiene la finalidad de realizar actividades de descanso y recreativas de sol y playa en todos los sitios permitidos de Holbox.

Regla	Vinculación
XIX. Sendero interpretativo piloteado. Son aquellos que se construyen para conectar infraestructura en tierra sin afectar los ecosistemas de duna costera; XX. SCT. Secretaría de Comunicaciones y Transportes; XXI. S Ganadería, a. Secretaría de Agricultura, Desarrollo y Alimentación; XXII. S Rural, . Secretaría de Marina; XXIII. S Pesca . Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; XXIV. Turismo de bajo impacto ambiental. Aquella modalidad turística ambientalmente responsable consistente en viajar o visitar espacios naturales del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, relativamente sin perturbar, con el n de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales de dichos espacios; así como cualquier manifestación cultural que pueda encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental e induce un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales, tales como: buceo; campismo; ciclismo; kayak; kite surf; observación de ora y fauna; observación y nado con tiburón ballena; paddle board; pesca deportivo recreativa de captura y liberación; recorridos en vehículos terrestres y acuáticos, motorizados o no motorizados para la observación de ora y fauna; senderismo; tablas motorizadas de surf, y m. wind surf. XXV. UMA. Unidades de manejo para la conservación de vida silvestre: Los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen; XXVI. Usuario. Persona física o moral que en forma directa o indirecta utiliza o se beneficia de los recursos naturales existentes en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, y XXVII. Visitante. Persona física que ingresa al Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, con la finalidad de realizar actividades recreativas y culturales sin fines de lucro.	
Regla 4. Los visitantes, prestadores de servicios turísticos y usuarios, en su caso, del APFF Yum Balam deberán cumplir con las presentes reglas administrativas, y tendrán las siguientes obligaciones: I. cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos; II. hacer uso exclusivamente de las rutas o senderos interpretativos establecidos para recorrer el APFF Yum Balam; III. respetar las rutas, boyas, balizas, señalización y la subzonicación del APFF Yum Balam; IV. atender las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección del Área Natural Protegida o de la P, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma; V. brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la C y la P realice labores de supervisión, inspección, vigilancia, protección y control, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia, y VI. Hacer del conocimiento del personal de la Dirección del Área Natural Protegida o de la P, las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el área.	Los ocupantes de la villa, considerando usuarios y visitantes, cubrirán la cuotas de pagos de derechos requeridos. Para el trámite de la evaluación del impacto ambiental de la MIA-R del proyecto, se realizó el correspondiente pago de derechos. Además, cada que se ingrese a la isla, en la base marítima desde donde sale el ferry, en Chiquilá, se cobra un derecho de sanidad ambiental, a cargo del municipio de Lázaro Cárdenas, por el ingreso al ANP APFF Yum Balam. Para el diseño del proyecto se contempló lo establecido en el programa de manejo de la reserva y lo dispuesto en las leyes y reglamentos federales y estatales para garantizar el desarrollo de un proyecto compatible con el sitio de desplante, contribuyendo así con la protección del ecosistema y recursos naturales de Holbox.
Regla 5. La Dirección del Área Natural Protegida podrá solicitar a los visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se describe con la finalidad de hacer recomendaciones en materia de residuos sólidos y protección de los elementos naturales existentes en el área, así como para obtener información que se utilice en materia de protección civil y protección al turista: a. descripción de las actividades a realizar; b. tiempo de estancia; c. lugares a visitar, y d. origen del visitante.	El promovente otorgará la información que le sea solicitada por la dirección del ANP. Cabe mencionar que, aplicará medidas de mitigación y prevención de impactos, tales como el manejo integral de residuos generados. Asimismo, mediante el trámite de la autorización de impacto ambiental, a través de la MIA-R del proyecto, se hace del conocimiento del proyecto y sus características a la Dirección del ANP APFF Yum Balam.

Regla	Vinculación
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	Para el proyecto se presenta un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que establece de forma más detallada el manejo, separación, valorización, acopio temporal y transferencia de todo residuo que se produzca durante el desarrollo del proyecto; los residuos tendrán una disposición final apegado a la normativa y reglas vigentes. Los residuos generados serán acopiados temporalmente dentro del predio en contenedores con tapa en la preparación del sitio y la construcción; las aguas negras serán acopiadas en sanitarios portátiles para evitar la contaminación del suelo, y su mantenimiento estará a cargo de una empresa arrendadora de las unidades para garantizar que no se verterán dichos residuos a ningún cuerpo de agua o área natural de la reserva. En etapa de operación, se hará uso de contenedores con tapa para acopio de residuos sólidos, os cuales se transferirán al tiradero de la isla mediante convenio con las autoridades encargadas de la recoja de basura en la isla; las aguas residuales del uso de baños y cocina se enviarán a un biodigestor, donde se tratarán los residuos líquidos para evitar su dispersión en el suelo o cuerpos de agua cercanos, los lodos generados con el uso del biodigestor pueden ser tratados con cal y enviados al tiradero municipal de residuos, de acuerdo con las especificaciones del uso de biodigestor, el cual cumple con normas oficiales para su elaboración, garantizando un equipo adecuado para prevenir la contaminación del medio en el que se establezca.
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 P.	El promovente del proyecto, una vez que la obtenga, presentará la autorización en materia de impacto ambiental ante las autoridades correspondientes cada que le sea requerido, durante la construcción y operación del proyecto "*Villa Concha*".
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.	El proyecto dará cumplimiento a esta regla apegándose al Decreto de creación de la APFF Yum Balam, al Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y demás disposiciones jurídicas aplicables. Asimismo, el proyecto se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para obtener la autorización de ejecución del proyecto "*Villa Concha*", lo cual ampare que la obra da cumplimiento a las disposiciones jurídicas aplicables y a lo establecido en el programa de manejo.
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.	El proyecto no consiste en un hotel, sin embargo, debido a que durante la construcción y operación del proyecto se generarán residuos, se realizará la separación de los mismos de acuerdo con el tipo de residuos generados (orgánico e inorgánico, de manejo especial o peligroso). Además, a través del Programa de Manejo Integral de Residuos, se establecen las estrategias para reducir la generación de residuos y su valorización de aquellos susceptibles de reciclaje y reúso. Los residuos se mantendrán en acopio temporal dentro del predio o la villa, y no podrán ser depositados en sitios naturales, cuerpos de agua o comunidades vegetales, en este sentido, solo podrán disponerse donde las autoridades señalen, para ello, se realizará la contratación del servicio

Regla	Vinculación
	de recolecta de basura de la isla, mediante el cual se llevan los residuos al sitio de transferencia de la isla (tiradero local).
Capítulo II De los permisos, autorizaciones, concesiones y avisos	
Regla 10. Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades: I. II. III. Actividades turístico-recreativas dentro de áreas naturales protegidas, en todas sus modalidades; Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales en áreas naturales protegidas, y Actividades comerciales dentro de áreas naturales protegidas.	Con el desarrollo del proyecto no se pretende realizar actividades comerciales. La obtención de imágenes será de uso particular de los usuarios de la villa y sin fines de lucro. En caso de tener interés de desarrollar alguna actividad comercial, el promovente deberá notificar y obtener autorización ante la CONANP.
Regla 11. La vigencia de las autorizaciones señaladas en la Regla anterior será: I. Hasta por dos años, para la realización de actividades turístico-recreativas; III. Monitoreo sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo; IV. Filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que requieran de equipos compuestos por más de un técnico especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal, e V. Investigación con colecta o manipulación de ejemplares de ora y fauna silvestre. Independientemente del aviso a que se refiere la presente fracción, el interesado deberá contar con la autorización correspondiente en términos de la Ley General de Vida Silvestre.	Para el desarrollo del proyecto no se llevarán a cabo actividades comerciales o lucrativas. En caso del interés de realizar alguna actividad listada en la presente regla, el promovente deberá solicitar autorización correspondiente ante la CONANP y apegarse a las reglas y tiempos de vigencia de las autorizaciones.
Regla 15. Se requerirá la autorización emitida por SEMARNAT, a través de sus distintas Unidades Administrativas, para la realización de las siguientes actividades, de conformidad con las disposiciones legales aplicables: I. Aprovechamiento de recursos forestales maderables en terrenos forestales o preferentemente forestales; II. Aprovechamiento de recursos forestales no maderables; III. Aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre; IV. Aprovechamiento no extractivo de vida silvestre; V. Aprovechamiento para fines de subsistencia (vida silvestre); VI. Colecta de recursos biológicos forestales; VII. Colecta de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, en todas sus modalidades; VIII. Manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, dentro de UMA; IX. Obras y actividades que requieren de presentación de una manifestación de impacto ambiental; X. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y XI. Registro de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	Debido a la ubicación del predio, dentro del ANP APFF Yum Balam y por estar en un ecosistema costero, el proyecto a desarrollar requiere autorización en materia de impacto ambiental, emitido por la autoridad de competencia federal de acuerdo con lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Por lo anterior, se da inicio al trámite de evaluación del impacto ambiental para obtener la correspondiente autorización emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por conducto de la Dirección General de Impacto y Riesgo ambiental (DGIRA).
Regla 16. Los interesados en realizar actividades productivas vinculadas a la pesca comercial y deportivo recreativa deberán contar con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y, en su caso, con la autorización de la S de acuerdo con el Artículo 88, Fracción VI del Reglamento de la LGEEPA en Materia de áreas naturales protegidas.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla.
Regla 17. Se requerirá de concesión o permiso por parte de la SEMARNAT para el uso, aprovechamiento o realización de obras e instalaciones en la superficie de la Zona Federal Marítimo Terrestre.	El proyecto se establecerá dentro de un predio particular, en este sentido, no se realizará ninguna construcción u obra en Zona Federal Marítimo Terrestre.
Regla 18. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua para la realización de las siguientes actividades	Para el desarrollo del proyecto no se prevé el aprovechamiento de aguas superficiales o subterráneas de la región. Para la obtención de agua potable, se hará empleo de pipas que transporten dicho recurso; durante la operación de la casa, se llenará la cisterna mediante

Regla	Vinculación
I. II. Aprovechamiento de aguas superficiales, y Aprovechamiento de aguas subterráneas, conforme a lo previsto por los artículos 18, primer párrafo y 42, fracción I de la Ley de Aguas Nacionales	una toma de agua a la cual se conectará la pipa para el vaciado de agua potable; para la alberca no se requiere el uso de pozo de extracción, ya que, actualmente en el mercado existe el servicio ampliamente distribuido de llenado de albercas mediante pipas; el agua de las albercas con un buen mantenimiento se pueden prolongar de 1 a 5 años, y su vaciado también requiere de un servicio particular, mediante el cual se retira el agua con pipa y se transporta hasta un sitio de tratamiento y posterior disposición final en lugares autorizados para la empresa que preste el servicio. De este modo, se garantiza que durante el desarrollo del proyecto no se realizará aprovechamiento o extracción de aguas superficiales o subterráneas de la zona.
Regla 19. En caso de vertimientos en el mar, se deberá contar con la autorización de la S y para construir y usar muelles, embarcaderos y atracaderos, se requiere obtener permiso de la SCT.	El desarrollo del proyecto no contempla la construcción de muelles, embarcaderos o atracaderos. Todas las obras del proyecto se establecerán dentro del predio particular del promovente en superficie terrestre. Asimismo, no se realizarán vertimientos de ningún tipo en el mar.
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	Para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental, el promovente ingresa la correspondiente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, ante la DGIRA, con sus respectivos anexos para dar inicio al trámite de evaluación del impacto ambiental y determinar la viabilidad del proyecto.
Capítulo III De las actividades turístico-recreativas	
Regla 21. Los prestadores de servicios turísticos que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro del APFF Yum Balam deberán cerciorarse de que su personal y los visitantes que contraten sus servicios, cumplan con lo establecido en las presentes Reglas y, en la realización de sus actividades serán sujetos de responsabilidad en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas que resulten aplicables. La Dirección del Área Natural Protegida no se hará responsable por los daños que sufran los visitantes o usuarios en sus bienes, equipos o integridad física, ni de aquellos causados a terceros, durante la realización de sus actividades dentro de la misma. Asimismo, los prestadores de servicios turísticos serán responsables de que las personas que contraten sus servicios se lleven consigo los residuos generados, o en su caso, el prestador se hará responsable de su disposición final fuera del Área Natural Protegida	El proyecto es una obra privada que consiste en la construcción y operación de una residencia vacacional para uso particular de una familia. Por ello no se prevé desarrollar actividades turísticas, es decir, no se brindarán servicios del sector turismo.
Regla 22. Los prestadores de servicios turísticos deberán contar con un seguro de responsabilidad civil y de daños a terceros, con la finalidad de responder a cualquier daño o perjuicio que sufran en su persona o en sus bienes los visitantes, así como de los que sufran los vehículos y equipo, o aquellos causados a terceros durante su estancia y desarrollo de actividades en el APFF Yum Balam.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla.
Regla 23. El uso turistico-recreativo dentro del APFF Yum Balam se llevará a cabo bajo los criterios establecidos en el presente Programa de Manejo y siempre que: I. II. No se provoque una afectación significativa a los ecosistemas; Promueva la educación ambiental; III. Preferentemente tengan un beneficio directo para los pobladores locales; IV. La infraestructura requerida sea acorde con el entorno natural del APFF Yum Balam, y V. Se respeten los caminos y rutas de navegación y se atiendan los límites de velocidad, así como estacionar o fondear los vehículos en los lugares establecidos para tal efecto.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. Sin embargo, los ocupantes de la casa deberán respetar los criterios de control y reglas del presente programa, durante su estancia en la isla y empleo de servicios turísticos.

Regla	Vinculación
Regla 24. Los prestadores de servicios turísticos deberán designar un guía por cada grupo de visitantes, de preferencia locales, quien será responsable del comportamiento del grupo y quien deberá contar con conocimientos básicos sobre la importancia y conservación del APFF Yum Balam y cumplir con lo establecido por las siguientes Normas Oficiales mexicanas y sus actualizaciones, según corresponda: I. NOM-08-T-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural; II. NOM-09-T-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas; III. NOM-011-T-2001, Requisitos de seguridad, información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios de turismo de aventura, y IV. NOM-012-T-2016, Para la prestación de servicios turísticos de buceo.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla.
Regla 25. Dentro del APFF Yum Balam los prestadores de servicios turísticos deberán realizar sus actividades en los términos previstos en la autorización correspondiente, informar a los turistas que están ingresando a un Área Natural Protegida, en la cual se desarrollan acciones para la conservación de la biodiversidad y en general de los recursos naturales, así como hacer de su conocimiento la importancia de su conservación y la normatividad que deberán cumplir durante su estancia.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla.
Regla 26. Las embarcaciones destinadas a los servicios turísticos de buceo, deben contar con los elementos y equipo de seguridad señalados a continuación: un botiquín de primeros auxilios, equipo de oxigenoterapia, agua potable suficiente, boyas y banderas que indiquen los sitios de buceo al público.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla.
Regla 27. Durante las actividades de buceo, no se deberán emplear cuchillos, navajas, lámparas, bang sticks, ballestas, arpones, pistolas con arpón, o cualquier otro dispositivo, arma o artefacto que pueda causar un daño a la fauna del APFF Yum Balam.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. En caso de que los ocupantes de la villa realicen alguna actividad de buceo por medio del servicio turístico de terceros, deberán seguir las indicaciones y respetar la reglas contenidas en este programa para garantizar la protección de la fauna de la reserva.
Regla 28. La realización de actividades de buceo libre y autónomo dentro del APFF Yum Balam, se sujetará a lo siguiente: I. Únicamente el guía de buceo podrá portar cuchillo; II. Queda prohibido el uso de guantes; III. No se permite tocar a los corales y/o a la biota asociada; IV. Para realizar buceo autónomo es obligatoria la supervisión de un instructor de buceo acreditado; V. Las embarcaciones deberán estar sujetas a las boyas de amarre, bajo la responsabilidad de la tripulación; VI. El número máximo permitido de buzos por instructor de buceo autónomo es de ocho, y VII. Se deberá mantener una distancia no menor de dos metros de las formaciones coralinas.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. En caso de ocupar el servicio de buceo, a través de prestadores de servicios de la isla, el promovente y los usuarios de la villa deberán respetar las reglas contenidas en el programa de manejo y dar estricto cumplimiento a las indicaciones de los guías de turismo.
Regla 29. Para seguridad de los turistas y de los ejemplares de tiburón ballena, la actividad de observación solo podrá realizarse mediante embarcaciones menores y cubriendo las especificaciones que señalen las autoridades portuarias; asimismo, deberán operar en condiciones óptimas mecánicas y de seguridad en la navegación. La actividad deberá realizarse de conformidad con los términos y condicionantes establecidos en la autorización correspondiente otorgada por la autoridad ambiental.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. En caso de que los ocupantes de la villa acudan al servicio de observación de tiburón ballena, deberán dar cumplimiento a lo dispuesto en el programa de manejo de la reserva y a las indicaciones de los prestadores del servicio.
Regla 30. Con la finalidad de conservar y evitar la perturbación de los especímenes de tiburón ballena, especie considerada a nivel internacional como vulnerable, las actividades de observación y nado con dicha especie dentro del APFF Yum Balam, se sujetarán a lo siguiente: I. Se podrán realizar las actividades solamente medias. hora después de la salida del sol y hasta las 14:00 horas; II. III. La	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. En caso de que los ocupantes de la villa acudan al servicio de observación de tiburón ballena, deberán dar cumplimiento a lo dispuesto en el programa de manejo de la reserva y a las indicaciones de los prestadores del servicio.

Regla	Vinculación
velocidad máxima de desplazamiento de las embarcaciones en el área de agregación del tiburón ballena será menor a tres nudos o sin levantar oleaje; El acercamiento de la embarcación al tiburón ballena deberá realizarse por detrás y paralelo a este, a una distancia no menor al largo de la eslora de la embarcación. En ningún caso se deberá obstruir el paso del animal; IV. El capitán de la embarcación deberá apagar o mantener en neutral el motor para permitir a los turistas que desciendan y se acerquen nadando al ejemplar; V. Para realizar la actividad, los nadadores o buzos, deberán ser acompañados por un guía acreditado; VI. Los guías se asegurarán de que los turistas conozcan las reglas y las características sobre la especie y su hábitat, previo al nado con el tiburón ballena; VII. Se permite un máximo de dos turistas acompañados de un guía, por ejemplar, al mismo tiempo en el agua; VIII. Es obligatoria la utilización de chalecos salvavidas o traje de neopreno para todos los usuarios; IX. No está permitido el contacto físico con el ejemplar; los nadadores o buzos se mantendrán a una distancia mayor a dos metros de este; X. Los nadadores deberán deslizarse de la embarcación y procurar no hacer ruido cuando entren al agua, y XI. Solo podrá permanecer una embarcación por ejemplar de tiburón ballena. Cualquier otra embarcación que desee observar al tiburón ballena, deberá esperar a que la primera termine con sus actividades, otorgándole un plazo de 30 minutos y esperando a una distancia de 50 metros, o si ambas embarcaciones lo acuerdan, podrán alternarse en la realización de la actividad con el ejemplar, manteniendo la relación de solo dos turistas y un guía en el agua acompañando al tiburón.	
Regla 31. Durante la realización de actividades de observación y nado con tiburón ballena queda prohibido: I. Tocar, montar y/o restringir el comportamiento o movimiento normal del tiburón ballena; II. Tomar fotografías con fiash; III. Utilizar motores de propulsión para nadar cerca del tiburón ballena; IV. Acosar o dañar de cualquier forma a los tiburones ballena; V. Colectar, capturar, cazar, retener o apropiarse del tiburón ballena. VI. El uso de equipo extra por los permisionarios, nadadores o buzos, con la finalidad de seguir a los tiburones, tales como scooters, lanchas rápidas o equipo SCUBA, y VII. Realizar actividades de pesca de especies asociadas con el ejemplar sujeto de observación.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. En caso de que los ocupantes de la villa acudan al servicio de observación de tiburón ballena, deberán dar cumplimiento a lo dispuesto en el programa de manejo de la reserva y a las indicaciones de los prestadores del servicio.
Regla 32. De acuerdo al "Estudio de capacidad de carga de la actividad turístico–recreativa de observación y nado con Tiburón Ballena (Rhincodon typus) en la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena y en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y sus zonas de inuencia", el número máximo de embarcaciones que podrán realizar recorridos turísticos al día dentro del Área Natural Protegida será 160, con un número máximo de 1 mil 350 visitantes diarios.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. En caso de que los ocupantes de la villa acudan al servicio de observación de tiburón ballena, deberán dar cumplimiento a lo dispuesto en el programa de manejo de la reserva y a las indicaciones de los prestadores del servicio.
Regla 33. Durante las actividades de nado con equipo de orientación en la zona de corales y rocas el responsable de la embarcación se ajustará a lo siguiente: I. Realizar la actividad cuando el viento no sobrepase los 25 km/hr; II. La actividad únicamente se realizará con fines de observación y nado; III. Seguir, en su caso, los senderos interpretativos diseñados y colocados para tal n; IV. La utilización de chalecos salvavidas será obligatorio para todos los usuarios; chaleco o traje de neopreno mayor a cuatro milímetros para el caso de los guías o conductor de grupos, no se podrá usar en substitución el otador de cintura; V. Mantener una distancia mínima de tres metros de las formaciones coralinas; VI. Solo se permitirá un máximo de cuatro usuarios por	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. En caso de que los ocupantes de la villa acudan al servicio de nado en zona de corales, deberán dar cumplimiento a lo dispuesto en el programa de manejo de la reserva y a las indicaciones de los prestadores del servicio.

Regla	Vinculación
cada guía o conductor de grupo en el agua; VII. Queda prohibido pisar, romper o tocar los corales con las manos o aletas; VIII. Durante las actividades en el agua, no se deberán emplear guantes, cuchillos, navajas, lámparas, bang sticks, ballestas, arpones, pistolas con arpón o cualquier otro dispositivo, arma o artefacto que pueda causar un daño a la fauna; IX. Queda prohibido remover o extraer cualquier objeto y organismo vivo o muerto, y X. No se permite ningún tipo de pesca.	
Regla 34. Con la finalidad de mantener los valores naturales de los sitios de anidación y reproducción de aves silvestres e impedir cualquier perturbación que modifique sus hábitos dentro del APFF Yum Balam, la observación de las mismas se sujetará a lo siguiente: I. La observación de aves solo puede realizarse durante el día; II. Los visitantes y prestadores de servicios no podrán acercarse a menos de 30 metros del sitio o de los árboles utilizados por las aves; III. Cuando la observación se lleve a cabo desde embarcaciones los visitantes y prestadores de servicios no podrán descender de las mismas, a menos que el sitio tenga muelle o torre de observación de aves; IV. Los visitantes y prestadores de servicios no podrán acercarse a menos de 50 metros de las colonias de flamencos; V. El acercamiento hasta las distancias establecidas en las fracciones II y IV de la presente Regla tiene que realizarse a paso lento, sin hacer movimientos bruscos o emitir sonidos que puedan perturbar a las aves, tampoco podrán arrojarse objetos y en el caso de embarcaciones estas deberán permanecer con el motor apagado durante el tiempo de observación; VI. Los visitantes y prestadores de servicios no podrán capturar algún ejemplar de aves o sus crías, y VII. En ningún caso se realizará la observación de aves desde vehículos aéreos	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. En caso de que los ocupantes de la villa acudan al servicio de observación de aves, deberán dar cumplimiento a lo dispuesto en el programa de manejo de la reserva y a las indicaciones de los prestadores del servicio.
Regla 35. Con la finalidad de mantener los valores naturales de los sitios de anidación y reproducción de aves silvestres e impedir cualquier perturbación que modifique sus hábitos dentro del APFF Yum Balam, se prohíbe la realización de sobrevuelos a una altitud menor de los 500 metros	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla.
Regla 36. Durante la observación de cocodrilos dentro del polígono del APFF Yum Balam, los prestadores de servicios autorizados se sujetarán a las siguientes prohibiciones: I. No acercarse a menos de 10 metros del cocodrilo; II. No realizar movimientos bruscos o arrojar objetos que provoquen el movimiento de los cocodrilos, y III. No tocar o capturar algún ejemplar de cocodrilo o de sus crías. Durante la observación nocturna de cocodrilos, además se deberá evitar: I. La utilización de equipos de alumbrado de alto poder.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. En caso de que los ocupantes de la villa acudan al servicio de observación de cocodrilos, deberán dar cumplimiento a lo dispuesto en el programa de manejo de la reserva y a las indicaciones de los prestadores del servicio.
Regla 37. Durante la realización de actividades de pesca deportivo-recreativa, se deberá observar la Norma Oficial Mexicana NOM-017-Pesc-1994, Para regular las actividades de pesca deportiva-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos y demás disposiciones legales aplicables	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla.
Capítulo IV De los visitantes	
Regla 38. Los visitantes que deseen ingresar al APFF Yum Balam, con el n de desarrollar actividades recreativas, podrán como una opción para el mejor desarrollo de dichas actividades, contratar los servicios de guías locales de las comunidades asentadas en el área, quienes fungirán como responsables y asesores de los grupos.	Los ocupantes de la casa, durante su estancia en la isla, solicitarán los servicios de guías locales y empresas asentadas en la isla.
Regla 39. Los visitantes deberán cumplir con las Reglas contenidas en el presente instrumento y tendrán las siguientes obligaciones: I. No dejar materiales que impliquen riesgo de incendios para el APFF Yum Balam; II. No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (disturbios auditivos, molestar, remover, extraer, retener,	Los visitantes o residentes de la villa se apegarán a las normas y reglamentos ya establecidas en el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Cabe mencionar que, para la construcción y operación de la villa se establecieron medidas de

Regla	Vinculación
colectar, destruir, alterar o apropiarse de vida silvestre y sus productos, apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural), y III. El embarque y desembarque se realizará únicamente en los muelles o instalaciones construidas para tal n.	prevención y mitigación de impactos ambientales, para contribuir con la protección de elementos naturales de la isla.
Regla 40. Los vehículos de los visitantes deberán transitar exclusivamente por las rutas y senderos existentes, siempre que no se provoquen perturbaciones a la fauna silvestre, así como estacionarse exclusivamente en los lugares destinados para tal efecto.	Se llevará a cabo el uso de vialidades existentes en la localidad, las cuales son de uso común y frecuente, además de estar desprovistas de vegetación.
Regla 41. Las fogatas podrán realizarse únicamente en aquellas subzonas donde no estén prohibidas y utilizando madera muerta o leña recolectada. Cualquier usuario que encienda alguna fogata deberá seguir el procedimiento y las medidas siguientes: I. Elegir un área que se encuentre libre de vegetación para evitar que el fuego pueda propagarse tanto en el plano horizontal como en el vertical; II. Limpiar el lugar donde se hará la fogata hasta el suelo mineral, en un radio no menor a un metro; III. Colocar piedras para evitar que la leña pueda rodar y alcanzar vegetación circundante y la posibilidad de iniciar un incendio; IV. Cuando se deje de usar la fogata se deberá apagar completamente, y V. Cuando a pesar de la adopción de las anteriores medidas el fuego se propague a la vegetación forestal, se deberá recurrir al auxilio de la Dirección del Área Natural Protegida y autoridades competentes, para detener el avance del incendio y extinguirlo.	No se prevé el empleo de fogatas para la construcción del proyecto. En la etapa de operación y mantenimiento se contará con terraza acondicionada para estancia y actividades de relajación; en esta área podrá realizarse el encendido de una fogata considerando todas las indicaciones de la primera regla. Actualmente en el mercado existen equipos que permiten encender una fogata sin necesidad de disponer material o el fuego directamente en el suelo. Durante el uso de la fogata se debe asegurar tomar las medidas de prevención de incendios; la terraza no se encontrará al lado del manglar para evitar posibles accidentes con el fuego.
Capítulo V De la investigación científica	
Regla 42. Todo investigador que ingrese al APFF Yum Balam con el propósito de realizar colecta con fines científicos deberá notificar a la Dirección del Área Natural Protegida sobre el inicio de sus actividades, de conformidad con lo establecido en la fracción V de la Regla 14, adjuntando una copia de la autorización con la que se cuente. Asimismo, deberá informar del término de sus actividades y hacer llegar a la Dirección del Área Natural Protegida una copia de los informes exigidos en dicha autorización. **Regla 43.** Quienes realicen actividades de colecta científica dentro del APFF Yum Balam, deberán destinar al menos un duplicado del material biológico colectado a instituciones o colecciones científicas mexicanas, en términos de lo establecido por la Ley General de Vida Silvestre. **Regla 44.** Para el desarrollo de colecta e investigación científica en el APFF Yum Balam, los investigadores deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva, así como a lo previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM-126-Semarnat-2000, Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de ora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional y demás disposiciones legales aplicables. **Regla 45.** Los investigadores que como parte de su trabajo requieran extraer del APFF Yum Balam, ejemplares de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales, deberán contar con la autorización por parte de las autoridades correspondientes, de acuerdo con la legislación aplicable en la materia. **Regla 46.** La colecta científica, tanto de vida silvestre como de recursos biológicos forestales podrá realizarse previo consentimiento expreso e informado del propietario o poseedor legítimo del sitio donde se pretenda realizar, con apego a las disposiciones jurídicas correspondientes.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. Cabe mencionar que, durante la obtención de datos para la elaboración de la MIA-R no se realizó la colecta de ningún individuos de vida silvestre. La obtención de datos se realizó con observaciones directas y con apoyo de cámaras fotográficas para el registro de individuos de flora y fauna silvestre. Asimismo, se transitó por lugares permitidos para su acceso, respetando las subzonas de protección, las cuales no serán afectadas por el desarrollo de proyecto. Las actividades presentadas en la MIA-R, realizadas por equipos técnicos especializados, se llevaron a cabo únicamente para la generación de información útil para la autoridad ambiental, quien podrá hacer uso de esta para la resolución y emisión de la autorización en materia de impacto ambiental. No se realizaron actividades con fines de investigación de alguna institución pública o privada.

Regla	Vinculación
Regla 47. En el caso de organismos capturados incidentalmente, éstos deberán ser liberados en el sitio de la captura.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El desarrollo del proyecto no contempla la captura de ningún ejemplar de fauna silvestre.
Capítulo VI De las embarcaciones	
Regla 48. Las embarcaciones que ingresen al APFF Yum Balam deben funcionar en óptimas condiciones mecánicas y de seguridad, así como cumplir con las disposiciones de la SCT, conforme a lo indicado en el Certificado Nacional de Seguridad Marítima correspondiente. Tratándose de embarcaciones extranjeras estas deben cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia.	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.
Regla 49. En los canales, áreas de anidación de aves acuáticas y áreas de buceo, la velocidad máxima será de tres nudos, o aquella que reduzca al mínimo los efectos del oleaje sobre la orilla y no provoque suspensión de sedimentos del fondo.	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.
Regla 50. No podrán realizarse actividades de limpieza de las embarcaciones, así como reparaciones en los cuerpos de agua.	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.
Regla 51. La navegación deberá realizarse fuera de los sitios donde existan estructuras arrecifales. Cualquier embarcación que encalle en los arrecifes deberá ser reportada a la Dirección del Área Natural Protegida, PROFEPA o Semar, para que se determine la forma en que será rescatada causando el menor daño a las formaciones arrecifales atendiendo a los lineamientos y disposiciones jurídicas en la materia.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla.
Regla 52. En caso de la reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, deberá evitarse el vertimiento de los mismos en los cuerpos de agua del APFF Yum Balam, a n de prevenir daño a los ecosistemas.	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.
Regla 53. Los dueños o poseedores de embarcaciones y los prestadores de servicios que circulen dentro del polígono del APFF Yum Balam, instrumentarán a bordo de sus embarcaciones el uso de trampas para grasas u otros mecanismos similares, para evitar que las aguas de las sentinas se mezclen con los combustibles, grasas y aceites y sean vertidas en el área.	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.
Regla 54. Las embarcaciones que posean servicio de sanitarios, deberán contar con contenedores para aguas residuales. Es responsabilidad de los prestadores de servicios descargar las aguas residuales y desperdicios orgánicos de comida, en los sitios que para tal efecto destinen las autoridades competentes.	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.
Regla 55. El anclaje solo se permitirá en fondo arenoso y la embarcación deberá quedar fija al fondo para evitar el garreo de la misma; bajo ninguna circunstancia en áreas de arrecifes, de acuerdo con las actividades permitidas para cada subzona. En la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Arrecife Los Cuevones las embarcaciones no podrán anclarse, debiéndose amarrar en las boyas establecidas para tal fin	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.
Capítulo VII De los usos y aprovechamientos	
Regla 56. La extracción de látex o chicle del zapote o chicozapote (Manilkara zapota) podrá realizarse por las comunidades locales o con su participación y que sean estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.
Regla 57. El aprovechamiento de subsistencia en el APFF Yum Balam se podrá llevar a cabo por los pobladores de dicha Área Natural Protegida, siempre y cuando no se ocasionen daños permanentes a los individuos o poblaciones, de conformidad con las disposiciones legales aplicables	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla.
Regla 58. Las actividades pesqueras solo se podrán realizar en las subzonas establecidas para tal efecto y sobre las especies y con las	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.

Regla	Vinculación
artes de pesca autorizadas en los permisos o concesiones correspondientes.	
Regla 59. La pesca de consumo doméstico solo podrá efectuarse mediante líneas manuales**.**	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla. Los alimentos se obtendrán de restaurantes de la isla o, se prepararán en la villa, con insumos obtenidos en tiendas y comercios locales.
Regla 60. La acuacultura solo podrá realizarse con especies autóctonas (locales).	Por la naturaleza del proyecto no le aplica la regla.
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	El presente proyecto no afectará a las comunidades de mangle, por el contrario, este proyecto garantiza su protección y conservación a través del establecimiento de un *área de conservación*, en el cual se mantendrán los individuos de mangle en su sitio de desplante original. No se realizará extracción, poda o remoción de manglar en el predio; las obras a establecer no afectarán la comunidad presente en el predio. No obstante, se realizó la vinculación con las disposiciones jurídicas normativas que protegen las especies de manglar dentro de territorio nacional.
Regla 62. La emisión de aguas residuales y sistema de alcantarillado deberá cumplir con los lineamientos previstos en la Norma Oficial Mexica 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.	Para el proyecto "*Villa Concha*" se empleará un biodigestor autolimpiable de 1300L de la marca Rotoplas, la cual garantiza la calidad de sus productos al producir sus unidades con apego a lo dispuesto por distintas normas oficiales mexicanas de regulación. Las aguas negras y grises que se depositen en dicho biodigestor provendrán del uso de baños, lavabos y cocina. No se realizará el vertimiento de residuos peligrosos dentro de los inodoros o lavabos, en este sentido, se garantiza un adecuado manejo de los residuos para evitar la mezcla de los mismos. Así, al biodigestor llegarán residuos líquidos con las características previstas por el productor de este tipo de unidades, garantizando el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas.
Regla 63. Cualquier reforestación o repoblación de fauna se realizará exclusivamente con especies nativas de la región.	Para el proyecto "*Villa Concha*" se establecerán áreas verdes a manera de jardín alrededor de la villa, dentro del predio. Para ello se utilizarán especies nativas de la isla. Cabe mencionar que, no se afectará el *área de conservación* del predio, en el cual se distribuyen dos especies de manglar (el mangle negro y el mangle botoncillo). Únicamente se realizará la limpieza del área de conservación, removiendo residuos sólidos que habitantes y turistas de la isla han depositado en dicha zona, por ello, será importante la limpieza del lugar para evitar la contaminación del suelo.
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)	El proyecto no contempla el desarrollo de ninguna obra civil en la playa o zonas de anidación de tortugas marinas. Cabe mencionar que, la zona oeste del predio, colindante con la playa, está cubierta por la comunidad de manglar la cuál será *área de conservación*; esta comunidad fungirá como barrera entre la zona de playa y la villa, evitando que la luz de directamente hacia la línea de costa. Asimismo, se emplearán focos de baja intensidad para los espacios externos de la villa, para evitar la afectación de fauna silvestre por la iluminación en la noche.
Regla 65. La construcción de infraestructura, así como la ejecución de cualquier obra pública o privada solo podrá realizarse en las	El sitio del proyecto se encuentra en la subzona de Asentamientos Humanos Holbox, en la cual se contempla

Regla	Vinculación
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 ecotecnias 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 modiquen sustancialmente el paisaje ni la vegetación.	la construcción de obra pública y privada y turismo de bajo impacto ambiental, como actividades permitidas. Se propone una arquitectura compatible con el paisaje, utilizando colores y elementos que armonizan con el entorno natural. Además, se apega a las leyes y normas aplicables garantizando el cumplimiento de las mismas. Previo a su ejecución, se obtendrá la autorización en materia de impacto ambiental, motivo por el que se presenta la correspondiente MIA-R ante la DGIRA, con el fin de determinar la viabilidad del proyecto y emitir la autorización para su ejecución en el sitio seleccionado.
Capítulo VIII Del mantenimiento de la infraestructura	
Regla 66. En el APFF Yum Balam, solo se permitirá el mantenimiento de infraestructura, en las subzonas en las cuales dicha actividad se encuentre expresamente permitida. El mantenimiento de la infraestructura en el APFF Yum Balam podrá incluir las obras y actividades necesarias para su adecuado funcionamiento de acuerdo con los fines a los cuales está destinada.	El predio se encuentra la subzona de Asentamientos Humanos Holbox, las obras y actividades de mantenimiento se apegarán a la presente regla.
Regla 67. Durante la realización de los trabajos de mantenimiento de la infraestructura en las subzonas del APFF Yum Balam en las cuales expresamente se permite, se deberán observar las siguientes disposiciones: I. Tratándose de los caminos en el APFF Yum Balam: a. Las obras o actividades para dar mantenimiento a los caminos existentes no deberán implicar su ampliación, recubrimiento o pavimentación, con excepción de la Subzona de Asentamiento Humano Chiquilá, en su caso; b. Durante la realización de los trabajos para dar mantenimiento a los caminos deberá respetarse el paisaje y entorno natural, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas del APFF Yum Balam, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies de vida silvestre, así como los corredores biológicos por los cuales transitan; c. Las actividades y obras para dar mantenimiento a los caminos y las vialidades existentes en el APFF Yum Balam deberán evitar la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes, y d. Los materiales empleados para las obras y acciones de mantenimiento de los caminos en el APFF Yum Balam deberán preservar o reestablecer la permeabilidad del suelo y no alterar los flujos hidrológicos, así como utilizarse aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental. II. Tratándose de las actividades y obras para dar mantenimiento a la infraestructura destinada a la investigación científica, el monitoreo del ambiente, la operación del Área de Protección de Flora y Fauna, el turismo de bajo impacto ambiental, y el apoyo a las actividades productivas, y cualquier otra permitida en las subzonas correspondientes, se deberán observar las siguientes disposiciones: a Las obras y acciones de mantenimiento deberán preservar el paisaje y entorno natural de la subzona en la cual se realicen, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas del APFF Yum Balam, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies de vida silvestre, así como la interrupción de los corredores biológicos por los cuales transitan; b. Las obras y actividades de mantenimiento de la infraestructura deberán realizarse utilizando exclusivamente los caminos existentes en el APFF Yum Balam, sin abrir nuevas brechas o rutas para el transporte de materiales o el tránsito de personas o vehículos; c. Las actividades y obras para dar mantenimiento a la infraestructura	Debido a su diseño y arquitectura compatible con el paisaje, la obra armoniza con el entorno natural. Dentro de las medidas de mitigación se propone un Manejo Integral de Residuos durante todas las etapas del proyecto. De igual manera con la operación del proyecto, el promovente realizará acciones que contribuyan a mantener limpia y conservada la comunidad de manglar dentro del predio, asimismo, para evitar la contaminación del suelo y agua, realizará el manejo de forma adecuada los residuos sólidos generados durante la estancia de los ocupantes de la villa. Por otro lado, la obra fue diseñada para establecer sobre estructuras de soporte y pilotes, para reducir el impacto directo sobre el suelo, además de que funge como medida de adaptación ante los posibles escenarios derivados del cambio climático. En el predio se mantendrá un área de conservación de 685.485 m^2 para proteger la comunidad de manglar del predio, en este sentido, se garantiza que se mantendrá un 41.03% del total del terreno con las características originales de la zona. Para el desarrollo de la obra no se pavimentarán caminos, tampoco se prevé la construcción de nuevas calles; para el proyecto se hará uso de los caminos existentes en la zona.

Regla	Vinculación
deberán evitar la obstaculización de la infiltración del agua al subsuelo, así como la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes; d. Los materiales empleados para las obras y acciones de mantenimiento de la infraestructura en el Área Natural Protegida deberán preservar o reestablecer la permeabilidad del suelo y no alterar los flujos hidrológicos, así como utilizarse aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental; e. Las tecnologías utilizadas para dar mantenimiento a la infraestructura en el APFF Yum Balam deberán promover la mayor eficiencia y el menor impacto ambiental, así como la autosuficiencia en la generación y provisión de recursos naturales como la captación de agua de lluvia y la generación de energía solar; f. Durante el mantenimiento de la infraestructura deberá evitarse en todo momento depositar residuos de cualquier tipo en los cuerpos de agua en el APFF Yum Balam, y g. La disposición final de los residuos generados como consecuencia del mantenimiento de la infraestructura deberá llevarse a cabo en los sitios designados para tal n por las autoridades competentes.	
Capítulo IX Del desarrollo y la construcción de infraestructura	
Regla 68. En el APFF Yum Balam, solo se permitirá el desarrollo y la construcción de infraestructura en las subzonas en las cuales dicha actividad se encuentre expresamente permitida. La construcción, operación y funcionamiento de las obras de infraestructura que expresamente se permitan en las subzonas delimitadas en el presente Programa de Manejo deberán limitarse permanentemente a los fines, usos y destinos para los cuales fueron desarrolladas.	El proyecto se establecerá en un predio particular dentro del asentamiento Humano Holbox, donde las construcciones públicas y privadas son actividades permitidas. El uso de la villa a construir se limitará a un uso doméstico en períodos vacacionales, es decir, será ocupada en distintas temporadas del año. Su mantenimiento será frecuente a cargo de personal contratado de la isla, para garantizar el buen funcionamiento de la obra y detectar que no se generen afectaciones significativas al ambiente con su presencia.
Regla 69. La construcción de redes subterráneas de distribución de energía eléctrica, agua potable, drenaje y gas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande, se podrá realizar solamente en un camino de un máximo de ancho de cuatro metros, que bajo ningún motivo se podrá pavimenta.	El proyecto se realizará dentro de la subzona Asentamientos Humanos Holbox, en este sentido, no se realizarán obras dentro de la subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande. Respecto a las instalaciones sanitarias y eléctricas del proyecto, serán instaladas por debajo de la vivienda, de acuerdo con los planos de instalación que se anexan a la presente MIA-R; con ello, se aprecia que no se afectarán comunidades vegetales y su instalación se limitará al interior del predio.
Regla 70. La construcción de infraestructura en las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande, de Isla Grande y Fracturas de Holbox y en las Subzonas de Asentamientos Humanos Holbox y Chiquilá, se permitirá siempre y cuando se respete el patrón de corrientes y el proceso de sedimentación, sin afectar los procesos de conformación de la línea de costa adyacentes, ello con el n de preservar el flujo y patrón hidrológico de la zona y deberán ser mantenidas en su sitio las especies vegetales incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010, como la palma chit (Thrinax radiata) y palma nakás (Coccothrinax readii), ambas en categoría de amenazadas. En caso de requerirse proyectos de infraestructura con la finalidad de rehabilitar los ecosistemas de la subzona que de ejecutarse tengan efectos directos sobre el patrón de corrientes o procesos de sedimentación, o promuevan la modificación de la línea de costa, solo se autorizarán si se acompaña de una justificación técnica y ambiental en la que se acredite que la rehabilitación en los	El proyecto a desarrollar se establecerá en un predio particular dentro de la subzona Asentamientos Humanos Holbox, en este sentido, no se contempla establecer obras civiles en la zona federal marítimo terrestre, es decir, en la playa. Por lo tanto, las obras no afectarán el patrón de corrientes y procesos de sedimentación de la región que rodea dicha subzona. Tampoco se modificará la línea de costa. Aunado a ello, se mantendrá un *área de conservación* dentro del predio para proteger especies de manglar del área; en el sitio de desplante de la villa y sus obras, no existe ejemplares de palma chit o palma nakás que pueda ser afectada.

Regla	Vinculación
términos propuestos, cumple con los objetivos del Área Natural Protegida.	
Regla 71. Las actividades y obras relacionadas con la construcción de infraestructura destinada a la investigación científica, el monitoreo del ambiente, la operación del Área de Protección de Flora y Fauna, los usos habitacionales, el turismo de bajo impacto ambiental, el apoyo a las actividades productivas, y cualquier otra permitida en las subzonas correspondientes, se sujetarán a las siguientes disposiciones: I. Las obras y acciones para la construcción de infraestructura deberán preservar el paisaje y entorno natural de la subzona en la cual se realicen, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas del APFF Yum Balam, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies de vida silvestre, así como la interrupción de los corredores biológicos por los cuales transitan, ni obstaculizar el paso y anidación de las tortugas marinas; II. Deberá evitarse la remoción de la vegetación de los diferentes estratos, por lo cual, la construcción de infraestructura deberá realizarse preferentemente en las áreas desprovistas de vegetación, o en su caso en el camino no pavimentado a que hace referencia la Regla 69; III. Las obras y actividades para la construcción de infraestructura permitida en las subzonas correspondientes deberán realizarse utilizando exclusivamente los caminos existentes en el APFF Yum Balam; IV. Las actividades y obras relacionadas con la construcción de infraestructura deberán evitar la obstaculización de la infiltración del agua al subsuelo, así como la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes; V. Los materiales empleados para las obras y acciones de construcción de infraestructura en el Área Natural Protegida deberán preservar o reestablecer la permeabilidad del suelo y no alterar los flujos hidrológicos, así como utilizarse aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental; VI. Las tecnologías utilizadas para la construcción, la operación y el funcionamiento de la infraestructura en el APFF Yum Balam deberán promover la mayor eficiencia y el menor impacto ambiental, así como fomentar la captación de agua de lluvia y el uso de energías alternativas; VII. Durante la construcción, operación y utilización de la infraestructura deberá evitarse en todo momento depositar residuos de cualquier tipo en los cuerpos de agua en el Área de Protección de Flora y Fauna; VIII. La disposición final de los residuos generados como consecuencia de la construcción, operación y la utilización de la infraestructura deberá llevarse a cabo en los sitios designados para tal n por las autoridades competentes, fuera del Área Natural Protegida; IX. Las aguas residuales generadas durante la construcción, operación y la utilización de la infraestructura deberán someterse a un tratamiento adecuado en términos de la normatividad aplicable, y X. La conducción del suministro de energía, sanitario y de agua potable para las instalaciones en el mar, deberá conectarse hacia la porción terrestre contigua, encofrado por debajo de los andadores. XI. Tratándose de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande, las obras de conducción señaladas en el párrafo anterior, deberá instalarse de forma subterránea.	Se dará cumplimiento a esta regla con base en lo establecido en las normas y leyes aplicables. La obra cumple con un diseño arquitectónico compatible con el paisaje y entorno natural. Además, implementará las medidas necesarias para la prevención y mitigación de impactos ambientales. El proyecto no afectará comunidades de vegetación arbustiva ni fauna presente en el predio, por el contrario, se garantiza su protección y conservación. Se priorizará el uso de vialidades y rutas existentes de la zona. -La obra a desarrollar se desplantará en un espacio previamente impactado, y no afectará la comunidad de manglar presente en el predio, contribuyendo así a preservar el paisaje y el entorno natural de la subzona, evitando la fragmentación del ecosistema actual de la zona. -Con el proyecto no se afectarán sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies de vida silvestre; tampoco se afectarán los corredores biológicos por los cuales transitan, ni obstaculizará el paso y anidación de las tortugas marinas, esto último porque no se realizarán obras en la playa. -Para el desarrollo de la obra se realizará la remoción de especies herbáceas, en este sentido, no se removerán especies arbustivas del predio. Se establecerá *un área de conservación* de la comunidad de manglar presentes en el interior del predio. -La villa se establecerá en una zona del predio en la que gran parte está desprovista de vegetación. -Para la construcción del proyecto, se realizará el uso exclusivo de los caminos existentes en el APFF Yum Balam dentro de la subzona de Asentamientos Humanos Holbox. -Con el establecimiento del proyecto no se obstaculizará la infiltración del agua al subsuelo, considerando lo manifestado en el estudio geohidrológico del predio. Tampoco se realizará desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes de la zona. Con el proyecto, no se generará obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes de la zona, tal y como se manifestó en el estudio geohidrológico del proyecto. -Con el proyecto no se alterarán los flujos hidrológicos de la región. -Las tecnologías utilizadas para la construcción, la operación y el funcionamiento de la infraestructura promueve la mayor eficiencia y el menor impacto ambiental. -Durante el desarrollo del proyecto se hará un manejo integral de los residuos generados. Estará prohibido depositar residuos de cualquier tipo en área naturales o cuerpos de agua de la región. Su disposición final se efectuará en sitios autorizados para tal final. Los residuos sólidos serán recolectados por el servicio de recolecta de basura de la isla.

Regla	Vinculación
	- Las aguas residuales generadas durante la construcción del proyecto serán acopiadas en sanitarios portátiles para evitar si dispersión en el suelo o cuerpos de agua. En etapa de operación, se transferirán las aguas residuales a un biodigestor en el cual se dará tratamientos a estas previo a su disposición final: el agua será enviada al almacenamiento de aguas tratadas y los lodos se removerán de la unidad de acuerdo con las instrucciones del productor, quien garantiza que con tratamiento previo con cal se puede depositar dichos lodos en los rellenos sanitarios o, incluso, servir de abono para áreas verdes.
Regla 72. El desarrollo de las actividades y obras relacionadas con la construcción, operación y el cierre de plantas desalinizadoras se podrá realizar exclusivamente en las Subzonas de Asentamientos Humanos Holbox y Chiquilá, Subzona de Aprovechamiento. Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande y Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande, bajo el cumplimiento de las siguientes disposiciones: I. Para las descargas de agua de rechazo salobres o salinas en el mar: a. Se deberá definir el área de descarga tomando en cuenta el impacto de la misma en el cuerpo receptor y en los ecosistemas asociados que puedan verse afectados, así como las corrientes marinas, la salinidad y temperatura de la zona. En zonas con presencia de ecosistemas frágiles, tales como arrecifes, manglares, macro algas, pastos marinos, zonas de protección, reproducción, alimentación y/o crianza, en sitios reconocidos por la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención de Ramsar), y cuerpos de agua lénticos, se deberá demostrar que no habrá afectaciones; b. Las descargas en el mar deberán realizarse a través de mecanismos o dispositivos que aseguren que los sólidos disueltos totales en un radio no mayor a 100 metros de cada punto de descarga sean ±1.15 veces las condiciones naturales del cuerpo receptor y la temperatura ± 2 grados Celsius, medidos en el borde del radio. En todos los casos se considerará el efecto acumulativo de las descargas existentes si las hubiera; c. Las tuberías de descarga que atraviesen un sistema de playasdunas costeras, deben estar enterradas, y d. Donde se instalen tuberías enterradas, deben realizarse trabajos de restauración del sistema playa-duna costera de acuerdo con sus condiciones originales. II. En la manifestación de impacto ambiental que se presente para los proyectos que incluyan plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas, deberá incluirse, al menos, la siguiente información: a. Considerar los posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar tanto en el sistema ambiental como en su área de influencia, ya sea en el área terrestre o marina; b. Considerar las características de los ecosistemas en los cuales se hará la toma de agua y la descarga del agua de rechazo y anexar la siguiente información estableciendo las diferencias en las condiciones estacionales a lo largo del año (investigación documental o de campo): i. La caracterización fisicoquímica del agua del influente, con base en un estudio hidrogeológico; ii. La descripción fisicoquímica del efluente esperado (agua de rechazo): temperatura; volumen total de la descarga y sólidos disueltos totales, y iii. Dependiendo del proceso a emplear, describir los productos que potencialmente pueden utilizarse, tales como: aditivos anticorrosión, aditivos antiincrustantes, ácido para minimizar incrustación o para ajustar el Ph, aditivos para prevenir el crecimiento b i o l ó g i c o -	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no contempla la construcción, operación y cierre de plantas desalinizadoras.

Regla	Vinculación
b i o c i d a s (antifouling), aditivos para eliminación de oxígeno, aditivos antiespumantes, sustancias utilizadas para la limpieza del sistema de membranas en plantas de osmosis inversa, y floculantes y coagulantes. c. Caracterización de la columna de agua y sedimentos, considerando la productividad primaria y la materia orgánica, y d. Caracterización de la ora y fauna bentónica, incluyendo su distribución geográfica y su resistencia a cambios de salinidad, a partir de la siguiente información: i. Identificación de especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010, endémicas y sensibles a	
Regla 73. La construcción y operación de los servicios de agua potable y saneamiento asociados a la infraestructura permitida dentro de las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG), de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRNIG) y en las Subzonas de Asentamientos Humanos Holbox y Chiquilá deberá sujetarse a las disposiciones del presente Capítulo de Reglas Administrativas, así como a las siguientes: I. Todos los materiales y productos que se empleen en las instalaciones hidráulicas, deben estar certificados con base en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas: a. NOM-005- Conagua - 1 9 9 6, Fluxómetros–Especiaciones y métodos de prueba. b. NOM-008- Conagua - 1 9 9 8, Regaderas empleadas en al aseo corporal-Especicaciones y métodos de prueba. c. NOM-009-Conagua-2001, Inodoros para uso sanitario-Especificaciones y métodos de prueba. d. NOM-010-Conagua-2000, Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro-Especificaciones y métodos de prueba. II. El diseño del sistema hidráulico de la edificación debe lograr una reducción en el consumo de agua de al menos 20 por ciento, con respecto al consumo de una edificación equivalente, calculado según el Apéndice Informativo ocho de la Norma Mexicana NMX-AA-164- Scfi-2013, Edificación Sustentable Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos; III. Las edificaciones deberán contar con una instalación para la captación, almacenamiento y aprovechamiento del agua de lluvia y los escurrimientos pluviales que le permita reducir al menos un 25 por ciento la descarga pluvial de la edificación calculada para una tormenta con un periodo de retorno de diseño de dos años y con una duración de 24 horas. Además de abastecer al menos un cinco por ciento del consumo anual de agua potable de la edificación demostrado a partir de los métodos de cálculo indicados en los Apéndices Informativos ocho y nueve de la Norma Mexicana NMX-AA-164- Scfi-2013, Edificación Sustentable Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos. Para conseguirlo se puede: a. Promover su infiltración local para la recarga de acuíferos; b. Enviar a una red de distribución para usos no potables, tales como riego de áreas verdes, descargas sanitarias, o lavado de patios, entre otros, y c. Si se cuenta con un tratamiento que garantice el cumplimiento de la Norma Ocial Mexicana NOM-127-SSA1-1994,-Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, se puede utilizar en usos que requieren agua potable. IV. No deberán arrojarse o depositarse en los cuerpos receptores y zonas federales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre contaminen las aguas de los cuerpos receptores; V. Se debe contar con un correcto tratamiento de los escurrimientos pluviales, que elimine los sólidos, aceites y grasas; VI. Durante el	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. Sin embargo, para la instalación del sistema sanitario e hidráulico dentro del predio, se emplearán materiales que cumplan con las normas oficiales mexicanas, asimismo, su instalación se realizará por debajo de la villa, sin necesidad de realizar excavaciones extras para su establecimiento. Las instalaciones se realizarán de acuerdo con lo presentado en los planos en el anexo de la presente MIA-R, así como en lo descrito el capítulo II. Dentro de la villa se instalarán equipos que contribuyan con el ahorro de agua, por ejemplo, los inodoros actuales consumen menor cantidad de agua potable por cada descarga, existiendo unidades que han reducido el consumo de 10 a 5 L. Asimismo, los ocupantes de la casa adoptarán medidas para ni desperdiciar el agua; las instalaciones recibirán mantenimiento frecuente para evitar fugas de agua y, con ello, su desperdicio. Con la instalación de la casa se mantendrán superficies para los escurrimientos pluviales. Conforme se realice la operación del proyecto, se determinará una opción viable de aprovechamiento de aguas pluviales. Cabe mencionar que, al ser una villa de uso vacacional, existirán temporadas donde no estará ocupada la residencia, motivo por el cual deberá evaluarse las posibilidades y sí es eficaz almacenar agua pluvial, además de determinar cada cuando es necesario realizar su almacenamiento. Asimismo, deberá contemplarse los periodos de lluvia de la zona y verificar si estos coinciden con los periodos de visita de la residencia. No obstante, se garantiza que se promoverá la infiltración del agua pluvial en superficie local para recarga de acuífero, debido a que se mantendrá superficie del terreno sin construcción, en especial el *área de conservación*, en el que además de mantener las características originales del suelo, estarán distribuidas los ejemplares de mangle en su sitio de desplante original. Durante el desarrollo del proyecto no se arrojarán o verterán residuos en cuerpos de aguas superficiales o subterráneos de la zona. Las aguas residuales durante la operación del proyecto serán transferidas al biodigestor de la obra, donde recibirán tratamiento previo a su disposición final. La unidad a emplear es de capacidad de 1300 L, determinada a partir de los ocupantes de la villa, estimados en 10 individuos por periodo vacacional. Para la obtención de agua, se realizará a través de pipas de agua que se conectarán a la red hidráulica del predio

Regla	Vinculación
proceso de construcción se deben llevar a cabo acciones que eviten la erosión por agua y/o viento y la contaminación del suelo y los acuíferos; VII. Durante la construcción de la infraestructura no deberán arrojarse aguas residuales o extraídas para abatir los niveles freáticos, al arroyo de la calle ni a las redes de alcantarillado sanitario, esta debe ser utilizada, almacenada o reinyectada al subsuelo de acuerdo con la normatividad aplicable, y VIII. El suministro de agua en estas subzonas no podrá realizarse mediante la apertura de pozos o la extracción de aguas subterráneas.	para el llenado de una cisterna. Este llenado se realizará cada que se requiera el uso de la villa, la cual será en ciertas temporadas del año, esto disminuye el consumo que habitualmente tendría una casa común de uso diario. No se prevé la construcción de pozos de extracción de agua, dando cumplimiento a la presente regla del programa.
Regla 74. La construcción y operación de los servicios para la generación y el suministro de energía asociados a la infraestructura permitida dentro de las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG) deberá sujetarse a las disposiciones del presente Capítulo de Reglas Administrativas, así como a las siguientes: I. Las edificaciones deberán demostrar una disminución en la ganancia de calor de al menos un 10 por ciento con respecto al edificio de referencia calculado conforme a los métodos de cálculo establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-008-Ener-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales; o NOM-020-Ener-2011, Eficiencia energética en edificaciones. - Envolvente de edificios para uso habitacional; II. Los aislantes térmicos de las edificaciones deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-018-Ener-2011, Aislantes térmicos para edificaciones. Características y métodos de prueba; III. Las edificaciones deberán establecer soluciones de eficiencia energética relacionadas con el uso de elementos de envolvente como aislantes térmicos para techos, muros y ductos; ventanas con características ópticas y térmicas especiales; y sistemas que puedan integrar estos elementos en edificaciones nuevas o existentes; IV. Al menos un 10 por ciento del consumo energético de cada edificación deberá provenir de energías renovables generadas en la propia edificación o fuera de esta, y V. Las lámparas de uso general (lámparas de descarga en alta intensidad, flouorescentes compactas autobalastradas, fluorescentes lineales y luz mixta) deben cumplir límites mínimos de eficacia establecidos en las normas NOM-017-Ener/Scfi-2012, Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Límites y métodos de prueba; NOM-028-Ener-2010, Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba; NOM-064-Scfi-2000, Productos Eléctricos-Luminarios para uso en Interiores y Exteriores– Especificaciones de Seguridad y Métodos de Prueba; y la NOM-025-Stps-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo I. Las edificaciones deberán demostrar una disminución en la ganancia de calor de al menos un 10 por ciento con respecto al edificio de referencia calculado conforme a los métodos de cálculo establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-008-Ener-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales; o NOM-020-Ener-2011, Eficiencia energética en edificaciones. - Envolvente de edificios para uso habitacional; II. Los aislantes térmicos de las edificaciones deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-018-Ener-2011, Aislantes térmicos para edificaciones. Características y métodos de prueba; III. Las edificaciones deberán establecer soluciones de eficiencia energética relacionadas con el uso de elementos de envolvente como aislantes térmicos para techos, muros y ductos; ventanas con características	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no desarrollará obras dentro de las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG).

Regla	Vinculación
ópticas y térmicas especiales; y sistemas que puedan integrar estos elementos en edificaciones nuevas o existentes; IV. Al menos un 10 por ciento del consumo energético de cada edificación deberá provenir de energías renovables generadas en la propia edificación o fuera de esta, y V. Las lámparas de uso general (lámparas de descarga en alta intensidad, fluorescentes compactas autobalastradas, fluorescentes lineales y luz mixta) deben cumplir límites mínimos de eficacia establecidos en las normas NOM-017-Ener/Scfi-2012, Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Límites y métodos de prueba; NOM-028-Ener-2010, Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba; NOM-064-Scfi-2000, Productos Eléctricos-Luminarios para uso en Interiores y Exteriores–Especificaciones de Seguridad y Métodos de Prueba; y la NOM-025-Stps-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	
Regla 75.- La construcción y operación de los servicios para el manejo de los materiales y residuos dentro de las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG) deberá sujetarse a las disposiciones del presente capítulo de Reglas Administrativas, así como a las siguientes: I. La selección de los materiales debe considerar los impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida de la edificación, incluyendo las siguientes actividades: a. Obtención de materias primas; b. Transporte; c. Colocación en obra; d. Operación de la infraestructura; e. Mantenimiento; f. Demolición; g. Disposición final de los materiales después de su vida útil, y h. Al menos el 50 por ciento del material utilizado en el proceso de construcción de obra nueva y remodelación, sin incluir equipos, puede ser reciclable. II. En el caso de reciclaje en la rehabilitación de la infraestructura permitida deberán reutilizarse o reciclarse el 30 por ciento de los elementos no estructurales de muros, pisos, techos y acabados; III. Las obras de infraestructura nueva o de rehabilitación deberán establecer un diseño modular a partir de las dimensiones de los materiales propuestos que permita utilizar piezas completas y así optimizar la utilización de los materiales, además de generar una programación de obra eciente. El desperdicio de material no debe exceder el 10 por ciento del total del material utilizado; IV. Se pueden utilizar materiales o equipos que reduzcan el impacto ambiental en alguna de sus etapas de ciclo de vida evitando transferencias de contaminación, es decir, sin que exista un aumento del impacto en otra fase del ciclo de vida. Esta disposición aplica siempre y cuando no se hayan presentado como evidencia para el cumplimiento de los puntos anteriores; V. Se pueden utilizar pinturas y recubrimientos para interiores a base de agua, que no sean tóxicos, y VI. En una edificación en operación se pueden promover prácticas para reducir la cantidad de residuos generados con respecto al año inmediato anterior.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no desarrollará obras dentro de las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG).
Regla 76. La construcción, operación y utilización de la infraestructura dentro de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG) deberá sujetarse a las disposiciones anteriores del presente capítulo de Reglas Administrativas, así como a las siguientes: I. Únicamente se podrá construir infraestructura pública o privada destinada al desarrollo de los servicios de apoyo; instalaciones tipo palafitos para alojamiento de visitantes incluyendo entre otros albercas, bares,	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no desarrollará obras en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG).

Regla	Vinculación
restaurantes y amenidades, así como la provisión de servicios de agua potable y saneamiento; tratamiento de aguas residuales; manejo de residuos; lavandería; generación de electricidad; bodegas de carga y descarga de suministros, sin poder destinarse a usos habitacionales, de hospedaje o cualquiera otro que implique el establecimiento de instalaciones para el alojamiento del personal que presta apoyo a los servicios que se desarrollan en las subzonas. Esta infraestructura deberá estar equipada adecuadamente y servir como refugio en caso de fenómenos meteorológicos; II. La infraestructura permitida en la SASRN-IG para prestar servicios de apoyo al turismo de bajo impacto ambiental deberá establecerse en una porción de terreno que no abarque más de tres hectáreas de la superficie total de cada desarrollo asociado a cada instalación tipo palafitos para alojamiento de visitantes; III. Las obras de infraestructura deberán llevarse a cabo sin construir en los extremos o las colindancias entre predios, evitando la formación de conglomerados de construcciones; IV. Para evitar la fragmentación del paisaje, la altura máxima de las construcciones no podrá exceder los ocho metros sobre el nivel medio de desplante de la construcción; V. La delimitación de los predios únicamente podrá llevarse a cabo mediante cercos vivos y utilizando especies nativas del APFF Yum Balam, evitando la interrupción de corredores biológicos y el libre tránsito de fauna, y VI. La infraestructura pública o privada destinada a la provisión de servicios para la conducción del suministro de energía eléctrica, agua potable, gas y saneamiento deberá ser subterránea, conforme a lo señalado en la Regla 69.	
Regla 77. No se autorizará la instalación o construcción de pistas aéreas. En su caso solo podrá autorizarse la instalación de hasta dos helipuertos distribuidos de forma equidistante en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRNIG), y cuyo uso estará reservado al transporte aéreo comercial o privado, sin fines recreativos. Para el uso de los helipuertos, los helicópteros deberán seguir las rutas de vuelo unidireccionales establecidas por la autoridad competente, evitando los sitios de anidación de aves.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no contempla la instalación de pistas aéreas.
Regla 78.- La construcción, operación y utilización de la infraestructura permitida dentro de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRNIG), deberá sujetarse a las disposiciones del presente capítulo de Reglas Administrativas, así como a las siguientes: I. Previo al desarrollo de las construcciones deberá contarse con estudios que sustenten la factibilidad de construir en una zona frágil y de alto riesgo, mismos que deberán incluirse en la manifestación de impacto ambiental, en el caso de cada complejo contemplará estudios que analicen el efecto acumulativo del complejo a desarrollar en al menos dos kilómetros a cada lado del mismo, junto con la hipotética construcción de dos proyectos de similar naturaleza, uno frente a cada predio vecino del proyecto a realizar, incluyendo lo siguiente: II. Modelo Digital del Elevación del terreno (Mde); III. Simulación hidrogeológica de la variación normal y extraordinaria del nivel del agua subterránea; IV. Zonificación del riesgo natural en zonas con construcciones y previstas de desarrollo; V. Levantamiento batimétrico del piso marino; VI. Estudios del proceso de transporte litoral de arena, erosión y acreción, y VII. Estudios geofísicos de tomografía sísmica, eléctrica, gravimétrica y electromagnética; VIII. Afectación en los patrones de sedimentación costera y dispersión de nutrientes y	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no desarrollará obras en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) o en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRNIG).

Regla	Vinculación
contaminantes; IX. Modelo numérico de propagación de oleaje, corrientes y de patrones.	
Regla 79. En las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande podrá construirse exclusivamente instalaciones tipo palafitos para alojamiento de visitantes, para lo cual se deberá contar con un mínimo de 600 metros de frente al Golfo de México-Mar Caribe en función de 0.16 palafitos por hectárea (máximo 800 palafitos) respecto a la totalidad de Isla Grande, de los cuales se deberá ser el legítimo propietario o poseedor.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no desarrollará obras en las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande.
Regla 80. El equipo y embarcaciones utilizados para la construcción de las obras deberán ubicarse en áreas libres de pastos marinos**.**	Para el proyecto no se emplearán embarcaciones de ningún tipo para su construcción u operación.
Regla 81. El desarrollo de los proyectos, las obras y las actividades permitidas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRNIG) deberá incluir medidas puntuales de adaptación al cambio climático y un plan de respuesta a contingencias ambientales**.**	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no desarrollará obras en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) o en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRNIG).
Regla 82. La infraestructura instalada deberá contar con una sola planta de tratamiento de aguas (nivel terciario) por complejo de palafitos.	Se hará uso de biodigestor de capacidad de 1300 L para el proyecto, calculado a partir de los ocupantes de la villa, que serán 10 personas. La casa estará establecida sobre pilotes a un nivel +1.50 del nivel del terreno.
Regla 83. La infraestructura deberá contar un sistema hermético de tuberías sanitarias, a fin de evitar fugas y derrames accidentales al medio marino, así como con un plan de contingencias para atender posibles fugas de aguas residuales, a fin de aplicar de manera inmediata medidas correctivas o de contención. En caso de presentarse fugas de aguas residuales, se deberá dar aviso inmediato a la Dirección del Área Natural Protegida y a las autoridades correspondientes.	Para el proyecto se establecerá un sistema de tuberías adecuadas para evitar las fugas de aguas residuales al suelo del predio. Las tuberías serán instaladas debajo de la villa que estará elevada a +1.50 m del terreno natural del predio. Las aguas residuales serán transferidas al biodigestor de la casa.
Regla 84. No se permiten las actividades que puedan modificar la conducta de la fauna silvestre, tales como alimentar a la fauna marina o a las aves, hacer encierros en el mar, instalar iluminación submarina, entre otras.	Se dará cumplimiento a la presente regla. No se realizará captura, alimentación o encierro de fauna silvestre en el predio o zonas colindantes.
Capitulo X Reglas especiadas dentro de la Subzona de Preservación Playas y Dunas Costeras de Isla Grande	
Regla 85. En la Subzona de Preservación Playas y Dunas Costeras de Isla Grande no se permite la construcción o instalación de infraestructura, salvo los andadores utilizados para la conexión de los palafitos ecoturísticos hacia el área de servicios, cuyo ancho máximo será de 2.5 metros, y sus accesos 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. El arranque de dichos andadores deberá iniciar en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Isla Grande e instalarse de manera elevada o piloteada sobre la Subzona de Preservación Playas y Dunas Costeras de Isla Grande mediante un diseño que evite la erosión de la playa y la modificación de la fisonomía de las dunas costeras, y no se remueva la vegetación de las mismas.	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no desarrollará obras en la Subzona de Preservación Playas y Dunas Costeras de Isla Grande.
Regla 86. La construcción, instalación y operación de andadores no deberá tener ningún impacto para la anidación de la tortuga marina, 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	Por la naturaleza del proyecto no aplica la regla. El proyecto no desarrollará obras en la Subzona de Preservación Playas y Dunas Costeras de Isla Grande.

Regla	Vinculación
dirigidas al piso y no podrán ser colocadas a una altura superior a los 70 cm.	
Capítulo XI Reglas específicas dentro de las subzonas de asentamientos humanos	
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.	La construcción se trata de una infraestructura habitacional y se localiza en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, por lo que es un uso permitido.
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.	La arquitectura de la obra cumple con lo establecido en esta regla y garantiza la conservación de los ecosistemas. La comunidad de manglar presente no será removida, de hecho, se establecerá como *área de conservación* del predio, en el que no se desarrollarán obras permanentes y se realizará el monitoreo de la comunidad. Únicamente se establecerá un camino elevado de madera en un sendero existente que atraviesa los parches de mangle, para acceder desde la casa hasta la playa colindante al predio, no obstante, esta actividad no implica remoción de ninguna especie de manglar.
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.	Anexo a la presente MIA-R se incluye el Programa de atención de contingencias ambientales y fenómenos hidrometeorológicos, así como los efectos del cambio climático; para este programa se consideró la vulnerabilidad de la zona, los resultados obtenidos de las proyecciones de estudio de efectos de cambio climático de la zona, así como del estudio geohidrológico desarrollado para el proyecto e incluido en este documento. Aunado a todo ello, se dará cumplimiento a las indicaciones de protección civil y se tomará como referencia las experiencias pasadas de impactos por huracanes para determinar las mejores estrategias de atención y protección ante la incidencia de una tormenta tropical o huracán en sus diversas categorías. Cabe mencionar que, el diseño de la casa adopta estrategias para reducir la vulnerabilidad física de la obra, lo cual beneficiará la protección de la salud de los ocupantes, así como de los elementos naturales circundantes a "*Villa Concha*". Durante los monitoreos en campo de los componentes naturales, el equipo técnico acudió a la isla posterior al paso del ciclón extra tropical ocurrido en los primeros meses del año 2024; y estuvo presente durante el tránsito cercano del huracán Milton en octubre de 2024. Ambas experiencias permitieron identificar los protocolos que la población adopta antes, durante y posterior a un evento hidrometeorológico, lo cual fungió como base para desarrollar las medidas de atención de contingencias ambientales y prevención de desastres naturales vertidas en el Programa propuesto por el promovente. Asimismo, basado en lo observado durante el paso de ambos fenómenos, y considerando los registros históricos de incidencia de ciclones y tormentas en la isla, se adecuaron elementos del proyecto "*Villa Concha*" para garantizar la protección de los componentes ambientales de la zona donde se edificará la obra. Entre las características más significativas están: mantener elevada la casa a +1.50 m sobre el terreno; construir una cavidad de aislamiento para instalar el biodigestor con el fin de

Regla	Vinculación
	evitar fugas o mezcla de aguas residuales con agua pluvial durante inundaciones; solución para proteger el cableado eléctrico y tubos del sistema hidrosanitario para evitar accidentes, cortos circuitos o fugas de residuos líquidos; identificar la ruta de evacuación del predio y de la isla (durante eventos de gran intensidad las autoridades realizan la evacuación de la isla y acondicionan refugios en zona continental del municipio de Lázaro Cárdenas); proteger la comunidad de manglar del predio, el cual brinda servicios ambientales que ayudan a amortiguar los efectos de fenómenos hidrometeorológicos y del cambio climático.
Regla 90. La altura máxima de las edificaciones no deberá exceder de tres niveles o 10.50 metros de altura. La determinación de la altura se considerará a partir de la intersección del perfil natural del terreno con el nivel establecido de la vía pública, exceptuando a las edificaciones ubicadas en las zonas de riesgo por inundación y por marea de tormenta, las que no deberán rebasar los 12 metros.	La villa a establecer cumple con la Regla 90, debido a que el edificio no excederá los tres niveles; la casa contará con Planta Baja (nivel 1), Nivel 01 (nivel 2) y Nivel 02-Azotea (Nivel 3), de éstos, los dos primeros niveles estarán integrados de recámaras, baños, sala, etc. El último nivel se empleará como un espacio común tipo mirador, por lo que no poseerá muros lateral. Por la ubicación del predio, en una zona colindante a la playa y con riesgo a inundación (de acuerdo con estudio geohidrológico del predio), la edificación tiene permitido como máximo una altura de 12 metros. "*Villa Concha*" tendrá una altura máxima de 10.05 m con respecto al nivel natural del terreno; en esta medida ya se incluyen los 1.5 m de espacio para elevar la casa y evitar su afectación por inundaciones. Por lo anterior, se da cumplimiento a lo dispuesto en la Regla 90. La residencia estará dispuesta sobre estructuras de soporte y pilotes con una elevación de +1.5 m sobre el nivel del suelo, lo cual se estableció para reducir el impacto sobre el suelo, además de que, considerando el estudio geohidrológico realizado en el predio y contemplando las proyecciones futuras ante los efectos del cambio climático resulta ideal esa elevación de la obra en el terreno.
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.	La obra permitirá el aislamiento térmico y posee aberturas superiores que permiten la salida de aire caliente.
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	La construcción considera el uso de colores claros como arena para armonizar con el paisaje.
Regla 93. Los espacios libres de cada predio deberán arbolarse en por lo menos 20 por ciento de su superficie con especies nativas, y mantener los individuos cuyo tronco tenga mínimo 10 centímetros de diámetro a la altura del pecho. Asimismo, por lo menos el 50 por ciento de la superficie pavimentada debe cubrirse con pavimentos que permitan la infiltración del agua al subsuelo.	El predio cuenta con una comunidad arbustiva de manglar la cual no será afectada para la construcción de la obra, manteniendo su distribución y condición natural. La obra no involucra pavimentación del suelo y garantiza la conservación de 88.82% de la superficie del suelo con sus características originales, libres de obras; de este porcentaje, 41.03% corresponde al área con cobertura de manglar. El *área de conservación* con especies de manglar representa el 41.03% de la superficie total del terreno, lugar donde se mantendrán en su sitio de desplante original los ejemplares de mangle y las especies de plantas asociadas a esta comunidad. Las áreas a manera de jardines alrededor de la villa serán reforestadas con especies nativas de la región, para garantizar la interacción ecológica de las especies

Regla	Vinculación
	silvestres de la zona y no afectar o poner en riesgo poblaciones nativas de la región.
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	La obra estará elevada a 1.5 m sobre el nivel del suelo, dando cumplimiento a esta regla. La villa se establecerá sobre estructuras de soporte y pilotes para garantizar el menor impacto posible sobre el terreno. Cabe mencionar que, de acuerdo con el estudio de mecánica de suelo y el estudio geohidrológico del predio, es viable desarrollar la obra con las características presentadas, además de que su construcción no afectará flujos de agua superficial.
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.	Se dará cumplimiento a esta regla. El proyecto se desarrollará dentro de un predio particular.
Regla 96. En la Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, solo se permitirá el arranque de muelles para uso de atracadero, así como la instalación de infraestructura temporal para el apoyo a las actividades turístico recreativas. 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.	El proyecto se desarrollará dentro de un predio particular, en este sentido, no se llevará a cabo construcción de obras civiles en zona federal marítimo terrestre ni en terrenos ganados al mar. Cabe mencionar que, para el proyecto no se construirá ningún muelle. El camino de madera sobre postes de madera se encontrará dentro del predio, para cruzar desde la casa hasta el extremo oeste del predio y así, llegar a la playa colindante.
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. Solo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes.	El andador de acceso a la playa del proyecto no involucra rellenos ni pavimentos. Para acceder a la playa colindante al predio, el promovente establecerá dentro de su terreno un camino elevado de madera, construido sobre postes de madera para reducir el impacto sobre al suelo al acceder desde la casa hasta la zona de playa colindante.
Regla 98. El diseño de los senderos interpretativos e infraestructura de apoyo en las áreas verdes o de conservación ecológica de las Subzonas de Asentamientos Humanos deberá minimizar el impacto ambiental y promover el uso de materiales propios de la región. En las otras subzonas que contengan manglares y humedales, los senderos interpretativos deberán estar piloteados y construidos con materiales de la región y no deberán ser de más de dos y medio metros de ancho	Para el proyecto no se contempla la construcción de senderos interpretativos. Únicamente se establecerá un camino elevado de madera construido sobre postes de madera, para acceder desde la villa hacia la playa colindante del predio. Este camino de madera será instalado dentro del predio; asimismo, este cruzará un sendero existente colindante a los parches de manglar del predio, sin embargo, su construcción no implica la remoción de ningún ejemplar de mangle. Además, al ser piloteado, no rebasar el ancho establecido; al ser de madera de la región (de sitios autorizados) es compatible con la presente regla.
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.	El proyecto contempla la instalación de luminarias que emitan pequeñas cantidades de luz por las noches y de longitud corta. Estas serán dirigidas hacia el piso. Cabe señalar que, en el predio se mantendrá la comunidad de manglar, la cual fungirá como barrera que limitará el alcance de la luz, en este sentido, no se iluminará directamente la zona de playa colindante con el predio.
Regla 100. En las construcciones colindantes a la Zona Federal Marítimo Terrestre las luminarias que se encuentren al exterior deberán ser dirigidas al piso.	Como se señaló en el punto anterior, las luminarias serán de baja intensidad y serán dirigidas al suelo. Además, con la presencia de la comunidad de manglar, se creará una especie de barrera que evitará que la luz llegue directamente a la zona de playa colindante al predio.
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.	Se dará cumplimiento con eta regla apegándose a los lineamientos de las leyes y normas aplicables.

<table>
<tr><th>Regla</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>Regla 102. Con objeto de reducir el riesgo de propagación de incendios, las construcciones quedarán separadas del límite de propiedad.</td><td>La obra cumple con esta regla al estar separada de los límites de la propiedad.</td></tr>
<tr><td>Regla 103. Para la construcción, el tránsito pesado carga y descarga, deberán contar con espacios suficientes dentro de su predio para evitar obstruir la circulación en la vía pública.</td><td>El predio cuenta con espacio suficiente para la entrada de los vehículos y maquinaria necesaria para la construcción. Se establecerá un área temporal para el acopio de materiales y maniobra de vehículos, de este modo, no se obstruirá la circulación de ningún camino de la zona.</td></tr>
<tr><td>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 siguientes: tabla
<table>
<tr><th></th><th>Superficie mínima de lote para desarrollar (m²)*</th><th>Frente de lote mínimo (m)</th><th>Índice máximo de ocupación del suelo</th><th>Índice de utilización del suelo</th></tr>
<tr><td>Turístico hotelero</td><td>800</td><td>20</td><td>0.60</td><td>1.80</td></tr>
<tr><td>Turístico residencial</td><td>1000</td><td>19</td><td>0.50</td><td>1.20</td></tr>
<tr><td>Habitacional unifamiliar</td><td>150</td><td>10</td><td>0.60</td><td>1.30</td></tr>
<tr><td>Mixto (comercio y vivienda)</td><td>250</td><td>10</td><td>0.60</td><td>1.80</td></tr>
<tr><td>Comercial y de servicios</td><td>250</td><td>10</td><td>0.60</td><td>1.20</td></tr>
<tr><td>Equipamiento</td><td></td><td>-</td><td>0.60</td><td>1.20</td></tr>
<tr><td>Áreas verdes o de conservación ecológica</td><td></td><td>-</td><td>0.20</td><td>0.20</td></tr>
</table></td><td>La obra de tipo habitacional unifamiliar cumple con las características de tamaño mínimo de lote y de índices de ocupación y utilización del suelo.
El predio cuenta con una superficie de 1, 670.68 m^2, con un frente de 30.50 m. El impacto directo será de 186.76 m^2 equivalentes al 11.18% de la superficie total del terreno, por lo tanto, no rebasa el índice máximo de ocupación del suelo de 0.60. Respecto al C.U.S. se dispone un índice máximo de utilización del suelo de 1.30, por lo tanto, se podrá construir hasta 2,171.884 m^2; "*Villa Concha*" poseerá 688.89 m^2 distribuido en 3 niveles, por lo que tampoco rebasa el índice máximo permitido.
Aún considerando el criterio del concepto Turístico residencial, "*Villa Concha*" se ajusta a los índices señalados, al ser edificado en un predio con una superficie mayor de 1000 m^2, tener un frente de lote mayor a 19 m; no rebasar el índice de C.O.S. de 0.5 y no rebasar el índice de C.U.S. de 1.20.</td></tr>
<tr><td>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.</td><td>El proyecto contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se establecerán las estrategias de clasificación y recolección de residuos, garantizando que estos no sean dispuestos finalmente en sitios no autorizados.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Capítulo XII De las vialidades en las subzonas de asentamientos humanos</td></tr>
<tr><td>Regla 106. El sistema de transporte deberá estar conformado primordialmente por vehículos ligeros (bicicletas, triciclos, motocicletas, carros tipo golf modificado o similares), utilizando principalmente energías limpias.</td><td>Se prioriza el uso de carritos de golf o buggys de playa como medio de transporte durante la operación del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Regla 107. Todos los usuarios que utilicen vehículos automotores dentro de la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, deberán respetar la señalización de tránsito y las rutas de circulación vehicular que establezca la autoridad competente en coordinación con la Dirección del Área Natural Protegida.</td><td>Se dará cumplimiento a la presente regla asegurando el respeto de la señalización de tránsito y rutas de circulación vehicular establecida por las autoridades.</td></tr>
<tr><td>Regla 108. En el caso de proyectos o construcciones en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, orientados a brindar una solución a los servicios, infraestructura, saneamiento, recuperación de playas u otra obra de carácter público, que requieran por su naturaleza la circulación de vehículos con capacidades de carga superiores a las 1.2 toneladas, fuera de la ruta de abastecimiento o cualquier otra vialidad secundaria o restringida, deberán ser autorizados por la autoridad competente encargada de la materia</td><td>Se atenderán los criterios establecidos en esta regla y se aplicarán las medidas necesarias. Los vehículos para transporte de materiales circularán en vialidades secundarias; la ruta de acceso hasta el predio se consideró como área de influencia indirecta (descrita en el capítulo IV de la presente MIA-R).</td></tr>
<tr><td colspan="2">Capítulo XIII De los servicios complementarios a la construcción de infraestructura</td></tr>
<tr><td>Regla 109. Está prohibido descargar, depositar o infiltrar cualquier material de desecho sólido en los suelos y cuerpos de agua. Los desechos deberán entregarse al servicio municipal de recolección de basura, quien será el responsable de que sean trasladados fuera del APFF Yum Balam.</td><td>Para el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento a lo establecido en la presente regla. No se desechará ningún residuo en área natural o en cuerpos de agua de la zona.</td></tr>
</table>

Regla	Vinculación
Regla 110. Se prohíbe arrojar o descargar aguas residuales, sustancias químicas, o residuos contaminantes en la porción marina, cuerpos de agua, suelo y subsuelo, así como lodos o cualquier otra clase de residuos que provoquen o puedan provocar trastornos, impedimentos o alteraciones en el funcionamiento del ecosistema	No se descargarán aguas residuales en cuerpos de agua o suelo de la región. Las aguas residuales se acopiarán en sanitarios portátiles en etapa de construcción, y se transferirán a u biodigestor en etapa de operación. Los lodos del biodigestor pueden ser removidos y depositados en el sitio de transferencia de la isla o tiradero local, previo tratamiento con cal. El proveedor garantiza que dichos lodos pueden ser incluso enterrados en el suelo o usados para abono de áreas verdes con el tratamiento previo con la cantidad adecuada de cal (recomendada por el proveedor), sin embargo, para evitar contaminación, los lodos serán entregados al servicio de recolecta de basura, almacenados correctamente en contendores para evitar su dispersión durante su traslado.
Regla 111. La perforación de pozos o extracción de recursos hídricos para uso doméstico o turístico permitidos para las subzonas de asentamientos humanos requiere la concesión correspondiente de la Comisión Nacional del Agua, y cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-Conagua-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.	Para el proyecto no se contempla la perforación de un pozo de extracción de agua. Se hará uso de una cisterna que será llenada mediante pipas de agua potable.
Regla 112. La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	No se realizará la perforación de pozos para la extracción de agua del subsuelo. Cabe señalar que, de acuerdo con el estudio geohidrológico, el predio se encuentra en una zona donde el agua del subsuelo no es dulce, debido a la intrusión salina natural de la región.
Regla 113. Los sistemas de recolección de aguas negras y pluviales deberán realizarse por separado, tanto a nivel urbano como a nivel domiciliario	Las aguas negras del proyecto se transferirán a un biodigestor, el cual no recibirá aguas pluviales. Para asegurar que no existan fugas de aguas residuales al medio natural y de que no se mezclen con agua pluvial durante una inundación, el biodigestor se instalará en una cavidad de aislamiento a la cual se podrá acceder desde la planta baja de la casa, así, se evita el contacto directo de la unidad con los elementos naturales y condiciones climáticas de la zona.
Regla 114. En toda construcción se instalarán preferentemente inodoros de un máximo de seis litros de agua por descarga y se desarrollarán las medidas necesarias para un uso racional de este recurso	Para el proyecto se instalarán unidades modernas, las cuales, actualmente es posible encontrar inodoros que consumen hasta 5 L de agua por descarga. El promovente priorizará la adquisición de estas unidades.
Regla 115. Las ampliaciones de las redes de suministro eléctrico, telefónico y de televisión por cable deberán de ser subterráneas.	La instalación eléctrica de la villa, se establecerá debajo de la casa, de acuerdo con el plano de instalaciones del proyecto. Debido a que la casa estará elevada a 1.50 metros del terreno, parte de la instalación se realizará directamente bajo la villa sin tocar el suelo. Del resto, para conectar con la acometida de energía eléctrica del lugar, se realizará la instalación subterránea tal y como se encuentra dicha acometida en la zona; las características de protección del sistema eléctrico se presentan en el capítulo II de la presente MIA-R.
Regla 116. No se permite lavar lanchas, barcos y cualquier tipo de embarcación con detergentes no biodegradables, así como con otros agentes corrosivos, reactivos o tóxicos en ninguna presentación, que produzcan contaminación.	Debido a la naturaleza del proyecto no aplica la presente regla.
Capítulo XIV De las energías limpias y uso eficiente de los servicios	
Regla 117. En el diseño de las construcciones se favorecerá preferentemente la iluminación natural de los espacios interiores mediante ventanas, tragaluces, pérgolas y otros elementos arquitectónicos	El diseño de la villa contempló el aprovechamiento de la luz natural, para reducir el consumo de energía eléctrica para la generación de luz. Asimismo, los colores claros

Regla	Vinculación
	de la obra contribuirán a mantener mayor iluminación en la casa.
Regla 118. En las edificaciones que requieran climatización debe ofrecerse también opciones de ventilación natural y ventilación mecánica, en el caso de que se usen aires acondicionados deberán ser individuales por habitación y no del tipo central.	El proyecto se estableció bajo un diseño que permita la ventilación natural con ventanas y puertas abiertas, asimismo, los materiales empleados permitirán un aislamiento térmico adecuado, manteniendo fresca la casa en temporadas de calor y más cálidas en temporadas de frío. De este modo, se disminuirá el uso de aires acondicionados y calefacciones. Las unidades serán instaladas por habitación.
Regla 119. En el APFF Yum Balam deberá realizarse separación de residuos de los siguientes tipos: orgánico, inorgánico, papel, plástico, metal, vidrio, madera y tela.	La separación de residuos del proyecto se realizará considerando la clasificación presentada en la regla 119.
Regla 120. En las porciones terrestres se deberá fomentar el uso de bicicletas y propiciar la creación de vialidades peatonales y ciclovías donde se combinen los elementos del diseño urbano con los elementos ambientales	Los ocupantes de la casa se transportarán a través de la isla mediante carritos de golf, buggy, bicicletas y caminando.
Capítulo XV De la subzonificación	
Regla 121. Con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad existente en el APFF Yum Balam, así como delimitar territorialmente la realización de actividades dentro de la misma, se establecen las siguientes subzonas: I. Subzona de Preservación Playas y Dunas Costeras de Isla Grande, comprende una superficie total de 414.7606 hectáreas, conformada por un polígono. II. Subzona de Preservación Playas de Punta Mosquito, comprende una superficie total de 76.1358 hectáreas, conformada por un polígono. III. Subzona de Preservación Humedales Isla Chica e Isla Grande, comprende una superficie total de 7 mil 450.2426 hectáreas, conformada por tres polígonos. IV. Subzona de Preservación Laguna Conil, comprende una superficie total de 8 mil 384.8422 hectáreas, conformada por un polígono. V. Subzona de Preservación Humedales Costeros, comprende una superficie total de 11 mil 183.4613 hectáreas, conformada por un polígono. VI. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Porción Marina, comprende una superficie total de 61 mil 826.5149 hectáreas, conformada por un polígono. VII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Arrecife Los Cuevones, comprende una superficie total de 941.6289 hectáreas, conformada por un polígono. VIII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande, comprende una superficie total de 4 mil 997.8360 hectáreas, conformada por un polígono. IX. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande, comprende una superficie total de 1 mil 154.0546 hectáreas, conformada por un polígono. X. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Laguna Conil, comprende una superficie total de 20 mil 904.9932 hectáreas, conformada por un polígono. XI. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Chiquilá Oeste, comprende una superficie total de 5 mil 668.7052 hectáreas, conformada por un polígono. XII. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Fracturas de Holbox, comprende una superficie total de 30 mil 042.3864 hectáreas, conformada por un polígono. XIII. Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, comprende una superficie total de 212.0833 hectáreas, conformada por un polígono. XIV. Subzona de Asentamientos Humanos Chiquilá, comprende una superficie total de 707.3804 hectáreas, conformada por un polígono. XV. Subzona	El proyecto cumple con esta regla, el predio se ubica en la Subzona de Asentamientos Humanos.

Regla	Vinculación
de Recuperación La Ensenada, comprende una superficie total de 87.2246 hectáreas, conformada por un polígono.	
Regla 122. Para el desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas a que se refiere la regla anterior, se estará a lo previsto en el apartado denominado Subzonas y Políticas de Manejo, del presente instrumento	El proyecto a desarrollar es compatible con las actividades permitidas para la subzona Asentamientos Humanos Holbox.
Capítulo XVI De las prohibiciones	
Regla 123. Dentro del APFF Yum Balam, queda expresamente prohibido: I. La fundación de nuevos centros de población; II. Modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riveras y vasos existentes; III. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua; IV. Desarrollar actividades contaminantes; V. El uso de drones, salvo para investigación científica, operación, manejo, administración y difusión sin fines de lucro; VI. Instalar o establecer espigones o cualquier estructura que modifique las corrientes marinas o provoque erosión de la costa; VII. 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; VIII. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras, así como las especies que se tornen ferales tales como perros y gatos, y IX. No se permite la disposición final de residuos tanto líquidos como sólidos dentro del Área Natural Protegida.	Con el proyecto no se realizará la fundación de nuevos centros de población. No se modificarán las condiciones naturales del acuífero ni de la cuenca hidrológica, tampoco se afectarán cauces naturales de corrientes o vasos existentes. No se realizará el vertimiento de contaminantes al suelo, subsuelo o cuerpos de agua, ya que se realizará un manejo integral de los residuos. No se contempla construir espigones en la costa. Los residuos serán dispuestos en sitios autorizados, en este sentido, no se verterán en ningún área natural ni en cuerpos de agua de la zona. No se realizará la introducción de especies exóticas de vida silvestre.
Capítulo XVII De la inspección y vigilancia	
Regla 124. La inspección y vigilancia para el cumplimiento de las presentes reglas administrativas corresponde a la SEMARNAT por conducto de la PROFEPA, en coordinación con la Semar, sin perjuicio del ejercicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal.	La presente regla es competencia de las autoridades ambientales.
Regla 125. Toda persona que tenga conocimiento de alguna infracción o ilícito que pudiera ocasionar algún daño a los ecosistemas del APFF Yum Balam, deberá notificar a las autoridades competentes de dicha situación, por conducto de la PROFEPA o a la Dirección del Área Natural Protegida, para que se realicen las gestiones correspondientes	Se dará cumplimiento a la presente regla.
Capítulo XVIII De las sanciones	
Regla 126. Las violaciones al presente instrumento serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA, sin perjuicio de las acciones legales que las autoridades competentes pueden iniciar contra las conductas sancionadas en el Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Se dará cumplimiento a la presente regla.

Con base en el análisis previo, se observa que el proyecto "*Villa Concha*" se ajusta a lo requerido y reglamentado en el Programa de Manejo de la reserva Yuem Balam. Cabe mencionar que, previo al diseño, se realizó el análisis de este instrumento, en consecuencia, fue posible establecer un proyecto compatible con las características ambientales de la zona y priorizando la conservación de elementos como el manglar.

III.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), se delimitaron con el objetivo de determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional; dichas áreas contienen una riqueza ecosistémica y específica mayor a la de otras zonas del resto del país, asimismo, poseen una integridad ecológica funcional relevante con oportunidades de conservación reales. El proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox Quintana Roo*, se encuentra en la región terrestre prioritaria, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam al norte del estado de Quintana Roo. Con el desarrollo del proyecto no se afectará ningún ecosistema de dicha región. Los materiales e insumos a utilizar para el establecimiento de las obras previstas, se obtendrán de proveedores autorizados por las autoridades correspondientes, con el fin de evitar la extracción ilegal de recursos naturales.

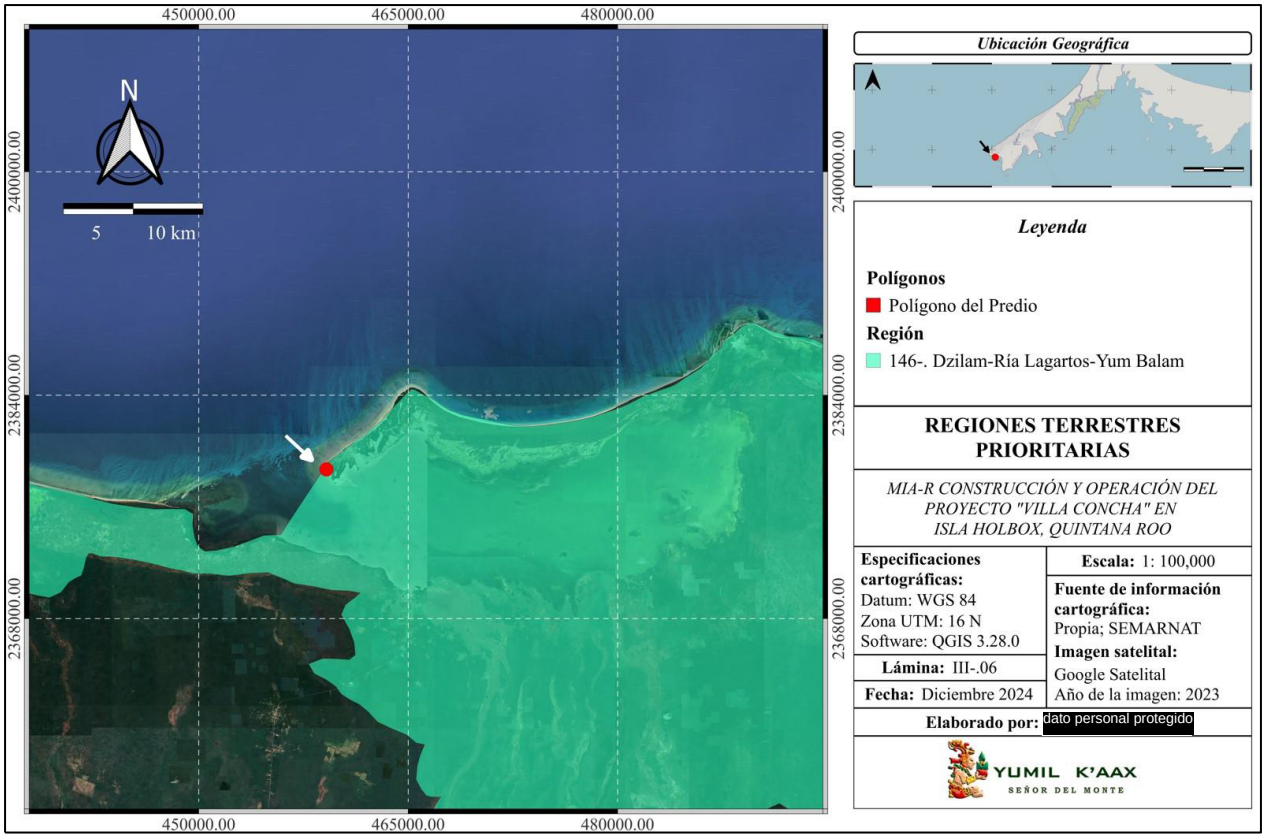


Lámina III.6. Ubicación del predio con respecto al región terrestre prioritaria 146.

En esta RTP, los problemas más significativos para la zona de Yum Balam son la tala de la vegetación nativa, la fragmentación del hábitat, la disminución de especies acuáticas, la disminución de poblaciones de mamíferos y aves, la disminución de poblaciones de árboles maderables, la alteración de los flujos de agua, la contaminación química, la disminución de las poblaciones de palma, la contaminación orgánica y por

desechos sólidos, el azolve, el cambio en la salinidad, los impactos a las poblaciones de tortugas marinas, la eutroficación, la disminución de las poblaciones de mangle, la disminución de cocodrilos, la introducción de especies exóticas, perturbación a aves y la disminución en la cobertura de la vegetación subacuática.

Considerando lo anterior, para el proyecto se adoptaron estrategias de construcción y se aplicarán medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, con el fin de no incrementar significativamente las problemáticas de la zona de Yum Balam. Con el proyecto:

- No se realizará la tala de vegetación arbustiva o arbórea nativa;
- Se aprovechará un área previamente impactada, por lo tanto no se generará la fragmentación de hábitat natural de la zona;
- No se desarrollarán obras dentro de cuerpos de agua o zona marina, así que no se generará la disminución de especies acuáticas;
- La construcción en el asentamiento humano no provocará la disminución de poblaciones de mamíferos y aves, debido a que se mantendrá la comunidad de manglar del predio que funge como hábitat de la fauna silvestre, además, se permitirá el tránsito de animales por el terreno aún con la obra edificada, la cual estará elevada a +1.50 m sobre el nivel del terreno. También se establecerán pasos de fauna en el cerco de giles de madera a instalar, lo que permitirá la circulación de la fauna desde el predio hacia áreas colindantes;
- La madera a utilizar en el proyecto se obtendrá de proveedores autorizados para la venta de este recurso, con el fin de no contribuir a la disminución de poblaciones de árboles maderables;
- La obra se edificará en una superficie terrestre previamente impactada. La estrategia constructiva de elevar la planta baja a +1.50 m sobre el nivel del terreno minimiza la alteración del drenaje natural del predio, con lo cual se asegura que no se modificarán significativamente flujos de agua en la zona;
- Se realizará el manejo integral de los residuos a generar y no se utilizarán pesticidas de productos no autorizados, lo anterior con el fin de prevenir la contaminación química del suelo o el agua;
- Con el proyecto no se realizará la extracción de especies de palmas nativas de la región, por lo tanto, no se favorecerá la disminución de sus poblaciones;
- El manejo integral de los residuos sólidos y líquidos a generarse evitarán la contaminación orgánica y la eutrofización del medio.
- No se construirán obras en sistemas acuáticos y no se establecerán estructuras en la playa, de este modo, no se generará azolve en cuerpos de agua o el mar; no se producirán cambio en la salinidad; no se afectará el hábitat de anidación de tortugas marinas y no se provocará disminución de cobertura vegetal subacuática.

- Se destinará como *área de conservación* del proyecto la comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar del predio; a través de esta medida se contribuye a no disminuir las poblaciones de mangle del ANP;
- El proyecto no se establecerá en sistemas lagunares en los que se puedan afectar el desarrollo de cocodrilos. En ningún monitoreo se registró la presencia de cocodrilos en el predio;
- El grupo de aves fue el mejor representado en el predio, con la mayor cantidad de individuos registrados. Esto se debe a su facilidad para desplazarse mediante el vuelo. Las especies se avistaron en la comunidad de manglar del terreno o en reposo sobre el cerco de malla sombra del predio; por lo tanto, conservar el manglar mantendrá hábitats para el desarrollo de las aves, contribuyendo a evitar la disminución de poblaciones silvestre de este grupo. La infraestructura de la casa podrá ser aprovechada para el reposo de aves, esta acción es común de observar en obras similares en la isla;
- No se realizará la introducción de especies exóticas en las áreas verdes circundantes de la villa.

Con base en los factores previamente listados, se concluye que el desarrollo del proyecto no contribuirá al aumento de la problemática ambiental en la zona Yum Balam de la RTP número 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam

III.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), es una comisión intersecretarial que tiene como objetivo coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica de México, a través de actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la comisión inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Derivado del programa, se elaboraron mapas del territorio nacional de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo. Con lo anterior, se identifican 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. También se identifican 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

Con el análisis de la información de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y su ubicación, se observa que el predio para el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox Quintana Roo* se encuentra cerca de la RHP 103 denominada Contoy, región que abarca una extensión de 2,785.2 km^2, con su principal poblado Cabo Catoche, Isla Holbox, Contoy, Punta Arena, Kantunil.

De acuerdo con la CONABIO, las actividades económicas principales son el turismo, la pesca y la explotación de sal. Posee recursos hídricos principales: lénticos: Laguna Yalaháu y Chacmochuk, lagunas costeras, ciénegas lóticas: aguas subterráneas. Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, palmar inundable, manglar, vegetación de dunas costeras, pastizal cultivado, sabana, tintal y tular. Diversidad de hábitats: dunas costeras, humedales, petenes, playas, estuarios y pastos marinos. La zona está considerada como una de las de mayor diversidad biológica y de endemismos. Aspectos económicos: pesquería de peces como boquinetes, pargos, mojarra, jurel, corvinas, roncador blanco, lizeta, lisa, raya, picuda, bagre, macabí y crustáceos como langosta y camarón; existen recursos de sal. Posee potencial turístico creciente y actividad pecuaria. Se registra la explotación forestal incontrolada.

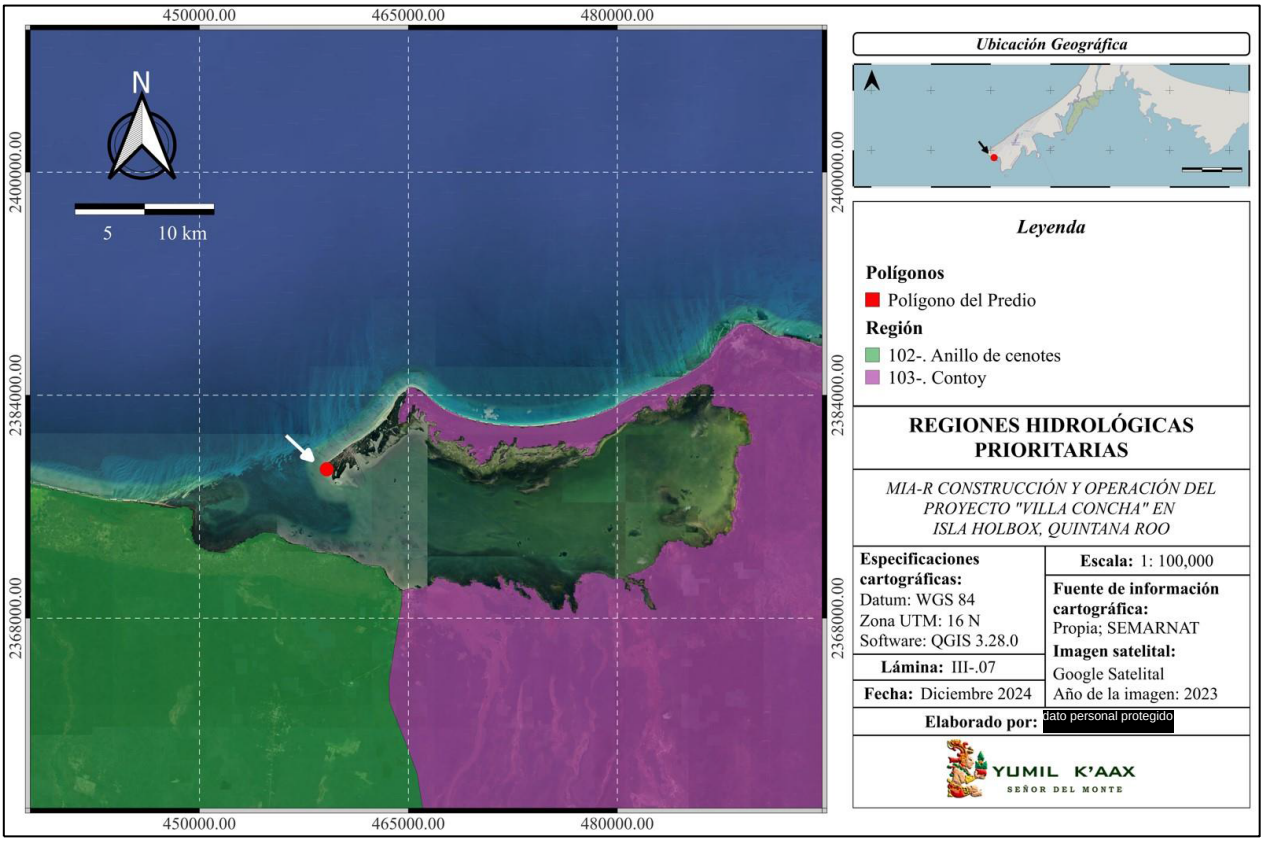


Lámina III.7. Ubicación del predio en la RHP 103 perteneciente a Contoy.

Entre las problemáticas de la RHP 103 se encuentra:

- **Modificación del entorno:** impacto por turismo y por la industria salinera. Prácticamente no existen ya cuerpos de agua dulce.

El proyecto a desarrollar no contempla actividades de la industria salinera. En cuanto al impacto por turismo, esto se debe por la modificación del paisaje y la afectación sobre elementos naturales, sin embargo, el proyecto a establecer se desarrollará en un predio inmerso en una zona urbanizada, la cual cuenta con la infraestructura para el goce de servicios básicos municipales, así como vialidades previamente establecidas, por lo tanto, con la construcción de la obra propuesta no se afectarán comunidades de vegetación arbórea o arbustiva de la región, debido a que se aprovechará un sitio previamente impactado. El manglar presente en el predio, representado por las especies *Conocarpus erectus y Avicennea germinans*, distribuidos de forma dispersa, no serán removidos del sitio, además, se realizará su monitoreo y cuidado constante para garantizar su conservación. La superficie de manglar del predio será delimitada como *área de conservación*.

- **Uso de recursos:** Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales

Durante el desarrollo del proyecto no se llevarán a cabo actividades forestales; no se prestarán servicios turísticos; y no se realizará pesca o actividad pecuaria. El agua se abastecerá al predio por medio de pipas, así que no se construirán pozos de extracción. La madera para las obras se obtendrá de proveedores autorizados para tal fin, con el fin de no promover la tala ilegal de cursos forestales.

Como actividades de Conservación se recomienda: conservar los mantos freáticos. Con el desarrollo del proyecto no se realizará extracción de agua por medio de pozos; el agua potable será abastecida por medio de pipas que obtendrán el recurso en la red municipal, además se realizará la recolecta de agua pluvial y se reutilizarán las aguas residuales tratadas, acciones con las que se reducirá la demanda de agua potable proveniente de redes municipales. También, como acción de protección del manto freático, se realizará el manejo integral de residuos para evitar su contaminación, asimismo, mantener áreas permeables en el predio permitirá la infiltración del agua pluvial y un buen drenaje natural.

Con base en lo previamente expuesto, el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox Quintana Roo* no contribuirá al aumento de las problemáticas ambientales en la RHP 103. Se implementarán medidas de manejo ambiental para evitar la generación de impactos ambientales que puedan afectar la calidad del agua de la zona.

III.2.4. Regiones Marinas Prioritarias

Debido a la amplitud de los ecosistemas marinos del país, se tiene poco conocimiento sobre los elementos e interacciones que los integran. Sin embargo, el poco conocimiento no le ha impedido al humano la sobreexplotación de dichos sistemas naturales, lo cual crea una problemática relevante al no tener una noción exacta de las afectaciones generadas sobre estas. Por lo anterior, existe la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México (RMPM), con apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Con este programa se delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas, consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad.

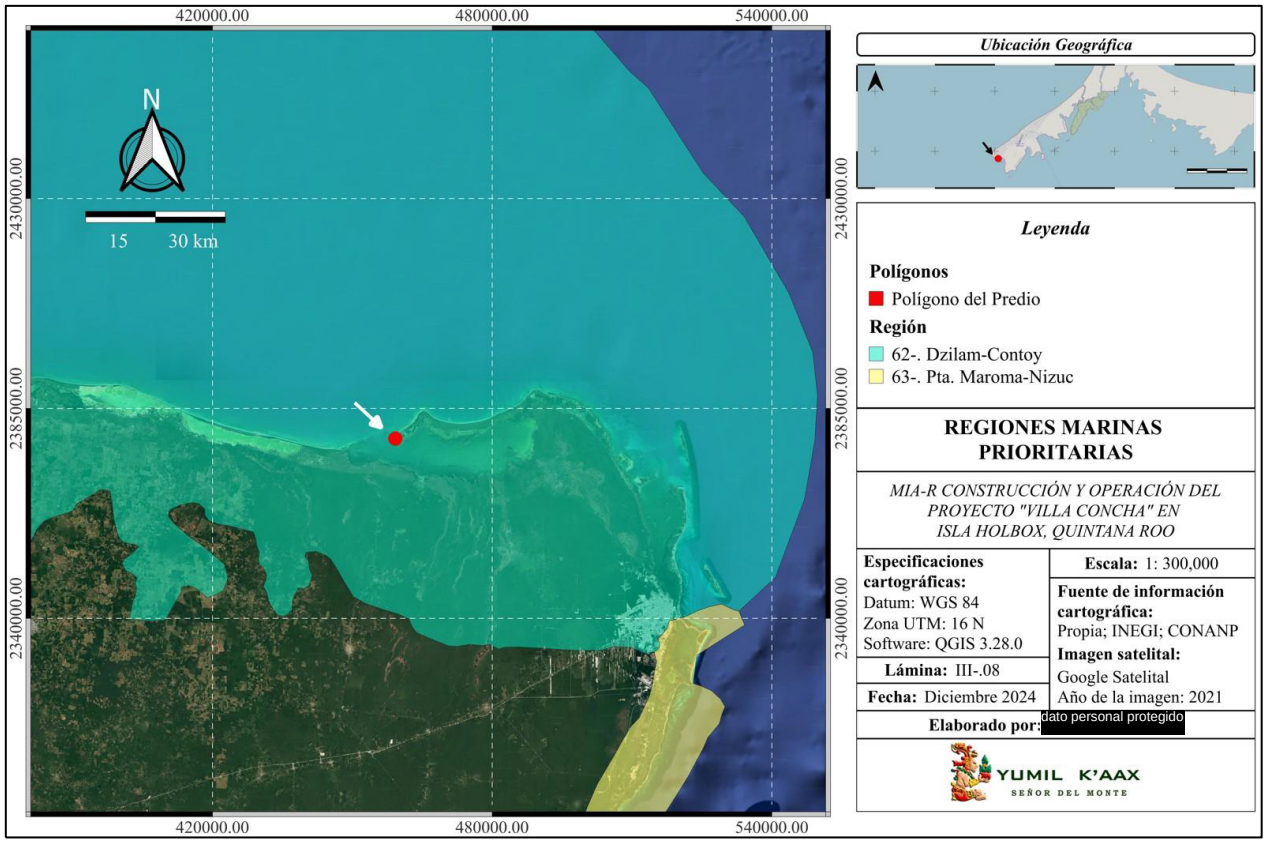


Lámina III.8. Ubicación del predio en la Región Marina Prioritaria Dzilam-Contoy.

El predio para desarrollar el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox Quintana Roo* se encuentra en la región marina prioritaria de Dzilam-Contoy, en la cual se identifica lo siguiente:

Problemática:

- **Modificación del entorno:** fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado.

Con el desarrollo del proyecto no se construirán obras en zonas marinas, por lo tanto, se asegura que no se afectará directamente arrecifes de coral ni pastos marinos. Para contribuir a evitar la contaminación del mar, se realizará el manejo integral de los residuos sólidos y líquidos durante la ejecución del proyecto.

- **Contaminación:** en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga. El proyecto no contempla la construcción de muelles o puertos. Para las actividades de la obra no se empleará petróleo y no se hará uso de ningún tipo de embarcación.
- **Uso de recursos:** presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

Para el desarrollo del proyecto no se contemplan actividades de pesca de ninguna especie marina.

Entre las actividades de Conservación para esta región están: probablemente exista un CAB (Centro de Actividad Biológica) en esta zona. Es de importancia ecológica por presentar ecosistemas de sostenimiento para muchos organismos. Incluye dos reservas: Ría Lagartos y Yum-Balam.

Con lo anterior se evidencia que el desarrollo del proyecto no contribuirá con el incremento de la problemática ambiental de la región marina prioritaria.

III.2.5. Sitios Ramsar

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas reconocidas a nivel internacional al poseer una asignación de acuerdo a los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte; la Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971, de ahí que se conozcan como sitios Ramsar.

La lista de Ramsar es la Red más extensa de áreas protegidas del mundo, pues existen más de 2.200 sitios Ramsar que abarcan más de 2,1 millones de kilómetros cuadrados en los territorios de las 169 partes Contratantes en todo el mundo; México posee 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 8,643,579 Ha. Actualmente, en México, la CONANP impulsa el cumplimiento de la Convención en los Sitios Ramsar que se encuentran dentro de Áreas Naturales

Protegidas Federales, y facilita los procesos para que todos los actores relacionados con los Sitios Ramsar fuera de Áreas Naturales Protegidas Federales, den cumplimiento a este compromiso internacional que, a través de los procesos ecológicos de los humedales, brinda beneficios a todos los mexicanos.

De acuerdo con el mapa de ubicación de los sitios Ramsar en México, el predio y el SAR del proyecto se encuentran dentro de un sitio Ramsar el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, en este sentido, el sitio Ramsar abarca el polígono del ANP.

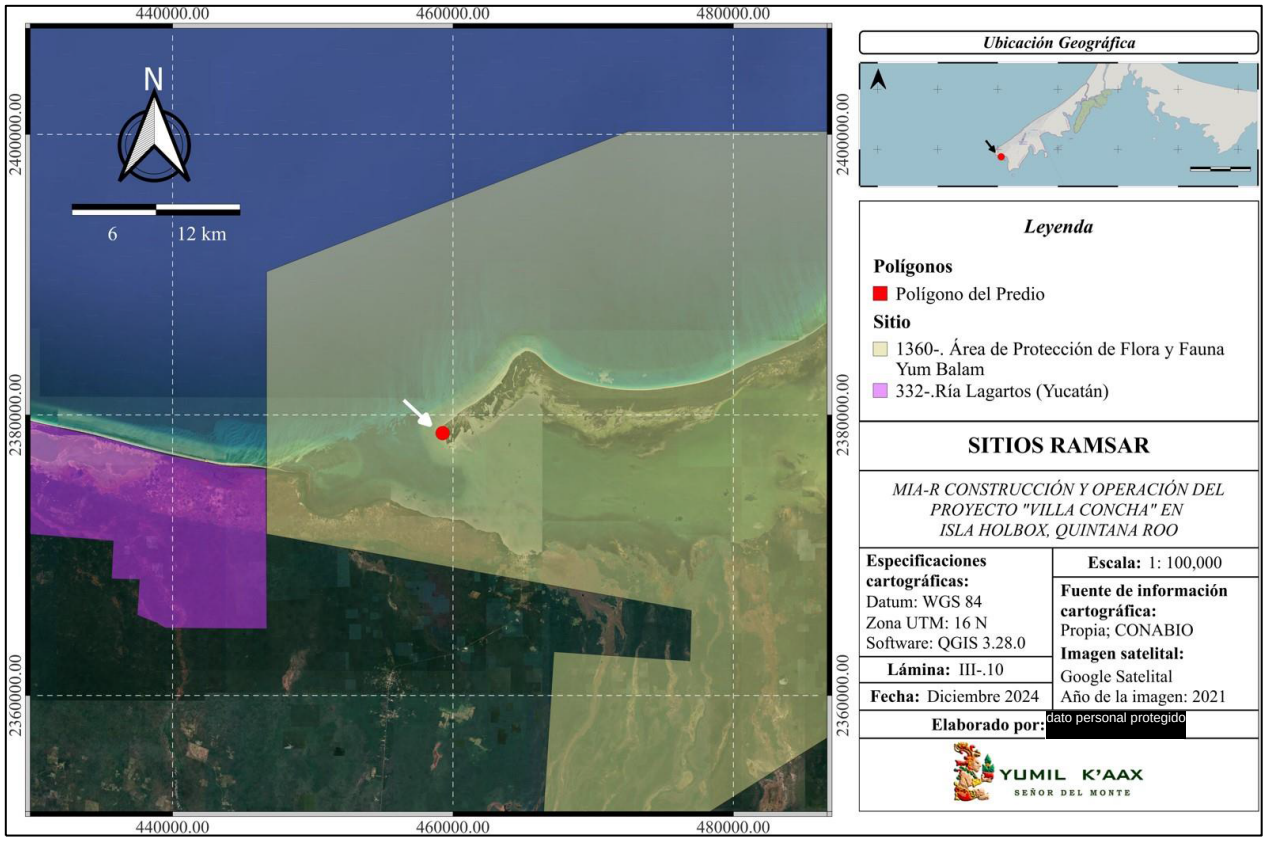


Lámina III.9. Ubicación de Isla Holbox con respecto al sitio Ramsar más cercano.

Yum Balam fue designada como sitio Ramsar el 2 de febrero de 2004 y es el n.º 1360. Es un Santuario de Vida Silvestre, integrado por una laguna costera y un mosaico de selvas bajos y medianos en la costa norte de la península de Yucatán; este sitio es el hogar de una rica fauna que incluye al jaguar (*Panthera onca*), el tapir de Baird (*Tapirus bairdii)*, cocodrilos (*Crocodylus acutus* y *C. moreletii*), tortugas marinas, manatíes americanos (*Trichechus manatus*), langostas espinosas (*Panulirus argus*) y el pavo ocelado (*Agriocharis ocellata*), considerado casi amenazado. Además de las selvas, destacan las comunidades vegetales de manglares y petenes.

Cuando se designó el sitio como humedal Ramsar, la pesca era la principal fuente de ingresos para los habitantes locales, pero también representaba el principal problema de la zona, ya que la intensidad de la pesca aumentó y las reservas disminuyeron. El turismo, la silvicultura, la ganadería y la agricultura eran de baja intensidad, aunque su impacto pudo crecer en los años siguientes. Sitio Ramsar.

Con el desarrollo del proyecto no se afectarán las comunidades de manglar ni la biodiversidad del sitio Ramsar señalado. En cuanto al manglar, se establecerá área de conservación en la que no podrá removerse ningún ejemplar de estas especies. La superficie de dicha área es de 685.485 m^2 representando el 41.03% de la superficie total del terreno. Durante el desarrollo de las distintas etapas del proyecto se implementará el Programa de Conservación del Manglar. El predio para el proyecto "*Villa Concha*" está dentro de un asentamiento humano, por lo tanto no se afectarán comunidades bien conservadas y no fragmentadas de otras subzonas de la isla.

III.2.6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo; mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio. El interés de establecer las AICA's, es que sea una herramienta de información útil para la toma de decisiones que contribuya a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como proveer datos de distribución y ecología, a los estudiosos de las aves y contribuir a fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

De acuerdo con la distribución de las AICA's, se observa que área para el desarrollo del proyecto "*Villa Concha*" y del SAR, se encuentra en el AICA Yum Balam con una superficie de 52,663.474003 ha y un registro de 341 especies. La región abarca la Laguna de Yalahau, los humedales y las selvas bajas y medianas de la porción norte del estado de Quintana Roo. Es la reserva de acuíferos más importante del noroeste de la península. La vegetación se caracteriza por la presencia de Selvas medianas subperennifolias, tintales, sabanas, y áreas de humedales con vegetación hidrófita. Bosque tropical subcaducifolio, pastizal, vegetación acuática y subacuática. Esta área se designó como AICA considerando que ocurren entre cuatro y seis especies en peligro, entre 19 y 27 amenazadas, entre 26 y 42 raras y entre 5 y 8 con protección especial. Endemismos de entre 10 y 14 especies.

Particularmente, en el predio donde se desarrollará el proyecto "*Villa Concha*" se registraron en total 12 especies de aves, entre las cuales una está sujeta a Protección Especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Vireo pallens* (vireo manglero). De acuerdo con Ebird.org, pese a su nombre, el vireo manglero es común en bosques con matorrales y matorrales en general de la Península de Yucatán; se

alimentan de insectos y frutos pequeños. El vireo se registró en la comunidad de manglar, por lo que proteger el mangle del predio contribuirá a mantener hábitat disponible para esta especie. Las otras especies avistadas en el predio ocuparon principalmente la comunidad de manglar; en este sentido, destinar como *área de conservación* del proyecto la superficie con mangle representa una acción que coadyuva en la conservación de especies de aves de la región, al mantener refugio, sitios de alimento y reproducción para estos organismos. La presencia de la casa no implicará el descenso de las poblaciones de las aves registradas, ya que éstas se han adecuado a la presencia humana y de infraestructura civil, motivo por el cual se pueden observar en distintos puntos del asentamiento humano de Holbox.

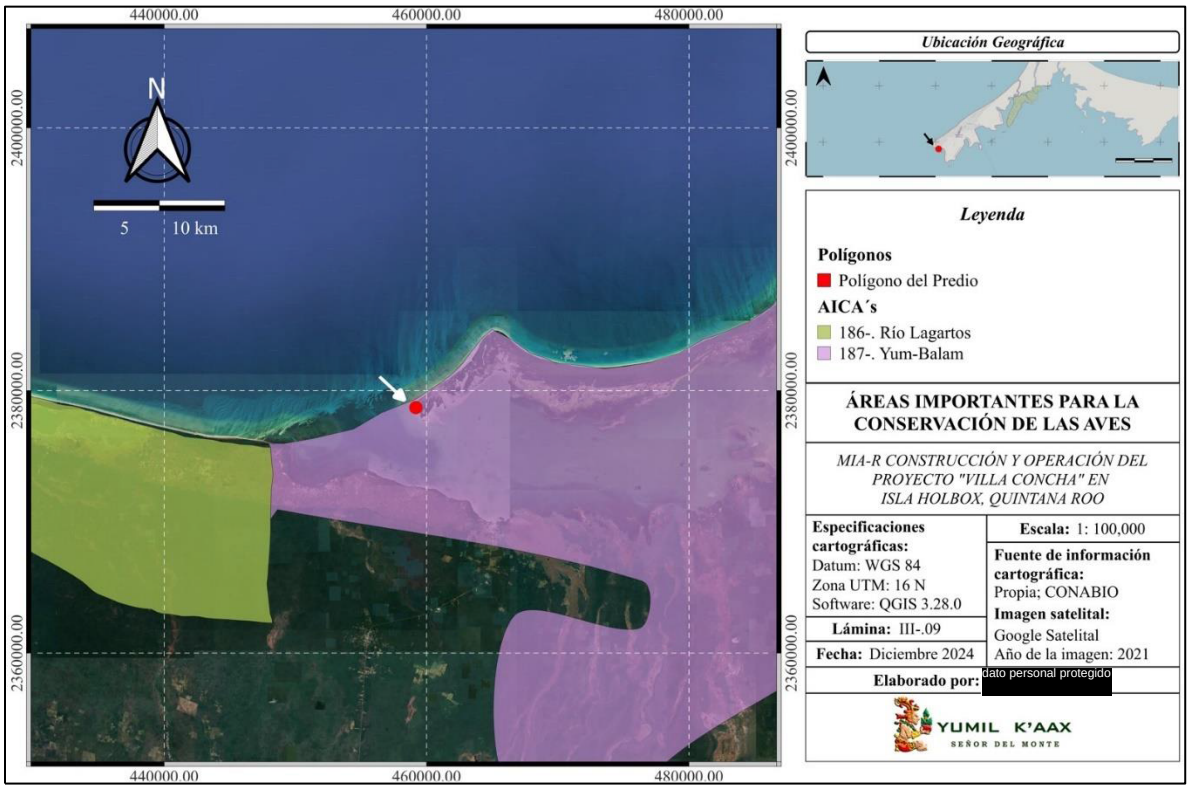


Lámina III.10. Ubicación del predio en el AICA Yum Balam..

Un ave a destacar en el predio es la Garza nocturna corona clara (*Nyctanassa violácea*) la cual se ha mantenido como residente del área de manglar del terreno. Sin embargo, ésta ha sido fotografiada sin problema y, ante la presencia humana, simplemente se desplaza a otros espacios de la comunidad de manglar o, en su caso, se retira del predio y posteriormente regresa al lugar. Esta garza generalmente inconspicua, descansa en árboles durante el día. Se alimenta nocturnamente, especialmente de cangrejos. Por lo tanto, la comunidad de manglar posee elementos que benefician su desarrollo. En este contexto, la protección del manglar garantiza el mantener el hábitat de esta especie.

Con el desarrollo del proyecto no se afectará ninguna de las áreas señaladas, asimismo, las especies de aves de la región no se verán afectadas por la construcción y operación del proyecto propuesto, debido a sus características que le permitirán armonizar con el entorno natural, además de que no se fragmentará ningún ecosistema natural y no se removerá vegetación arbustiva o arbórea del predio ni del SAR.

III.3. Leyes y reglamentos federales

III.3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es una norma que rige al país, siendo la "Ley suprema" del sistema jurídico mexicano. Promulgada el 5 de febrero de 1917 y entrando en vigor el 1ro de mayo del mismo año. La constitución contiene los principios y objetivos de la nación, establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos. Por lo anterior, y debido a que de ella emanan todas las leyes y reglamentos del país, de forma que no se contravenga a lo señalado en la Constitución, resulta de gran importancia realizar el análisis y vinculación del proyecto con dicho ordenamiento, para evidenciar que las obras y actividades no se contraponen a lo dispuesto en la Constitución.

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 4o. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	El proyecto a desarrollar no generará impactos significativos sobre el ambiente, ya que será establecido en un asentamiento humano con presencia de obras compatibles. Cabe mencionar que, parte de las medidas de mitigación de impactos ambientales por la construcción y operación del proyecto "*Villa Concha"* en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, prevén el manejo integral de residuos sólidos y líquidos para evitar la contaminación del sistema ambiental y de este modo garantizar un ambiente sano. Asimismo, se verificará que el equipo y maquinaria cumplan con los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera según las normas oficiales mexicanas aplicables. Las aguas residuales en etapa de operación se dirigirán a un biodigestor por el cual se captarán todas las aguas residuales. Lo anterior debido al desabasto de las líneas de descargas de aguas residuales de la Isla Holbox.
Artículo 27. Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes,	El promovente del proyecto "*Villa Concha"* tiene como compromiso el cumplimiento con las modalidades que dicta el interés público a la propiedad privada a través del cumplimiento de los criterios de regulación ecológica que contempla el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio. Teniendo en cuenta que las obras y actividades consideradas dentro del proyecto se desarrollarán en su mayoría en zonas de jurisdicción federal, la promovente

Artículo	Vinculación
intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional;… …y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley	hace constar que previo a cualquier actividad, obtendrá los permisos y autorizaciones aplicables en términos de ley.

III.3.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 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 y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. 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.

Por ello, los interesados en desarrollar obras y actividades dentro del territorio nacional y zonas de su jurisdicción, que por su naturaleza pudieran causar impactos sobre el ambiente, tendrán qué apegarse a las disposiciones de esta Ley, con el fin de proteger el medio ambiente y evitar generar desequilibrio ecológico.

Tabla III.12. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 1o. La presente 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 y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; …IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas; …V.- 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; …VI. - La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; …VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la	Con base en este artículo, es importante que para el desarrollo del proyecto se dé cumplimiento a las disposiciones de la LGEEPA, al fungir como un instrumento jurídico de control en materia ambiental. Durante la operación del proyecto *"Villa Concha*", se instalarán baños portátiles en etapa de preparación del sitio y construcción, así como el uso de biodigestor en etapa de operación y mantenimiento para el acopio y posterior tratamiento de aguas residuales, lo que favorecerá el destino y correcto tratamiento de aguas negras durante la ejecución del proyecto. Asimismo, se realizará el adecuado manejo de los residuos sólidos generados, evitando su dispersión en el sistema ambiental y evitando la contaminación del suelo o agua por acumulación de sustancias contaminantes.

Artículo	Vinculación
preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;	
Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;	El proyecto a desarrollar consiste en la construcción de una villa residencial que tendrá por nombre "*Villa Concha*" en la isla de Holbox, en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. La casa se edificará en el Predio 012, identificado con clave catastral 05040020131012000, el cual cuenta con una superficie de 1,670.68 m^2 y se ubica en la Manzana 0131, Zona 002, calle Paseo Carey al oeste de la Isla Holbox. El terreno colinda con la playa al oeste; cuenta con una superficie cubierta por comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar con presencia de *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*, catalogada como zona de humedal; el terreno se encuentra en un asentamiento humano en ecosistema costero dentro del ANP APFF Yum Balam. Por lo anterior, y con fundamento en las fracciones IX y XI del artículo 28 de la LGEEPA, se requiere tramitar la autorización en materia de impacto ambiental emitida por la SEMARNAT, motivo por el que se ingresa la presente MIA-R ante la DGIRA para su evaluación y posterior resolución. La zona donde se encuentra el predio cuenta con superficies desprovistas de vegetación, vías de arena (como en toda la isla) previamente establecidas para las actividades humanas que se desarrollan en la zona, obras civiles como residencias y clubes de playa. Cabe señalar que, la zona es frecuentada debido a que, a menos de 70 m, del lado de la costa, se encuentra Playa Punta Cocos, un sitio turístico de buena demanda que cuenta con mobiliario no permanente en la zona de playa. Asimismo, la zona está rodeada aún de diversos elementos de vida silvestre en buen estado de conservación, siendo uno de los lugares con menor infraestructura urbana del poblado de Holbox. Por tal motivo, se requiere realizar la evaluación de impactos ambientales para proponer las medidas de prevención y mitigación de impactos, con el objetivo de coadyuvar en la protección y conservación de los componentes ambientales del ANP APFF Yum Balam, así como evitar el desequilibrio ecológico del ecosistema costero.
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En cumplimiento de la disposición señalada, se ingresa a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental, modalidad regional. El documento contiene los apartados señalados por la Ley y la guía de elaboración de la MIA-R puesta a disposición por la SEMARNAT vía electrónica.

Artículo	Vinculación
Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.	
Artículo 88. Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios: I. Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico; II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico; III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.	En el proyecto, el tratamiento de aguas residuales en la etapa de operación se realizará por medio de la instalación de un biodigestor a través del cual se captarán todas las aguas residuales generadas en los baños. Lo anterior debido al desabasto de las líneas de descargas de aguas residuales de la Isla Holbox. Para el agua de la alberca, se solicitará el servicio de recolecta de aguas residuales, quien será encargado de transportar el agua hasta los sitios de tratamiento; a este servicio se accede fácil debido a que en la isla existen otros proyectos con presencia de albercas o unidades que requieren el retiro de agua negra o gris. En la etapa de construcción, el agua será acopiada en sanitarios portátiles; el retiro, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades, quien prestará el servicio de limpieza.
ARTÍCULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas; IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y	Durante la construcción del proyecto se usarán sanitarios portátiles para el acopio de aguas residuales (aguas negras). Su tratamiento y disposición final estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades. En etapa de operación, se instalará una un biodigestor por el cual se caparán todas las aguas residuales. Lo anterior debido al desabasto de las líneas de descarga de aguas residuales de la Isla Holbox.
ARTÍCULO 120.- Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local: VI. Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos; y VII.- El vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, en cuerpos y corrientes de agua.	No se realizará vertimiento de aguas residuales en el suelo o cuerpos de agua de la región. Las aguas residuales serán enviadas al sitio de acopio correspondientes para su posterior disposición final; para la etapa de operación se instalará un biodigestor por el cual se caparán todas las aguas residuales. Lo anterior debido al desabasto de las líneas de descargas de aguas residuales de la Isla Holbox. El agua tratada se dispondrá en un almacén de aguas tratadas desde donde será distribuido a distintas áreas de la casa para su reúso. Los lodos serán dispuestos en un registro desde el cual serán recolectados durante el mantenimiento de la cavidad; los residuos podrán disponerse como abono de jardín o enviarse al relleno sanitario municipal.

Artículo	Vinculación
	En la etapa de construcción se usarán sanitarios portátiles para el acopio de aguas residuales (aguas negras). Su tratamiento y disposición final estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades.
ARTÍCULO 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	La ecotecnología de drenaje disminuye la emisión de aguas residuales y contaminantes orgánicos que sean perjudiciales para el medio terrestre y acuático, llevando el agua desde los servicios sanitarios hasta el biodigestor para ser tratadas. El agua residual tratada será reutilizada para otras áreas de la casa como los baños.
ARTÍCULO 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, luz intrusa, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	Para la construcción y operación del proyecto se dará cumplimiento a las normas oficiales mexicanas aplicables, para no rebasar los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera y el ambiente.

III.3.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la LGEEPA, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal, por lo tanto, es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones del ordenamiento:

Tabla III.13. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Q) Desarrollos Inmobiliarios que Afecten los Ecosistemas Costeros: Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales	El proyecto consiste en la construcción de una villa que se establecerá en un predio asentado en un ecosistema costero; específicamente en el asentamiento humano de Holbox, subzona que integra el ANP APFF Yum Balam. Por lo anterior, el proyecto se apega a lo dispuesto en el inciso Q e inciso S, siendo una obra a evaluar de competencia federal, motivo por el cual se ingresa la

Artículo	Vinculación
y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de: c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros. S) Obras en áreas naturales protegidas: Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, con excepción de: c) Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables, y d) Construcciones para casa habitación en terrenos agrícolas, ganaderos o dentro de los límites de los centros de población existentes, cuando se ubiquen en comunidades rurales.	presente MIA-R para solicitar autorización en materia de impacto ambiental para la ejecución del proyecto.
Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización**.**	En cumplimiento del artículo 9° se presenta la manifestación de impacto ambiental modalidad regional para solicitar la autorización del proyecto en mención.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.	Se presenta la manifestación de impacto ambiental en modalidad regional.
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada	Debido a que el proyecto se establecerá en una región ecológica determinada, limitada por un sistema ambiental regional homogéneo en sus características terrestres, conformada por un paisaje urbanizado que combina elementos naturales con componentes de origen antrópico, se presenta la MIA en modalidad regional. El sistema ambiental regional abarca a la localidad de Holbox, la cual corresponde a la subzona de Asentamientos Humanos Holbox del ANP APFF Yum Balam, al ser la región en donde va a interactuar la obra y el personal involucrado para su construcción y operación, así como el paso de vehículos para el transporte de materiales. El desarrollo de un proyecto habitacional en una isla repercute directamente en las condiciones sociales, ambientales y económicas de la zona. La casa construir es una obra compatible con los usos permitidos en la subzona de acuerdo con el Programa de Manejo del ANP; el proyecto involucra actividades similares a las desarrolladas en otras obras en el poblado de Holbox.

III.3.4. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Los preceptos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental son reglamentarios del artículo 4to Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. Por lo tanto, mediante esta Ley se regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos, mecanismos y procedimientos correspondientes.

Tabla III.14. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
6°. - No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	Para no generar daño al ambiente, se presenta la MIA-R con la evaluación de impactos ambientales y la propuesta de medidas de mitigación por la ejecución del proyecto en mención, en cumplimiento de la fracción I del artículo 6º de la Ley. Cabe mencionar que, con el desarrollo del proyecto se aplicará una serie de medidas de mitigación de impactos a fin de evitar generar daños irreversibles sobre los elementos naturales del sistema. Entre las medidas consideradas están: • Manejo integral de los residuos a generar. • Control de emisiones a la atmósfera. • Verificación de la maquinaria y equipo para evitar fugas de gases y sustancias peligrosas. • No realizar actividades no previstas en la MIA-R. • Capacitar a los trabajadores en materia de prevención y mitigación de impactos. • Garantizar el tratamiento de las aguas residuales respetando los límites máximos permisibles de las normas oficiales mexicanas, para prevenir contaminación del ambiente.

III.3.5. Ley General de Bienes Nacionales

Ley General de Bienes Nacionales tiene por objeto expedir la normatividad encargada de regular el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados. Entre los cuales destaca precisar los bienes que serán considerados como nacionales, sujetos al régimen de dominio público y los de uso común; señalar que las concesiones, permisos y autorizaciones sobre bienes de dominio público no crearán derechos reales, si no que otorgarán simplemente el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones de acuerdo a sus condiciones.

Tabla III. 15. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 3.- Son bienes nacionales: I.- Los señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo; 42, fracción IV, y 132 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; II.- Los bienes de uso común a que se refiere el artículo 7 de esta Ley .	El proyecto se desarrollará en un predio de régimen privado, por lo tanto, no se aprovechará superficie de bienes nacionales.
Artículo 8.- Todos los habitantes de la República pueden usar los bienes de uso común, sin más restricciones que las establecidas por las leyes y reglamentos administrativos. Para aprovechamientos especiales sobre los bienes de uso común, se requiere concesión, autorización o permiso otorgados con las condiciones y requisitos que establezcan las leyes. El acceso a las playas marítimas y la zona federal marítimo terrestre contigua a ellas no podrá ser inhibido, restringido, obstaculizado ni condicionado salvo en los casos que establezca el reglamento.	Con el desarrollo del proyecto no se afectará y tampoco se obstaculizará el paso por zona federal marítima terrestre colindante con el oeste del predio.

III.3.6. Ley de Aguas Nacionales

Como ordenamiento reglamentario del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales, se encuentra la Ley de Aguas Nacionales, la cual tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Esta Ley es de observancia general en todo el territorio nacional y sus disposiciones son de orden público e interés social, por lo tanto, sus disposiciones son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo, también son aplicables a los bienes nacionales señalados en la Ley.

Tabla III.16. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
17.- Es libre la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales superficiales por medios manuales para uso doméstico conforme a la fracción LVI del Artículo 3 de esta Ley, siempre que no se desvíen de su cauce ni se produzca una alteración en su calidad o una disminución significativa en su caudal, en los términos de la reglamentación aplicable. No se requerirá concesión para la extracción de aguas marinas interiores y del mar territorial, para su explotación, uso o aprovechamiento, salvo aquellas que tengan como fin la desalinización, las cuales serán objeto de concesión.	No se realizará la construcción de pozos de extracción de agua dulce. El agua del proyecto se obtendrá por medio de abastecimiento a través de pipas, para llenar la cisterna de la casa. De forma complementaría se realizará captación de agua de lluvia y se reutilizará el agua residual tratada proveniente del biodigestor. Estas medidas contribuyen a reducir el consumo de agua potable proveniente de una red municipal y, con ello, reduce la demanda de pipas para llenado de la cisterna. El agua utilizar para el llenado de la alberca (pisicna), recibirá tratamiento para evitar su desagüe constante, y así reutilizar el agua y evitar el desperdicio de la misma.

III.3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. Las disposiciones de este reglamento se aplican a las aguas continentales y la regulación en materia de preservación y control de la calidad del agua se aplica también a las aguas de las zonas marinas mexicanas que define como tales el artículo 3º de la Ley Federal del Mar.

Tabla III.17. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	La instalación de sanitarios portátiles, así como el uso de Biodigestores para el tratamiento de las aguas residuales contribuirá a prevenir la contaminación de aguas de la región y el suelo. Las aguas provenientes de sanitarios no se descargarán directamente al manto acuífero o cuerpos de agua. En caso de requerir el vertimiento de aguas excedentes del biodigestor se solicitará concesión ante la Comisión Nacional del agua.
151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	Las aguas residuales de los sanitarios portátiles en etapa de construcción serán responsabilidad de la empresa arrendadora quien se encargará de su tratamiento y disposición final. Se garantiza que no se verterán aguas residuales o residuos sólidos en el suelo o cuerpos de agua. En etapa de operación, el agua proveniente del biodigestor se reutilizará en baños de la casa. Los lodos generados por el tratamiento de aguas residuales de *Villa Concha* serán dispuestos en un registro de lodos, desde donde se recolectará para transferirlo al relleno sanitario municipal o, en su caso, utilizarlo parcialmente para los jardines, siempre y cuando se le brinde el tratamiento señalado por el proveedor del biodigestor.

III.3.8. Ley General de Vida Silvestre

Ley que establece las disposiciones para el aprovechamiento sustentable, protección y conservación de la vida silvestre y su hábitat en el país y las zonas en las que la Nación ejerce su jurisdicción. Es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales.

Tabla III.18. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
4o.- Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	El proyecto se establecerá en un predio previamente impactado, específicamente los sitios de desplante no cuentan con cobertura vegetal arbustiva o arbórea, ni poblaciones estables de fauna silvestre, ya que la mayoría de los ejemplares de animales registrados en el sitio estaban de forma temporal, ya que se desplazaban

Artículo	Vinculación
	a las comunidades de vegetación de predios colindantes, donde los parches son más grandes y continuos a comparación de los fragmentos de manglar del predio. En cuanto a la vegetación a impactar con la construcción del edificio, el área con cubierta de plantas a ocupar corresponde a hierbas, las cuales serán removidas por medio manual en los sitios de impacto directo. Para garantizar la protección de las especies de vida silvestre de la isla, se deben aplicar medidas que no pongan en riesgo la existencia o permanencia de éstas. Para la fauna silvestre se prevé ahuyentar a los ejemplares que transiten por el área de trabajo durante la construcción; la afectación de las plantas herbáceas será parcial y solo en los sitios de desplante directo, esta acción no compromete la estabilidad de las especies en Holbox, debido a que los pastos y herbáceas están bien representados por todo el asentamiento humano, además, por su estilo de vida y reproducción poseen facilidad para colonizar sitios impactados. Por lo general, la afectación de plantas herbáceas, en especial pastos, se produce de manera parcial debido a que los individuos se dispersan por estolones, permitiendo que los ejemplares se expandan y se propaguen sin necesidad de semillas, por lo tanto, no necesariamente se remueven individuos completos. En general, se tomará la medida de prohibir la extracción de flora y fauna silvestre del predio o cualquier zona del SAR. En caso de requerir la reubicación de un animal que represente un riesgo para el ser humano, será a través de personal especializado, aunque se priorizará solicitar la intervención de los guardaparques del ANP APFF Yum Balam para garantizar el buen manejo de los individuos y reubicarlos en sitios permitidos y con capacidad para albergar la fauna rescatada. En el predio se distribuye una comunidad de manglar, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*, las cuales se encuentran listadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010. Para garantizar la protección del manglar, se destinará como *área de conservación* del proyecto. El mangle no será removido ni modificado.
60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, 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 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 las características y servicios ecológicos. Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto	En cumplimiento de este artículo, no se removerá, trasplantarán ni se podarán los ejemplares de manglar presentes en el predio (*Conocarpus erectus y Avicennis germans).* Se garantiza su conservación mediante la restricción de construcción, la cual se realizará fuera de la superficie cubierta con manglar. Asimismo, con el desarrollo de las obras propuestas no se realizará el relleno de las zonas donde se encuentra el manglar, tampoco se afectará el flujo hidrológico que nutre al mangle. Con la construcción y operación del proyecto no se afectarán especies de manglar ni comunidades estables de estas de la región.

Artículo	Vinculación
proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.	La casa, al estar elevada a +1.50 m reduce la superficie de impacto directo sobre el suelo, con lo cual se minimiza la alteración del drenaje natural del terreno. Por lo anterior, se mantendrán zonas de escurrimiento natural que permiten el flujo hacia la comunidad de manglar. Cabe señalar que, dentro de la comunidad de manglar del predio, existe una zona inundable que no rebasa los 20 cm; el agua estancada de esta superficie proviene de la lluvia, del aumento del nivel freático y, ocasionalmente, del aumento de mareas con la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos. Por ello, al no construir ninguna obra dentro del manglar ni del lado oeste del terreno, se garantiza que no se obstruirán las fuentes de agua que nutren al mangle. Otros factores a considerar, que evidencian que el proyecto se ajusta a lo dispuesto en el artículo 60 TER, son los siguientes: ▪ Con el desarrollo del proyecto no se contempla realizar remoción o trasplante de los ejemplares de mangle identificados dentro del predio. Se mantendrá un área de conservación de 685.485 m^2 equivalentes al 41.03% de la superficie total del predio. ▪ No se llevarán a cabo actividades de poda que pongan en riesgo o afecten el desarrollo de los individuos de manglar presentes en el predio. ▪ Con el desplante del proyecto no se afectará la integralidad del flujo hidrológico del manglar por lo siguiente: no se construirán obras dentro del área de conservación, con excepción del camino elevado sobre postes de madera, las cuales no interfieren con el flujo de agua del terreno. ▪ Mediante estudio geohidrológico se determinó que la obra no afectará con el escurrimiento natural del terreno ni modificará las corrientes subterráneas, tampoco afectará vasos de descarga de aguas superficiales. Por lo tanto, no se afectará la integralidad del flujo hidrológico que alimenta al manglar presente en el predio. Además, la casa estará sobre estructuras de soporte y pilotes, reduciendo el impacto directo sobre el suelo, manteniendo mayor superficie con el suelo en condiciones naturales. ▪ Los ejemplares de manglar en el predio se mantendrán en su sitio de desplante original. Dicha comunidad se sumará a los parches aislados de la zona que, en conjunto, forman un corredor fragmentado en ciertas zonas, de manglar. ▪ Conservar las especies de manglar brindará servicios ambientales importantes para el ecosistema natural, de soporte (fijación del suelo, hábitat y sitios de reproducción de fauna silvestre); de regulación (regulación de temperatura, de la calidad del agua, barrera contravientos y de captura de carbono), así

Artículo	Vinculación
	como culturales (especies banderas apreciadas en las zonas costeras de Quintana Roo). ▪ Para garantizar que la zona de influencia del manglar no será afectada significativamente, se realizará el manejo integral de los residuos que impidan la contaminación del suelo y área de conservación. Si bien, se construirán obras cerca de los ejemplares de manglar, el desplante de dichas estructuras no afectará las raíces ni la zona permeable que bordea cada a ejemplar. ▪ Con el desarrollo del proyecto no se afectará la productividad de los ejemplares de manglar presentes, los cuales son individuos adultos. Debido a que no se llevará a cabo aprovechamiento extractivo de las especies, en este sentido, los ejemplares se mantendrán con sus características actuales. Los residuos generados por dichos ejemplares se mantendrán en su sitio de caída, permitiendo la transformación de nutrientes y, por ende, el abono natural al suelo. ▪ El predio para el proyecto se encuentra inmerso en un asentamiento urbano, en la que existen obras similares a las que se plantean establecer. Sin embargo, para el proyecto se mantendrá un *área de conservación*, lo que contribuirá a reducir la fragmentación de las comunidades vegetales que aún se mantienen presentes en la zona. ▪ Conservar la comunidad de manglar también se considera una medida de adaptación ante el cambio climático, al ser comunidades que contribuyen con la captura de carbono y regulación de temperatura, además de fungir como amortiguadores de inundaciones y barreras contra el viento. ▪ Con el proyecto establecido, se garantizará que no se realice extracción de ejemplares de manglar, además, al limitar el paso de personas al predio ya no se realizará depósito de residuos sólidos que potencialmente contaminarán la comunidad vegetal del predio. Actualmente, al no existir un control, la gente ingresa al predio, afectando el área de manglar, además de verter distintos residuos en la zona. Por ello, es importante que el proyecto se desarrolle, ya que, de este modo, el promovente tomará acciones preventivas que beneficiarán el mantenimiento de la comunidad de manglar. ▪ Se realizará el manejo integral de residuos generados con el proyecto y se mantendrá limpia el área de conservación, del cual, se retirarán todos los residuos sólidos que actualmente se encuentran en el sitio. Asimismo, se evitará que turistas accedan al predio para usarlo como sanitario erradicando de este modo el fecalismo al aire libre. ▪ Se implementará el Programa de Conservación del manglar.

III.3.9. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Tabla III.19. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
ARTÍCULO 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para: I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos; II. Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana: …IV. Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos; V. Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia; VII. Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados; VIII. Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión	Para dar cumplimiento a las distintas fracciones del artículo 1, durante el desarrollo del proyecto: -Se identificarán los distintos tipos de residuos que se generarán durante el desarrollo del proyecto. -Se identificarán las fuentes generadoras para intentar reducir la emisión de residuos. -Se clasificarán los residuos a generar. -Se instalará la infraestructura necesaria para el acopio de los residuos generados. -Se instalarán sanitarios portátiles para el manejo de aguas residuales. -Las aguas residuales de los sanitarios portátiles serán transportadas, tratadas y dispuestas finalmente en sitios autorizados, a cargo de la empresa arrendadora de las unidades. -Se valorizarán los residuos susceptibles a reúso y reciclaje. -Los residuos no podrán ser vertidos o dispersados en áreas naturales o sitios no autorizados. -Deberá verificarse que la infraestructura para el manejo de residuos esté en buenas condiciones para evitar fuga de lixiviados y sustancias peligrosas. -Los residuos se dispondrán finalmente en sitios autorizados. -Los residuos peligrosos deberán recibir un manejo conforma a lo dispuesto en la NOM-052-SEMARNAT-2005. -Se instalará un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales.

Artículo	Vinculación
integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, de conformidad con las disposiciones de esta Ley;	
ARTÍCULO 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Durante el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento al presente criterio, clasificando los residuos en orgánicos e inorgánicos. Se aplicará el programa de manejo integral de residuos del proyecto. De este modo, se contribuirá con el control y manejo adecuado de los residuos generados en sus instalaciones, asimismo, se instalará la infraestructura adecuada para el almacén temporal de los residuos.
ARTÍCULO 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.	Para el desarrollo del proyecto se ejecutará un programa de manejo de los residuos, presentado en los anexos de esta MIA-R. La clasificación se realizará de conformidad con los instrumentos jurídicos aplicables en materia de manejo de residuos.
ARTÍCULO 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	Para el desarrollo del proyecto se contempla instalar contenedores con tapa para el acopio de residuos sólidos; para el manejo de los residuos líquidos se hará uso de los sanitarios portátiles y la instalación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales. Para el proyecto no se considera la generación significativa de residuos peligrosos, sin embargo, aquellos generados como residuos de pintura, aceites y pilas, serán dispuestos en un almacén temporal de residuos peligrosos en contenedores con las características que señale la NOM-052-SEMARNAT-2005. Los residuos peligrosos no se mezclarán con otro tipo de residuos.
ARTÍCULO 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	Para el desarrollo del proyecto se contempla realizar un adecuado manejo de los residuos a generarse, a fin de evitar la contaminación de los elementos naturales que integran al ambiente. En caso de detectarse un evento de contaminación del suelo o del agua a causa de las actividades del proyecto, el promovente deberá dar cumplimiento a lo dispuesto en el presente artículo. Entre las medidas que deberán implementarse en caso de contaminación será aplicar programas de remediación. En caso de contaminar el suelo y que esto produzca erosión o deterioro significativo la promovente deberá elaborar y ejecutar un programa de remediación de suelos.
ARTÍCULO 95.- La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	Para el desarrollo del proyecto se realizará un manejo integral de los residuos con base en las disposiciones de diferentes instrumentos jurídicos: leyes federales y sus reglamentos, leyes estatales y municipales, Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio y Normas Oficiales Mexicanas

III.3.10. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Ordenamiento que rige todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. Tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Tabla III.20. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
ARTÍCULO 17.- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.	Para el desarrollo del proyecto se ejecutará un programa de manejo integral de los residuos, el cual se anexa a la presente MIA-R. El programa se elaborará y ejecutará en cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables.

III.3.11. Ley General de Cambio Climático

La generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se considera como el aporte negativo más relevante que contribuye con el cambio climático, sin embargo, durante el desarrollo del proyecto, en cantidades poco significativas, se generará principalmente CO_2. Con el desarrollo del proyecto serán generados en cantidades mínimas, principalmente por el uso de energía eléctrica, por lo que no afectarán la calidad del aire de la zona, la cual se mantiene como buena.

Por las dimensiones del proyecto y su período de uso eventual, los GEI se generarán en cantidades poco significativas principalmente por el uso de maquinaria en etapa de construcción, y por la generación de residuos y el alojamiento de la familia en etapa de operación. No obstante, se aplicarán medidas que reduzcan las emisiones a la atmósfera, por ejemplo, se verificará que el uso de maquinaria respete los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera; el uso de un biodigestor autolimpiable de 1300 L y el manejo integral de residuos sólidos. Asimismo, se hará ahorro de energía y de agua empleando equipos ahorradores en el sistema eléctrico y sanitario de la villa. El diseño del proyecto fue establecido con base en distintos criterios como funcionalidad, estética, paisaje, orientación y gusto personal del promovente de la obra. Asimismo, se contemplaron las características del predio como superficie disponible para aprovechamiento, áreas por conservar, tipo de suelo, vegetación presente y especies protegidas. Además, se contemplaron eco técnicas para prevenir y mitigar los impactos a generar, o reducir la cantidad de estos. Como resultado, se obtuvo un proyecto viable, distribuido de manera que reduzca el impacto en el predio.

Se ha estimado que alrededor del 39% del CO_2 emitido a la atmósfera proviene de la construcción comercial y residencial, debido al uso de ciertos materiales que intervienen en la construcción de edificios y viviendas convencionales. Para reducir las emisiones se requiere emplear materiales que requieran menor uso de combustibles fósiles para su producción, como la madera, asimismo, reducir el uso de maquinaria para

minimizar las emisiones a la atmósfera de dichas unidades. En cuanto a su ocupación, se ha estimado que una vivienda social requiere 166.6 kWh/m2 al año y genera hasta 79.5 kg de CO_2/m2 al año (Rodríguez, 2015). La cantidad de emisiones dependerá del uso de la vivienda, en este caso, en residencias vacacionales el uso se limita a períodos cortos al año, lo que reduce la generación de CO_2, aunado a que, para el proyecto "*Villa Concha*" se contempla el uso de equipos ahorradores de energía eléctrica y agua potable.

Las principales emisiones de CO_2 de una persona deriva de la combustión de combustibles fósiles (carbón, gas natural y petróleo), para generar energía para el transporte y uso de ciertos equipo en el hogar. Se considera que en una vivienda, se genera mayor cantidad de CO_2 en la cocina, por el uso de electrodomésticos. En España, la Universidad de Alcalá estimó una media de 940 kgCo_2e por hogar, a lo cual habría que añadirle la calefacción y otros dispositivos no eléctricos. Tan solo en la cocina, se calculó una emisión de 808 kgCO_2e, por el uso de energía eléctrica para calentar o conservar alimentos. El refrigerador, por ejemplo, puede liberar 161 kgCO_2e de forma ininterrumpida. Los televisores pueden emitir entre 112 y 29 kgCO_2e; una lavadora emite entre unos 62 kgCO_2e de CO_2; otros electrodomésticos como microondas y equipos como consolas de videojuegos, emiten entre 56 y 11 KgCo_2e.

Por lo anterior, con la finalidad de reducir las emisiones de CO_2 dentro de las actividades de una vivienda se recomiendan acciones como: desconectar equipos que no estén en uso; usar lo menos posible electrodomésticos como microondas; usar la lavadora con mayor carga de ropa y el agua a temperatura ambiente; emplear un refrigerador de acuerdo a las necesidades y tratar de almacenar la mayor cantidad de alimentos y tener bien cerrada la puerta, para mantener mejor la temperatura; o emplear calefacción en sitios donde no se requiera; disminuir el uso de televisores y desconectarlos al término de su uso.

El proyecto "*Villa Concha*", consiste en la construcción de una residencia vacacional, por ello, su principal función será la de albergar una familia de 10 integrantes en ciertos períodos del año, tiempo en el que se realizarán actividades de preparación y consumo de alimentos, así como pernocta. Debido a la ubicación, se prevé que gran parte de tiempo los ocupantes estén desarrollando actividades al aire libre en distintos sitios de la isla Holbox. Dentro de este contexto, el consumo directo en la residencia se limitará a los periodos de ocupación de la residencia, y se reducirá debido a que muchas actividades se llevarán a cabo fuera de la misma. Para minimizar las emisiones a la atmósfera, en primera instancia, se prevé adquirir electrodomésticos ahorradores; en el mercado actual se ofertan equipos más amigables con el ambiente, debido a que realizan menor consumo de energía y están desarrollados con tecnologías orientadas a reducir la huella de carbono en el planeta.

Cuando la vivienda no se encuentre en uso, se desconectarán todos los electrodomésticos para reducir el consumo de energía. Se priorizará vaciar el refrigerador para poder desconectarlo durante los periodos de

ausencia en la residencia. Debido al diseño de la casa, a los materiales a utilizar y por su orientación, se prevé que mantenga la temperatura interna a un ambiente agradable, de modo que en temporada de calor sea más fresca propiciando la reducción en el consumo de aire acondicionado; en temporadas de lluvias y en el período de diciembre-enero, el interior se mantendrá más cálido por el aislamiento térmico, contribuyendo a no utilizar sistema de calefacción. Asimismo, por el diseño de la obra se aprovechará la luz natural, reduciendo el consumo de energía eléctrica para la generación de luz.

Riesgo por efectos del Cambio Climático

El riesgo es la posibilidad de que un evento adverso suceda en un lugar, lo que se determina con la fórmula de riesgo= peligro x vulnerabilidad. Es específico el peligro es la probabilidad que se genere una afectación por un evento en particular (como un fenómeno natural), con intensidad determinada, en un lugar particular y en una fecha determinada. Por su parte, la vulnerabilidad es la susceptibilidad de una población a ser afectada por un peligro determinado, lo cual estará en función de la calidad de vida, la infraestructura del lugar, el nivel económico, la educación, la ubicación, la conformación natural del paisaje entre otros.

Dentro de este contexto, el riesgo por efectos del Cambio Climático, podrá ser mayor o menor dependiendo de la vulnerabilidad de una localidad y su población y el peligro que la impacte, entendiéndose como aquellos fenómenos naturales que deriven del cambio climático, es decir, sus efectos. Determinar el riesgo es importante porque permite que las autoridades locales creen estrategias y planes de atención ante los peligros que impacten un lugar; esto ayudará a preparar a la población ante una posible afectación natural, considerando su magnitud, a través de medidas preventivas como: desde la construcción de obras emplear materiales resistentes y, previo al impacto del fenómeno, prepararse adquiriendo insumos y provisiones. Lo anterior, reduce las consecuencias a partir de la incidencia del peligro, evitando crear catástrofes naturales y, con ello, pérdidas humanas. Asimismo, conociendo el riesgo se establecen estrategias de recuperación.

Como peligros del Cambio Climático, se consideran los efectos derivados del mismo, es decir, los fenómenos naturales que se producen en consecuencia. Entre estos efectos se encuentran: temperaturas más elevadas, tormentas más intensas (entre ellos ciclones), aumento de la sequía, aumento del nivel del mar, pérdida de especies, escases de alimentos, dispersión de plagas, pobreza y desplazamiento, heladas más intensas, estrés hídrico y mayores riesgos a la salud. Estos se deben conocer para crear las estrategias de prevención y medidas de adaptación ante los efectos de cambio climático. Asimismo, se llevarán a cabo las medidas de mitigación, orientadas a reducir la generación de GEI's.

El portal de cambio climático por estado y sector del INE (SEMARNAT), muestra que, para Quintana Roo, las tendencias de cambio esperadas en temperatura y lluvias para los próximos 60 a 70 años, detectadas a

partir de escenarios para los años 2020, 2050 Y 2080, no difieren mucho de las esperadas a nivel regional o nacional, las cuales están ya ampliamente documentadas. En el caso de Quintana Roo hay incertidumbre en los cambios que se pudieran presentar en las lluvias particularmente debido al efecto de la zona costera y la influencia de fenómenos como los huracanes o las oscilaciones globales como El Niño y La Niña, pero a largo plazo se identifica una clara tendencia a la disminución de la precipitación total anual y el incremento de la temperatura media anual, así como un incremento en la variabilidad de dichos factores

Tabla III.21. Variaciones de temperatura y precipitación esperadas para el estado de Quintana Roo. Fuente: Escenarios de cambio climático de la agenda Quintana Roo.

Escenario	Variación en la precipitación total anual	Aumento de la temperatura media anual (°C)
2020	disminuirá entre 5 y 10%	entre 0.8 y 1.2°C
2050	variará entre +5 y -15%	entre 1.5 y 2.5°C
2080	variará entre +10 y -20%	entre 2 y 3°C

Por su relativa homogeneidad con el resto de la península de Yucatán, las condiciones climáticas de Quintana Roo se encuentran fuertemente asociadas con el comportamiento de la península en su conjunto, en gran medida debido al relieve orográfico bajo y la misma condición peninsular que rodea a toda la región con grandes masas de agua.

De acuerdo con los escenarios planteados, Holbox se encuentra en una región donde se producirán los mayores aumentos de temperatura pronosticados. En cuanto a la precipitación, la variación anual será mínima para a región en la que se ubica, el norte de Quintana Roo. En cuanto al peligro de huracanes y marejadas, Holbox se encuentra en una región de alto peligro. La consecuencia inicial del impacto de una tormenta tropical o un huracán es la formación de la marejada de tormenta, este fenómeno consiste en la elevación del nivel medio del mar en la zona de influencia del meteoro debido a la baja presión que el mismo genera. La marejada de tormenta puede representar, dependiendo de las condiciones de fondo del mar y del perfil de pendientes tanto del fondo marino como del perfil de la zona costera incrementos en el n.m.m. de hasta 4.5 m para nuestra latitud y oleajes que pueden superar los 8 metros de valle a cresta.

Considerando el estudio geohidrológico de la región donde se encuentra el predio para el desarrollo del proyecto "*Villa Concha*", se determinó que: en los escenarios de inundación representan gráficamente las zonas que se inundarán como consecuencia de una lluvia de una intensidad y una duración dadas, así como para un periodo de retorno determinado. Se realizaron escenarios de inundación considerando los volúmenes de agua pluvial captados en áreas tributarias considerando precipitaciones de 10, 25 y 100 años de periodo de retorno, adicionalmente se realiza el escenario de inundación registrado durante el paso del Huracán Willma. Asimismo, a partir de los registros de la estación climatológica se ha estimado precipitaciones

futuras en el área de estudio empleando la función de distribución de probabilidad Gumbel. El resultado del ajuste realizado con la función de distribución de probabilidad es una gráfica que expresa la precipitación máxima acumulada en 24 horas para diferentes periodos de retorno en las estaciones climatológicas analizadas.

Por lo tanto, se determinan los acumulados de precipitación en 24 horas para los distintos escenarios de precipitación empleadas en los escenarios de inundación:

- Lluvia de 5 años de periodo de retorno: 134.63 mm
- Lluvia de 25 años de periodo de retorno: 195.04 mm
- Lluvia de 100 años de periodo de retorno: 244.89 mm
- Lluvia registrada en la estación climatológica 23023 durante el paso del Huracan Willma: 300.00 mm

Para los escenarios de inundación se ha considerado un nivel de inundación inicial relacionado con la variación del nivel freático, mismo que fue registrado con los sensores de presión instalados en los barrenos exploratorios. El resultado de dicho monitoreo muestra la influencia de la marea en el nivel freático del predio con fluctuaciones entre 0.10 y 0.70 msnmm. Por lo tanto se ha determinado un nivel de inundación inicial de 0.70 msnmm correspondiente a un volumen inicial de 17.03 y 18.084 m3 en las cuencas C1 y C2 respectivamente.

Los resultados de los volúmenes totales así como los niveles de inundación y tirantes máximos estimados para los diferentes escenarios de precipitación, muestran que para lluvias comunes de 5 años de periodo de retorno se tiene un nivel de inundación máximo de 0.90 msnmm equivalente a un tirante máximo de inundación de 0.41 m. Para lluvias extraordinarias de 25 años de periodo de retorno se presenta un nivel de inundación de 0.96 msnmm correspondiente a un tirante máximo de inundación de 0.47 m. Para lluvias extraordinarias de 100 años de periodo de retorno se estima un nivel de inundación de 1.00 msnmm equivalente a un tirante de inundación de 0.51 m. Finalmente para el escenario extremo relacionado a fenómenos con característica similares al Huracán Willma se estima un nivel de inundación de 1.05 msnmm con un tirante máximo de 0.56 m.

Derivado de la consulta del trabajo realizado por la Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. denominado DIAGNOSTICO DE VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMATICO DEL DESTINO TURISTICO DE HOLBOX, QUINTANA ROO (Torres Vicente, 2018), de encontró que se calcula la amplitud de la marea de tormenta a partir de un huracán teórico ubicado frente a las costas de Holbox. A través de una hoja de cálculo provista por CENAPRED se calculan alturas resultantes para distintos periodos de retorno.

Adicionalmente se ha considerado eventos extremos comprendidos dentro de la marea periódica, por lo que en un escenario extremo la marea de tormenta se puede conjugar con el máximo de la marea periódica. Por lo tanto, como medida preventiva se ajustó las alturas de mareas con el valor de la Pleamar Máxima registrada en la estación mareográfica del Servicio Mareográfico de la UNAM ubicada en Progreso, Yucatan. Bajo un enfoque asociado al cambio climático en el estudio se ha considerado predicciones del incremento del nivel del mar (INMM), mismo que fue determinada por el laboratorio de Altimetría Satelital de la NOAA. Finalmente, la información resultante se muestra en la siguiente figura en donde se asocia una altura de marea de tormenta en metros sobre el nivel medio del mar para huracanes de categoría 1 a 5 correspondientes a proyecciones del nivel medio del mar desde el año 2020 y hasta el año 2100.

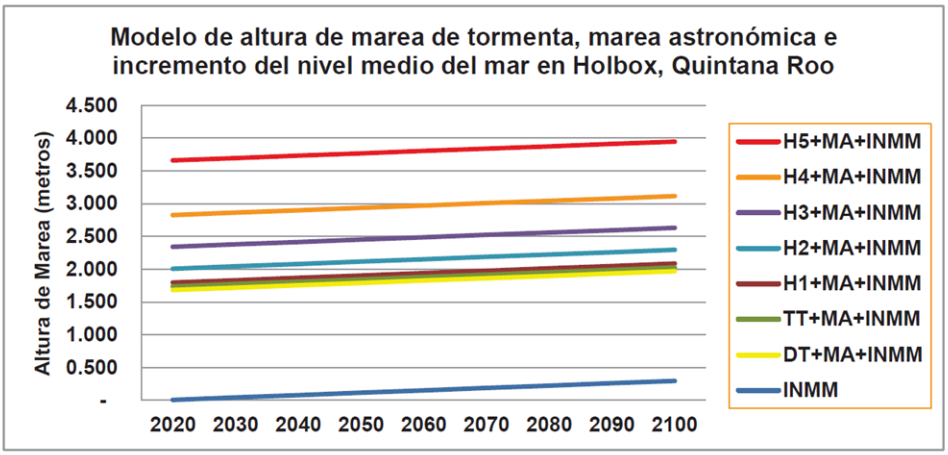


Figura III.3. Predicciones de marea de tormenta en Holbox. Fuente: Diagnostico de vulnerabilidad ante el cambio climático del destino turístico de Holbox, Quintana roo. (Rodríguez Vicente, 2018).

Considerando lo anterior, se concluye que:

- De acuerdo a los escenarios de inundación para lluvias comunes se tienen niveles de inundación cercanas a 0.90 msnmm correspondientes a un tirante máximo de inundación de 0.41 m. Para lluvias extraordinarias los niveles de inundación alcanzan valores entre 0.96 y 1.00 msnmm con tirantes de hasta 0.51 m. Fenómenos meteorológicos extremos como el Huracan Wilma, llegan alcanzar niveles de inundación cercanos a 1.05 msnmm.
- Los niveles estimados de inundación por precipitación sugieren que el nivel proyectado de las plataformas en el predio para "*Villa Concha*" determinado en 1.5 m sobre el nivel natural del terreno (2.50 msnmm considerando la mayor elevación del terreno) es adecuado para mantener la hidrodinámica superficial del predio y mantener protegida a la infraestructura proyectada ante lluvias extremas.

- En condiciones extraordinarias de marea de tormentas bajo un enfoque de cambio climático la infraestructura proyectada estaría protegida para marea de tormenta correspondientes a huracanes de hasta categoría 3 (2.451 msnmm) bajo el escenario de incremento del nivel del mar predicho para el año 2050 y para marea de tormenta de huracanes de hasta categoría 2 bajo el escenario de incremento del nivel del mar predicho para el año 2100.
- De tal forma que la infraestructura se vería comprometida para mareas de tormenta de huracanes categoría 4 y 5 con valores que van de 2.935 a 3.768 msmmm en el escenario predicho para el año 2050.

Por lo anterior, será importante el brindar mantenimiento a la obra y realizar las modificaciones pertinentes conforme se vayan presentando los cambios en las condiciones ambientales, como resultado de los efectos del cambio climático, en especial, porque el predio se encuentra en una región de alta incidencia de huracanes. No obstante, los huracanes que impactan Quintana Roo no siempre afectan directamente al norte del estado, por lo que, deberán ir considerándose a futuro la incidencia total de fenómenos meteorológicos y la categoría de los mismos, para plantear nuevas estrategias de refuerzo a la residencia vacacional. Los cambios que se efectúen deberán ser reportados a la autoridad en su momento.

Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático

Tabla III.22. Vinculación del proyecto con la LGCC.

Artículo	Vinculación
ARTÍCULO 2°. Esta Ley tiene por objeto: I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; …VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad;	Para el desarrollo de la obra se dará cumplimiento a distintas disposiciones jurídicas en materia de prevención y atención de los efectos del Cambio Climático. Se implementarán estrategias a fin de reducir las acciones que generan gases de efecto invernadero o que afectan los ecosistemas amortiguadores del cambio climático. Entre las medidas para la reducción de la emisión de gases a la atmósfera, se encuentra el verificar que los vehículos de transporte de materiales y equipos del proyecto, se encuentren en buenas condiciones y cumplan con los límites máximos permisibles de las emisiones de gases a la atmósfera. En caso de detectar maquinaria en mal estado, se le solicitará a la empresa encargada de dichos vehículos y maquinarias, que realice el mantenimiento pertinente de las unidades o que las sustituya por otras que cumplan con los parámetros establecidos de control de emisión de gases. Empleo de electrodomésticos de bajo consumo (ahorradores) para disminuir la demanda de energía eléctrica; asimismo, optar por equipos que tengan tecnología que ayude a reducir las emisiones a la atmósfera (tecnologías verdes), lo cual cada vez es de mayor oferta en el mercado global.

Artículo	Vinculación
	Reducir el consumo de combustibles de origen fósil, por ejemplo, optar por adquirir una parrilla de inducción en vez de una estufa, reduciendo así la combustión de gas. Durante el tiempo que no sea ocupada la residencia, deberán desconectarse los electrodomésticos para no realizar consumo de energía. Como medida de adaptación, una estrategia es la de elevar la residencia a +1.50 metros sobre el nivel del suelo natural, es adecuado para mantener la hidrodinámica superficial del predio y mantener protegida a la infraestructura proyectada ante lluvias extremas. lo cual evitará la afectación de la casa en escenarios de inundación pronosticados. Aunado a lo anterior, mantener el área de conservación protege la comunidad de manglar del predio, la cual contribuye con el secuestro de carbono, prevención de inundaciones no severas, barrera protectora contra vientos y regulación de temperatura al generar sombra y espacios húmedos.
ARTÍCULO 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático; III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático; IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático; …VII. Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático; VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; … …XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad; … …Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los	El desarrollo del proyecto, y su operación, cumple con los principios señalados en el artículo 26 de la LGCC: El diseño de la obra contempla la protección de comunidades vegetales dentro del predio, conformada por dos especies de manglar (mangle negro y botoncillo). Contribuir con la permanencia de dicha comunidad vegetal a través del establecimiento de un área de conservación, permite que exista mayor superficie cubierta con vegetación nativa lo cual, en Holbox ha disminuido por la construcción de obras civiles no reguladas o que, desde su diseño, no contemplan el mantener áreas verdes. Lo anterior, reduce los hábitats de especies silvestres y fragmenta aún más el ecosistema natural de la isla. Por ello, una forma de contribuir con la protección del ambiente es conservar la comunidad de manglar del predio, la cual brindará beneficios que atienden los afectos del cambio climático, por ejemplo, mantener áreas de secuestro de carbono, ayuda con la regulación de temperatura, la fijación del suelo, fungen como barreras contra vientos y amortiguan las inundaciones. Aunado a ello, la construcción de la residencia fue planteada bajo un diseño más amigable con el ambiente, considerando las condiciones del entorno natural, además de prever el uso de ecotecnologías que contribuyan a mitigar los impactos sobre el ambiente a partir del establecimiento de la obra. Por ejemplo, el manejo integral de los residuos evita la contaminación del suelo, agua y atmósfera, de este modo, se contribuye a no generar desequilibrio ecológico y no deteriorar el ecosistema del predio y las zonas colindantes. Asimismo, la residencia fue distribuida al este del predio, aprovechando superficie impactada para no afectar la comunidad de manglar presente en el terreno

Artículo	Vinculación
migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.	y, al mismo tiempo, mantener mayor superficie con las condiciones originales del predio. De este modo, se conservará un 41.03% de superficie total del predio con comunidad de manglar; en total se mantendrá un 88.82% de la superficie total del predio con las características originales del predio, ya que la villa será elevada, permitiendo el paso de fauna silvestre y el establecimiento de vegetación herbácea y rastrera que contribuirá con la fijación del suelo.
Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación: I. La determinación de la vocación natural del suelo; II. El establecimiento de centros de población o asentamientos humanos, así como en las acciones de desarrollo, mejoramiento y conservación de los mismos; III. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos; IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación; V. Los programas hídricos de cuencas hidrológicas; VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura; VII. La protección de zonas inundables y zonas áridas; VIII. El aprovechamiento, rehabilitación o establecimiento de distritos de riego; IX. El aprovechamiento sustentable en los distritos de desarrollo rural; X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos; XI. La elaboración de los atlas de riesgo; XII. La elaboración y aplicación de las reglas de operación de programas de subsidio y proyectos de inversión; XIII. Los programas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad; XIV. Los programas del Sistema Nacional de Protección Civil; XV. Los programas sobre asentamientos humanos y desarrollo urbano; XVI. Los programas en materia de desarrollo turístico; XVII. Los programas de prevención de enfermedades derivadas de los efectos del cambio climático, y XVIII. La infraestructura estratégica en materia de abasto de agua, servicios de salud y producción y abasto de energéticos.	En el caso del proyecto, se contempla establecer como *área de conservación* una superficie de 685.485 m^2 dominada por la presencia de manglar (*Conocarpus erectus y Avicennia germinans*), en comunidad con otras especies de plantas de zonas costeras incluidas especies pioneras que colonizan sitios impactados como los pastos. En este sentido, se garantiza la protección de especies bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, en este caso el manglar al mantener un 41.03% de la superficie del predio como *área de conservación*. Cabe mencionar que, en la zona de asentamiento humano de Holbox se mantienen parches dispersos de vegetación incluyendo manglar, entre los comercios y casas habitación. Mediante la construcción de la villa residencial en una superficie previamente impactada, se evitará la remoción de elementos de flora que permanecen en la localidad. Se destaca que la construcción del proyecto no generará afectación sobre ninguna comunidad de manglar de la localidad ni de áreas de protección cercanas. Otra acción considerada de adaptación por la Ley General de Cambio Climático *es el establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos*; a pesar de que la villa residencial se construirá en predio con uso de suelo de asentamiento humano, es de recordar que esta se encuentra inmersa dentro de un ANP, Yum Balam, por ello, es importante aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos que contribuyan a mantener elementos naturales protegidos dentro del ANP, aun estando dentro del Asentamiento Humano. Para el desarrollo del proyecto previsto, se contemplan medidas como: prohibir extracción de flora y fauna nativa; establecer un área de conservación de la comunidad de manglar; implementar un programa de manejo integral de residuos; utilizar eco técnicas como uso de biodigestor, captación de aguas pluviales y aprovechamiento de luz natural; establecer una obra que sea compatible con el uso de suelo de la zona y que armonice con el entorno natural; durante la construcción hacer uso de sanitarios portátiles para acopio de aguas residuales, así como verificar vehículos de transporte y maquinaria para evitar la emisión de gases a la atmósfera que pudiera rebasar los límites máximos permisibles, y

Artículo	Vinculación
	evitar la generación de derrames que pudiera contaminar el suelo. *El establecimiento de centros de población o asentamientos humanos, así como en las acciones de desarrollo, mejoramiento y conservación de los mismos*; es otra acción de adaptación, dentro de la cual, el proyecto contribuye a su ejecución al establecer una obra con elementos orientados y distribuidos de manera estratégica que reduzca la generación de impactos sobre el suelo y la comunidad vegetal del predio, en este sentido, con el desarrollo de la obra se coadyuvará a la protección de elementos naturales de la región. Lo anterior, también se ejemplifica con el hecho de restringir el paso de extraños, ya que actualmente, en el predio, al no tener un uso aparente es invadido por personas ajenas, quienes utilizan el área como sanitario y para vertedero de residuos sólidos, lo cual, al no tener un control, derivará en una contaminación significativa del medio. Asimismo, el paso sin regular al predio provoca la afectación de la comunidad de manglar, por ello, con el desarrollo de la obra se garantiza que la comunidad vegetal se protegerá y conservará, debido a que el promovente tendrá el compromiso de mantener, limpiar y monitorear la zona cubierta de manglar, siendo una acción de mejoramiento del sistema ambiental del predio, lo cual se sumará a la presencia de parches aislados dentro del asentamiento humano Holbox. Dentro de este contexto, la villa residencial a desarrollar es compatible con el uso de suelo de la zona y contempla la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales que coadyuvan en la ejecución de acciones de adaptación ante los efectos del cambio climático. Es importante señalar que, la obra fue planificada y se diseñó contemplando los elementos naturales del terreno para reducir en la mayor medida de lo posible los efectos sobre el sistema natural del sitio, demostrando que es posible desarrollar proyectos más amigables con el ambiente, menos invasivos y orientados bajo los criterios de sustentabilidad. Aunado con lo anterior, "*Villa Concha*" se construirá y operará en cumplimiento de distintas disposiciones jurídicas en materia ambiental, contenidas en leyes y reglamentos, tanto federales como estatales. Asimismo, previo al diseño, se realizó un análisis del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, con el objeto de apegarse a las reglas que regulan el desarrollo de actividades en el ANP. Con lo anterior, se garantiza que el proyecto se apega a los criterios de protección de la región.
ARTÍCULO 109. Los tres órdenes de gobierno deberán promover la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución y vigilancia de la Política Nacional de Cambio Climático.	Para el desarrollo del proyecto, se dará cumplimiento a distintas disposiciones jurídicas en materia de prevención y atención a los efectos del cambio climático.

Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGCC en materia del registro nacional de emisiones

El artículo 3 del Reglamento de la LGCC señala los sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte para efectos del artículo 87 de la LGCC, que a su vez señala que *La Secretaría, deberá integrar y hacer público de forma agregada el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte.* Con base en el artículo 3, el proyecto se clasifica en la fracción VI. Sector Comercio y Servicios, inciso a. Subsector construcción.

En el **artículo 4** del Reglamento señala que *Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:*
VI. Sector Comercio y Servicios:

a. Subsector construcción:

a.1. Edificación residencial;

a.2. Edificación no residencial;

a.4. División de terrenos y construcción de obras de urbanización;…

Por lo anterior, el promovente deberá presentar el reporte de emisiones durante la etapa de construcción para señalar la cantidad de emisiones generadas durante dicha etapa que tendrá una duración estimada de 8 meses efectivos. Para ello, se deberá atender al procedimiento establecido en el Reglamento de la LGCC. En dicho instrumento jurídico establece que se deberá presentar la cédula de operación anual únicamente por sus emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero, durante el periodo del 1 de marzo al 30 de junio, reportando las emisiones del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior.

Sin embargo, el **artículo 6** dispone que, para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, *siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente*. La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte.

En este sentido, se realizará el cálculo de las emisiones de bióxido de carbono equivalente durante todas las etapas de construcción; de no emitir igual o mayor a 25,000 ton, no está condicionado a presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas ante la Secretaría.

III.4. Leyes estatales

III.4.1. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente del Estado de Quintana Roo.

Ley de orden público e interés social que 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, en el Estado de Quintana Roo.

Tabla III.23. Vinculación del proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
94.- Es de interés público y será promovido por la Secretaría, la protección, conservación y regeneración de la flora silvestre comprendida en el territorio de la entidad, tanto en sus porciones terrestres como acuáticas, incluyendo: I.- Árboles caracterizados por su importancia biológica o histórica; II.- Áreas verdes ubicadas en zonas urbanas, en observancia de los reglamentos municipales; y III.- Acahuales.	El área destinada para el desplante no cuenta con comunidades vegetales arbustivas, no obstante, se encuentra cubierta por plantas herbáceas las cuales serán retiradas solamente en aquellos puntos en donde se establecerán los pilotes. Asimismo, por su importancia biológica, las especies de manglar negro (*Avicennia germinans)* y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) presente en el predio no serán removidas ni se afectará su superficie de distribución, para garantizar su conservación.
100.- Es de interés público la protección, conservación y regeneración de la fauna silvestre que se encuentre temporal o permanentemente en el territorio del Estado, así como de sus hábitats, las cuales se ajustarán a lo establecido en esta Ley, la Ley General, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley Federal de Pesca, y contemplarán entre otros aspectos: … IV.- La protección y vigilancia del hábitat de la fauna silvestre, inclusive el control y erradicación del tráfico ilegal de especies, especialmente las raras, amenazadas, endémicas o en peligro de extinción y de sus productos;	En el predio se observó una iguana gris transitando, (*Ctenosaura similis)*, la cual se encuentra en categoría de amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo tanto, se deberá garantizar su protección y conservación durante todas las etapas del proyecto. En la etapa de construcción se ahuyentará hacia los predios vecinos a la fauna que pudiera ingresar al predio, con el fin de garantizar su conservación. Después de la etapa de construcción, la fauna no tendrá problemas con ingresar al predio ya que la delimitación no restringe su paso porque los cercos de giles de madera poseerán pasos de fauna. Respecto al *Vireo pallens*, por su capacidad de vuelo podrá desplazarse fácilmente a sitios colindantes.
103.- Las emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que provengan de fuentes fijas y móviles de competencia estatal o municipal, que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, deben apegarse a las previsiones de esta ley, de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General y normas oficiales mexicanas.	Para el control de emisiones a la atmósfera, se vigilará y dará el mantenimiento adecuado a la maquinaria previo a su ingreso al predio, en caso de que no se encentren en óptimas condiciones éstas serán reemplazadas. Además de esto se vigilará que dichas emisiones se encuentren dentro de los máximos permisibles dando así cumplimiento a las leyes y reglamentos federales, así como lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
105.- Para la prevención y control de la contaminación a la atmósfera, se considerará como criterio que las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y del equilibrio ecológico.	Para el control de emisiones a la atmósfera por parte de las maquinarias de construcción, se verificará que se encuentren en buen estado para su funcionamiento, además de vigilar que las emisiones se encuentren dentro de los máximos permisibles dando cumplimiento a las leyes y reglamentos federales, así como lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
116.- Las emisiones de contaminantes generadas por fuentes móviles, que circulen en el territorio estatal, no	Se dará cumplimiento a este punto, mediante el control de emisiones a la atmósfera al verificar que la

Artículo	Vinculación
deberán rebasar los límites máximos permisibles señalados en las normas oficiales mexicanas.	maquinaria se encuentre en óptimas condiciones y que cumplan con los límites máximos permisibles de las normas oficiales mexicanas aplicables.
129.- Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios de hoteles, fraccionamientos, condominios, residencias, industrias y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento y reciclaje de sus aguas residuales, ya sea individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes. Sólo aquellos casos excepcionales, en que las condiciones socioeconómicas, fisiográficas y climáticas lo justifiquen, podrán los municipios autorizar la construcción de letrinas y fosas sépticas.	Isla Holbox cuenta con una red de drenaje municipal, sin embargo, debido a este no es suficiente para satisfacer las necesidades de la localidad, se llevarán a cabo instalaciones sanitarias de drenaje las cuales conectarán con un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales.
132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable. Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.	La construcción del proyecto fue diseñada para establecerse sobre pilotes, de esta manera se establecerá un área de conservación de 685.485 m^2 para proteger la comunidad de manglar del predio, en este sentido, se garantiza que, como mínimo, se mantendrá un 41.03% del total del terreno como superficie permeable. Dicha superficie permeable incrementará debido a que la casa al ser construida sobre pilotes se eleva a +1.50 m sobre el nivel del suelo, por ello se estima que en total un 88.82% del suelo del predio permanecerá con sus condiciones originales de permeabilidad.
138.- Para los efectos del presente capítulo, queda prohibido descargar, derramar o depositar cualquier tipo de desechos orgánicos, inorgánicos, sustancias líquidas, o sólidos urbanos o de manejo especial o infiltración de sus lixiviados, en la vía pública, carreteras estatales, caminos rurales y cualquier otro sitio no autorizado para tal fin.	Se dará cumplimiento al presente artículo. No se derramará, depositará o descargarán residuos sólidos o líquidos en vías públicas, carreteras, caminos o sitios no autorizados. Se implementará un programa de manejo integral de residuos.
161.- Quedan prohibidas las emisiones contaminantes ocasionadas por ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en los reglamentos y normas oficiales mexicanas. La Secretaría y los Municipios adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	Durante la etapa de construcción se podría generar ruido y vibraciones, sin embargo, estas emisiones son de corta duración y poco significativas en el predio. A pesar de esto se atenderán y se cumplirán las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas para no rebasar los límites máximos permisibles de contaminación.
164.- En la construcción de obras o instalaciones que generen los contaminantes señalados en el artículo 161 de esta ley, así como en la operación o funcionamiento de las mismas, deberán llevarse a cabo las acciones	Se dará cumplimiento a este artículo, ya que se han establecido como medidas de prevención y mitigación el monitoreo de aquellos agentes como maquinarias que puedan generar emisiones contaminantes, por lo que se

Artículo	Vinculación
preventivas y correctivas necesarias para evitar y mitigar los efectos nocivos de tales contaminantes.	asegurará el funcionamiento óptimo de cada una de ellas o de lo contrario su reemplazo.
195.- Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios: IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos, es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.	La obra contará con un sistema de captación pluvial del cual el agua se almacenará en una cisterna. El aprovechamiento de este recurso será dirigido a todas las actividades de "*Villa Concha"*.

III.4.2. Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo

Ley de orden público e interés social que tiene por objeto regular el ejercicio de las atribuciones que le corresponden al Estado y sus municipios, en materia de conservación y aprovechamiento de la vida silvestre y su hábitat.

Tabla III.23. Vinculación del proyecto con la Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
3.- Es deber de todos los habitantes del Estado conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses del Estado y de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados, en los términos prescritos en la Ley General, la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones en la materia.	Para el proyecto no se considera el aprovechamiento de especies de vida silvestre. Sin embargo, se destaca que las especies de manglar en el terreno serán conservadas en su sitio de desplante, garantizando su supervivencia mediante monitoreos.
33.- Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación.	El predio se encuentra en una zona poco urbanizada en la que tienen colindancia con predios de carácter privado, en la actualidad no existe muros que limiten el paso de fauna, pero si se delimitará para no permitir el paso únicamente de personas al predio. Esta delimitación no afectará el tránsito de fauna de la zona ya que esta podrá desplazarse fácilmente entre predios al tratarse de aves y de pequeños reptiles. El cerco de giles de madera poseerá pasos de fauna de acuerdo con lo descrito Enel capítulo II de la MIA-R.
60.- Las personas que trasladen ejemplares vivos de especies silvestres, deberán contar con la autorización correspondiente otorgada por la Secretaría, de conformidad con las disposiciones reglamentarias. Asimismo, deberán dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes y a la Ley General.	Se contempla el ahuyentar fauna silvestre, durante la construcción del proyecto. La reubicación solo se realizará en caso de extrema necesidad y se solicitará el apoyo de las autoridades de la CONANP para garantizar la reubicación exitosa de los ejemplares en sitios permitidos y con capacidad de albergar animales reubicados.

Artículo	Vinculación
No será necesario contar con la autorización de traslado a que se refiere el párrafo anterior cuando se trate de: …II. Ejemplares adquiridos en comercios registrados, que cuenten con la documentación que demuestre su legal procedencia, o en su caso la marca correspondiente.	En cuanto a las plantas para los jardines de la casa, se obtendrán de proveedores autorizados que cuenten con registros para la venta de ejemplares de especies nativas. De este modo, se garantiza el no promover la extracción ilegal de flora nativa en la región.

III.4.3. Ley Para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo

Ley de orden público y observancia obligatoria en todo el territorio y zonas de exclusión del Estado de Quintana Roo, que tiene por objeto: tiene por objeto: a) Regular la gestión integral de los residuos con un enfoque de economía circular y ciclo de vida; b) Fomentar la sustitución por productos retornables, así como la prohibición de aquellos productos que causan un impacto ambiental considerable en el Estado de forma programada y gradual; c) El manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos, Biorresiduos, Residuos de Manejo Especial, y Residuos Peligrosos de competencia local; d) La prevención y evaluación ambiental de sitios de disposición final de residuos; e) La valorización de residuos, principio de responsabilidad compartida y extendida de los distintos sectores.

Tabla III.24. Vinculación del proyecto con la Ley Para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
13.- En función al tipo de residuos, éstos se clasifican en: I. Residuos Sólidos Urbanos: los generados en las casas habitación, servicios o cualquier establecimiento o vía pública, que resultan de las actividades domésticas o de consumo de productos que propician la generación, de envases, embalajes o empaques, que son resultantes de la limpieza de las vías o lugares públicos, siempre que no sean catalogados por esta Ley como residuos de otra índole. II. Biorresiduos: los residuos orgánicos biodegradables de origen vegetal y/o animal o residuos biodegradables susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario, comercial o derivado de la naturaleza, siempre que éstos últimos sean similares a los primeros, tales como: a) Residuos de fracción vegetal, derivados de parques, de la naturaleza, o jardines públicos y/o privados; b) Residuos de alimentos y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, empresas, locales comerciales y establecimientos que generen residuos orgánicos, se incluyen los generados en plantas de procesamiento o transformación de alimentos, y	Para el manejo integral de los residuos a generarse en el predio se considerará la clasificación dada por este artículo. Por ello, entre los residuos a generar en las obras previstas están: -Residuos Sólidos Urbanos. -Biorresiduos: los residuos orgánicos biodegradables de origen vegetal y/o animal o residuos biodegradables susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario, comercial o derivado de naturaleza, siempre que éstos últimos sean similares a los primeros, tales como: a) Residuos de fracción vegetal, derivados de parques, de la naturaleza, o jardines públicos y/o privados; b) Residuos de alimentos y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, empresas, locales comerciales y establecimientos que generen residuos orgánicos, se incluyen los generados en plantas de procesamiento o transformación de alimentos, y c) Residuos de otras zonas que por tipo, naturaleza o características del material deban ser considerados biorresiduos. -De Manejo Especial: f) Los residuos eléctricos y electrónicos provenientes de los productos usados, caducos o retirados del comercio, que requieren de corriente eléctrica o campos

Artículo	Vinculación
c) Residuos de otras zonas que por tipo, naturaleza o características del material deban ser considerados biorresiduos. III. De Manejo Especial: a) Los residuos de las rocas o los productos de su descomposición que no puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción excluyendo aquellos originados en la industria minero-metalúrgica; b) Los residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los residuos biológicos, e infecciosos; c) Los residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades; d) Los residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas, que no tengan componentes de peligrosidad, a excepción de los residuos considerados cuarentenarios; e) Los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales que no puedan ser aprovechables de conformidad con los criterios establecidos en la norma correspondiente; f) Los residuos eléctricos y electrónicos provenientes de los productos usados, caducos o retirados del comercio, que requieren de corriente eléctrica o campos electromagnéticos para su operación o funcionamiento, incluyendo los aditamentos, accesorios, periféricos, consumibles y subconjuntos que los componen; g) Los residuos de la construcción, mantenimiento, desastres naturales o demolición en general; h) Los automóviles inservibles y el resto de los mismos, y i) Los productos que al trascurrir su vida útil requieren de un manejo específico y que sean generados por un gran generador, como es el aceite comestible usado, llantas, neumáticos, trampas de grasa y demás que determine la Secretaría. IV. Residuos peligrosos: los establecidos en la LGPGIR.	electromagnéticos para su operación o funcionamiento, incluyendo los aditamentos, accesorios, periféricos, consumibles y subconjuntos que los componen; g) Los residuos de la construcción, mantenimiento, desastres naturales o demolición en general; -Posiblemente residuos peligrosos: baterías y residuos de aceites. Por lo anterior, se deberá dar un manejo integral a los residuos generados para garantizar que no contaminen el suelo y agua del sistema ambiental.
17.- Los generadores de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones aplicables. Los generadores deberán dejar libres de residuos las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando	Se dará cumplimiento al presente artículo, clasificando los residuos generados y separándolos para su transporte al sitio de transferencia.

Artículo	Vinculación
se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos de competencia estatal.	
18.- Los proyectos de construcción y/o demolición, deberán prever un sitio destinado para el manejo y almacenamiento de residuos debidamente separados, así como la recolección de residuos a través de un prestador de servicios registrado ante la Secretaría. Los generadores de residuos que se encuentren bajo el régimen condominal están obligados a realizar la separación en la fuente y a contratar los servicios de recolección, para el transporte y aprovechamiento de los residuos.	Dentro del predio, el área desprovisto de vegetación, cercana a la puerta de acceso del terreno, se establecerá un área de acopio y almacén temporal, donde podrán disponerse temporalmente los contenedores con los residuos sólidos que se generen, asimismo, en este sitio se instalarán los sanitarios portátiles. En cuanto a la etapa de operación, los residuos se almacenarán temporalmente en la casa, hasta su disposición final en sitios autorizados.
20.- Se consideran zonas de exclusión en el Estado, las siguientes: II. Isla Chica de Holbox; III. Isla Grande de Holbox;	El predio se encuentra en Isla Holbox, sin embargo, forma parte de un asentamiento humano en el que es permitido el desarrollo de obra pública y privada. Las subzonas señaladas, son parte de una zona de exclusión. De acuerdo con la ley, estos sitios Son aquellas áreas que no pueden ser intervenidas por ninguna actividad. Se contemplan entre dichas áreas las zonas insulares, zonas naturales protegidas y zonas consideradas vulnerables y requieren acciones puntuales para la prevención y control de la contaminación del medio ambiente marino, para la conservación y preservación de la flora y fauna de estas zonas. El estado deberá generar un subprograma con lineamientos específicos para esta zona. El proyecto no se desarrollará en ninguna de las subzonas señaladas.
21.- En materia de residuos, está prohibido: …VI. Abandonar y disponer residuos, cualquiera que sea su tipo o características, en la vía pública, predios baldíos, cenotes, ríos subterráneos, manglares, ductos de drenaje y alcantarillado, en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica, zonas de exclusión, zona rurales y zonas cerca de aeródromos o aeropuertos; VII. Quema de residuos a cielo abierto; XII. La mezcla de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial; XIII. La disposición de residuos de la construcción y de demolición en la vía pública o en cualquier otro sitio diferente al destinado para su disposición;	En cumplimiento de este artículo, el promovente se apegará a los dispuesto y no llevará a cabo las acciones prohibidas, para garantizar la protección del suelo y agua del sistema ambiental, al evitar su contaminación.
114. Toda persona que genere y maneje residuos, es responsable de hacerlo de manera que no implique daños a la salud humana y al ambiente. Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio y sus efectos en el medio ambiente y la salud, estarán obligados a reparar el daño causado a los vecinos del sitio.	El promovente implementará un programa de manejo integral de residuos durante la construcción y operación del proyecto.

III.4.4. Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo

Ley de orden público e interés general, con disposiciones de observancia obligatoria en todo el Estado de Quintana Roo, en concurrencia con los municipios y sociedad civil. Esta Ley tiene entre sus objetivos el preservar el derecho de todas las personas a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar; establecer la competencia del Estado y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas, así como fomentar las acciones adecuadas, para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del Estado frente a los efectos adversos del cambio climático; entre otros. Por lo anterior, cualquier proyecto a desarrollar en el estado de Quintana Roo deberá ser vinculado con esta Ley, debido a que el cambio climático es un fenómeno que afecta a toda la población y ecosistemas naturales, al ser una variación climática natural que ocurrirá independiente a si el humano lo desea o no, no obstante, es necesario aplicar medidas que contribuyan a reducir las emisiones de GEI para retrasar las consecuencias y amenazas de dicho fenómeno, así como ejecutar acciones para adaptarse ante los cambios que surgirán.

Tabla III.25. Vinculación del proyecto con la Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
3.- Las disposiciones de la presente Ley serán de aplicación en todos los sectores, en especial en los sectores energético, industrial, habitacional, turístico y de servicios, agropecuario, forestal y pesquero, el transporte, el desarrollo urbano y la ordenación del territorio, las obras públicas, los servicios de tratamiento y abastecimiento de aguas, la producción y gestión de residuos competencia del Estado y municipios, los sistemas naturales y la biodiversidad, en términos de las leyes estatales en la materia respectiva. Son destinatarios de esta Ley, y en consecuencia deberán cumplir con lo establecido en sus disposiciones, las autoridades estatales y municipales, así como las personas físicas y morales de naturaleza privada que realicen actividades en el Estado. El Estado con los municipios y estos entre sí, con acuerdo de sus ayuntamientos podrán coordinarse y/o asociarse para una eficiente implementación de las disposiciones previstas en la presente Ley.	Para el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento a las disposiciones de la presente ley. Asimismo, el promovente realizará acciones de prevención y mitigación de impactos ambientales apegándose a leyes federales y contemplando las estrategias del programa nacional ante el cambio climático.
4.- Los habitantes del Estado deberán participar, de manera ordenada y activa, en la mitigación y prevención de la vulnerabilidad ante el cambio climático.	Como medida de mitigación, se contempla reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, para lo cual, el promovente realizará acciones de verificación de equipo para garantizar sus óptimas condiciones y que de este modo no se rebasen los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera.

III.5. Normas oficiales mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) son disposiciones generales de tipo técnico expedidas por dependencias de la administración pública federal, con el objetivo de establecer reglas, especificaciones, directrices y características aplicables a un producto, proceso o servicio. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al tipo de obra a desarrollar:

Tabla III.26. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Norma	Vinculación con el proyecto
NOM-022-SEMARNAT-2003 Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	En el predio para el desarrollo del proyecto cuenta con ejemplares de dos especies de manglar *Conocarpus erectus* (botoncillo) y *Avicennia germinans* (negro) distribuidos en la superficie oeste del predio. Sin embargo, con el desarrollo del proyecto no se verán afectadas las comunidades de manglar presentes, ya que estos últimos se mantendrán en los sitios que actualmente ocupan, garantizando su conservación. Con la operación del proyecto no se modificará la hidrodinámica de la región, puesto que el presente proyecto ha sido diseñado para ser compatible con su entorno natural. Se ha observado que aún con la presencia de proyecto turísticos y el crecimiento de la mancha urbana, los parches de manglar presentes se han mantenido a través del tiempo brindando nuevos hábitats para la vida silvestre. Se presenta la vinculación con la norma NOM-022-SEMARNAT-2003 como un punto adicional.
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.	Debido a que se emplearán vehículos de transporte de equipos y materiales para el desarrollo de las sobras propuestas, se deberá dar cumplimiento a la presente norma respetando los límites máximos permisibles establecidas en ella. Cabe recalcar que se implementarán estrategias para el transporte de materiales dando como resultado un impacto poco significativo.
NOM-044-SEMARNAT-2017 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	Para el desarrollo del proyecto se hará uso de maquinaria que usa diésel como combustible, por lo tanto, se deberá dar cumplimiento a las especificaciones señaladas en la presente NOM-44-SEMARNAT-2017. Para ello, se plantea el control del uso de camiones de transporte de materiales durante la etapa de construcción y durante la etapa de operación se propone utilizar carritos de golf, manteniendo la dinámica de la isla, debido a que, en la actualidad, este es el medio de transporte que domina la localidad.
NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad,	Para el desarrollo del proyecto se hará uso de maquinaria que usan diésel como combustible, por lo tanto, se deberá dar cumplimiento a las especificaciones señaladas en la presente NOM. Como se ha

Norma	Vinculación con el proyecto
procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	mencionado anteriormente se establecerán medidas para el control y mantenimiento de los vehículos con el fin de monitorear el buen funcionamiento, así como que no sobrepasen los límites máximos permisibles establecidos en esta norma.
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Para el proyecto no se contempla la generación de residuos sólidos peligrosos, sin embargo, en caso de generarse residuos de este tipo, se deberá dar cumplimiento a la presente NOM, la cual contiene las especificaciones del procedimiento de identificación, clasificación y manejo de los residuos a generarse.
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.	En el predio se registró la presencia de dos especies de flora terrestre y dos de fauna terrestre en alguna categoría de riesgo según la presente norma: *Conocarpus erectus (*mangle botoncillo*) y Avicennia germinans (*mangle negro*).* Asimismo, se registró el tránsito de una especie de reptil, igual en categoría de amenazada, la *Ctenosaura similis* y de un ave *Vireo pallens* sujeta a protección especial. Sin embargo, con el desarrollo del proyecto no se afectarán dichas especies, debido a que las especies de manglar serán conservadas en los sitios que actualmente ocupan, por lo tanto, no serán removidos ni se afectará su flujo hídrico que los alimenta; la especie de *Conocarpus erectus* suele colonizar sitios rellenos o ganados al mar/laguna, y no dependen de estar contacto directo con el agua de la laguna, por ello se encuentran en la zona este del predio, no obstante, su suministro de agua proviene del subsuelo, por lo que será importante aplicar medidas de prevención de contaminación del suelo y el agua. En cuanto a la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) será ahuyentada del predio para evitar su afectación; en zonas colindantes podrá encontrar refugio y alimento; al concluir la construcción, posiblemente retorne al predio al tener nuevos espacios con áreas verdes donde podrá resguardarse y alimentarse; se garantizará que la iguana no sea afectada por los ocupantes durante la operación de la villa. El ave, a diferencia, puede desplazarse fácilmente a parches de vegetación cercana, por lo que no se afectará su integridad.
NOM-031-STPS-2011 Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	Es importante que, durante el desarrollo del proyecto, se dé cumplimiento a la presente NOM, con el fin de generar las condiciones adecuadas de seguridad y salud en las áreas de trabajo, para salvaguardar el bienestar de los trabajadores.

Con el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas para contribuir con la protección y conservación del sistema ambiental.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003, NOM-059-SEMARNAT-2010 y la NOM-162-SEMARNAT-2012:

III.5.1. NOM-022-SEMARNAT-2003- Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar

En relación con la vinculación del proyecto con el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, que a la letra dice:

"*Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, 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 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 las características y servicios ecológicos.*

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar."

Se señala que, el desarrollo de obras y actividades propuestas el proyecto no afectará las comunidades de manglar presentes en el sistema ambiental regional en el que se ubicará. La comunidad vegetal predominada por manglar más cercana es la ubicada en la laguna Conil. Los sitios donde se ubicarán las obras previamente señaladas, estarán apartados de la comunidad vegetal señalada. Sin embargo, dentro del predio del proyecto se cuenta con la presencia de dos especies de manglar (*Conocarpus erectus y Avicennia germinans*) los cuales no serán removidos de su sitio de desplante. Asimismo, se realizará el monitoreo de los ejemplares, para garantizar su supervivencia en los sitios que actualmente ocupan. Para contribuir con su protección se verificará que la superficie que ocupen no sea contaminada por lo que se realizará el manejo integral de los residuos a generarse.

Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003

Norma publicada en el DOF el 10 de abril de 2003 que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, y el Acuerdo mediante el cual se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (publicado el 7 de mayo de 2004 en el DOF), contienen una serie de especificaciones (4.0 a la 4.43), en las cuales se dictan los criterios de uso y conservación de los humedales en zonas de manglar, resumiendo en la especificación 4.0 los aspectos más importantes a considerar para su aprovechamiento y conservación, y

los cuales coinciden con los requeridos por el Artículo 60 TER de la LGVS. De tal forma que ambos instrumentos, el primero a nivel de Ley vigente, y el segundo a nivel de Norma Oficial, presentan concordancia en las especificaciones que regulan la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales con manglar.

Tabla III.27. Vinculación del proyecto con las especificaciones de la norma.

Especificación	Vinculación con el proyecto
4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorizaciones de aprovechamiento de la vida silvestres e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplan los siguientes puntos: - La integralidad de flujo hidrológico del humedal costero; - La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; - Su productividad natural; - La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; - Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; - La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna , la zona marina adyacente y los corales; - Cambio de las características ecológicas; - Servicios ecológicos; - Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).	-El predio a aprovechar se encuentra previamente impactado, por lo que de este modo se evitará aprovechar sitios naturales que pudieran fragmentar ecosistemas de manglar ante su impacto. -Con el desarrollo del proyecto no se cortará o afectará la integralidad del flujo hidrológico del humedal costero (Laguna Conil) debido a que se mantendrá la boca de conexión con el mar y no se interferirá con el escurrimiento natural de la zona, de acuerdo con el estudio geohidrológico del lugar. -Con el proyecto no se removerán ejemplares de ninguna especie de manglar del predio ni del SAR. -Los sitios para establecimiento de las obras no cuentan con ejemplares de manglar presentes, por lo tanto, no se afectarán dichas especies. -Con el desarrollo del proyecto no se afectarán los servicios ambientales de la Laguna Conil ni del manglar ubicado en la zona aledaña al predio, siendo de gran relevancia el servicio de hábitat de especies silvestres, regulación de temperatura, amortiguamiento de inundaciones, entre otros. En cuanto a los ejemplares aislados de manglar en el predio, brindarán algunos servicios ambientales como refugio de especies silvestres, sitios de percha, fijación del suelo, barrera contra vientos, amortiguamiento de inundaciones, captura de carbono, generación de sombra y regulación de temperatura. -Con el desarrollo del proyecto no se contempla el aprovechamiento extractivo de especies de manglar, tampoco se prevé la afectación de la comunidad.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto no plantea desarrollar ningún tipo de obra en la laguna ni en la comunidad de manglar. Las obras planteadas no ocasionarán interrupción del flujo de agua que pudiera poner en riesgo la dinámica e integridad ecológica del manglar o de la Laguna Conil.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración. 4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación	Las obras que se proponen no interferirán con el flujo de agua de la laguna Conil. Además, por la naturaleza del proyecto no se contemplan obras de canalización de cuerpos de agua ni de dragado.

Especificación	Vinculación con el proyecto
del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	Las obras propuestas no comprenden la construcción de canales, diques, rompeolas, marinas, ni bordos que ganen terreno a la unidad hidrológica.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	Las obras a desarrollar no interferirán con el flujo natural de agua hacia la laguna, el mar o el manglar. Para el proyecto no se contempla la construcción de un bordo.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Durante la construcción de las obras se implementarán las medidas para el manejo de residuos sólidos y líquidos y así prevenir eventos de contaminación de la laguna, así como de los ejemplares de manglar presente en el predio. En etapa de operación se continuará aplicando medida de prevención de contaminación y se garantizará la conservación del manglar, evitando su extracción o remoción.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	Para el proyecto no se contempla verter agua de ningún tipo a la Laguna Conil, tampoco sobre la superficie donde se encuentra el manglar. El agua potable a utilizar en el proyecto será suministrada por medio de pipas. No se perforarán pozos de extracción de agua. El agua de la alberca (piscina) se obtendrá de pipas que dan el servicio de llenado, y con un buen mantenimiento, el agua se puede mantener de 1 a 5 años; su vaciado se realiza también por pipas quienes transportan el agua a los sitios de tratamiento autorizados. Las aguas residuales se acopiarán en sanitarios portátiles durante la construcción y se transferirá al biodigestor en etapa de operación, así se garantiza que no se verterán residuos líquidos en humedales o en área de distribución del manglar.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso. 4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	En la etapa de construcción, se utilizarán sanitarios portátiles para acopio de aguas residuales; las unidades serán responsabilidad de la empresa arrendadora para tratamientos y disposición final del agua negra generada. En la etapa de operación, las aguas serán al biodigestor para el tratamiento de aguas residuales.
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el	No se realizará la extracción de aguas mediante pozos de manera que no se pondrá en riesgo el ecosistema acuático de la laguna ni afectará el balance hídrico de la

Especificación	Vinculación con el proyecto
balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	vegetación. Por su cercanía con la laguna, el agua subterránea se encuentra a poca profundidad por todo el terreno, de los cual pueden acceder y aprovechar las especies de flora del predio. El agua potable se obtendrá mediante pipas que llenarás la cisterna del proyecto, para su uso en temporada de ocupación.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	Para el desarrollo del proyecto no se contempla el aprovechamiento de especies de vida silvestre. Para las áreas verdes a manera de jardines a establecer en el predio se emplearán especies nativas de la región.
4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	El predio para el proyecto se encuentra en una zona insular, por lo tanto, el presente criterio no aplica. El agua marina y salobre es el que alimenta principalmente a las comunidades vegetales en la zona insular. Cabe mencionar que, con el estudio geohidrológico del predio, se determinaron las condiciones de la cuenca hidrológica y las aguas subterráneas de la zona. Para mayor detalle, revisar el estudio geohidrológico anexado al presente documento.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación sea trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	Las obras planteadas no implican la construcción de vías de comunicación sobre la isla ni en las comunidades de manglar. Únicamente se construirá un camino de madera elevado, sobre postes de madera, que atravesará un sendero existente entre parches de manglar y se usará para acceder a la zona de playa colindante con el predio; se aprovechará un sendero existente por lo que no se realizará remoción de especies de manglar para la construcción del camino elevado dentro del terreno; a través de este camino se evitará el tránsito directo sobre el suelo, permitiendo que se mantenga el escurrimiento natural del suelo y que no se compacte el suelo por el paso de personas en el sendero.
4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo, la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	Las obras planteadas no implican la construcción de vías de comunicación sobre la isla ni en las comunidades de manglar.
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	La infraestructura a establecer no interferirá con el desarrollo de las comunidades de manglar ni con el cuerpo de agua marina, tampoco afectará el flujo hidrológico de la zona. Las obras se establecerán en un predio previamente impactado.
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con	Las obras se ubicarán a una distancia menor de 100 metros de la zona manglar, con las especies *Conocarpus erectus y Avicennia germinans*. Sin embargo, es

Especificación	Vinculación con el proyecto
la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo.	importante mencionar que estas especies de mangle no se verán afectadas por las obras y actividades del proyecto. Asimismo, se establecerá un área de conservación y se propondrá une medida de compensación en el último criterio.
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	Las obras y actividades que se realizarán en el proyecto, dependen de insumos provenientes de proveedores particulares autorizados. Por lo cual no se construirán bancos de préstamos.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El proyecto no considera la afectación de manglar con ninguna de sus obras o actividades. Tampoco se prevé el relleno o desecación del cuerpo de agua de la laguna.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	Las obras que se proponen no contemplan ninguna de estas actividades en el predio o la laguna Conil.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Los residuos sólidos que se generen durante el proceso constructivo y en la etapa de operación serán dispuestos adecuadamente en contenedores con tapa, almacenados temporalmente y trasladados al sitio de disposición final, por lo que se realizará su manejo adecuado y no se dispondrán en el manglar o el mar.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptoras de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema. 4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	Las obras que se proponen no comprenden granjas camaronícolas ni infraestructura acuícola.
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la	Para las obras a desarrollar no se contempla la canalización ni se plantean obras acuícolas dentro del

Especificación	Vinculación con el proyecto
aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar. 4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización. 4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio. 4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos. 4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	manglar, del mar o de la laguna conil. Asimismo, no comprenden actividades de producción de sal.
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	En el predio donde se establecerá el proyecto existen ejemplares de especies de manglar, sin embargo, estas no se verán afectadas con el desarrollo de las obras. Se propone conservar dichas especies en su sitio de desplante actual y realizar el monitoreo que garantice su supervivencia. Las obras son de bajo impacto. Por lo tanto, el proyecto es compatible con los usos de suelo de la zona, que corresponde a un Asentamiento Humano. El proyecto no interferirá con el flujo geohidrológico del terreno, como se demuestra en el estudio de geohidrología del proyecto anexado a este documento.
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo. 4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	Las obras que se proponen no contemplan ninguna de estas actividades en la zona de manglar o el mar.
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	Las obras que se proponen no contemplan ninguna de estas actividades en la zona de manglar o el mar.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un	Los ejemplares de manglar del predio se mantendrán en su sitio de desplante actual. El camino elevado de madera tendrá menos de 15 metros de longitud que

Especificación	Vinculación con el proyecto
humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	atravesará el área de conservación. Este se situará sobre columnetas de madera, por debajo del dosel del manglar, en este sentido, no se realizará la remoción de ningún individuo de mangla para la construcción del camino elevado. Esta estructura estará dentro del predio.
4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	Las obras que se proponen no contemplan actividades de canalización.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	Las obras que se desarrollarán no contemplan la compactación del sedimento del cuerpo lagunar. Los vehículos y maquinaria transitarán en zona terrestre del predio.
4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre. 4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo a como se determinen en el Informe Preventivo. permitiendo la restauración de la playa y un mejor mantenimiento de la duna restaurada, protegiendo con ello el estado que guarda el humedal ubicado al oeste. 4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	Como parte del proyecto, se contempla el conservar los ejemplares de manglar del predio, en este sentido, no serán removidos los individuos y se garantizará su supervivencia mediante acciones de prevención de contaminación, como el manejo integral de los residuos. Asimismo, no se realizará el relleno de las superficie que ocupan los troncos o raíces de los ejemplares detectados. A nivel SAR, no se afectará ninguna comunidad de manglar de la isla. Es importante señalar que, en la isla es común observar obras en predios con presencia de manglar, por lo tanto, el proyecto a desarrollar no será un caso aislado. Las obras propuestas son compatibles con el uso de suelo de la zona, de tipo urbano, al estar inmerso en un Asentamiento Humano. El desarrollo del proyecto también será un ejemplo de que se pueden integrar elementos naturales al diseño de las obras, previendo con la protección y conservación de especies. Lo anterior, está orientado con los principios de sustentabilidad, en el que se integran el aspectos social, ambiental y económico, para generar beneficios socioeconómicos sin poner en riesgo especies de vida silvestre y no comprometer los recursos naturales, para que sean aprovechados por generaciones futuras. En la actualidad, las zonas urbanas cuentan con pocos elementos naturales, sin embargo, la demanda de servicios municipales y turísticos en localidades como Lázaro Cárdenas va en aumento, por ello, se debe regular el desarrollo de proyectos que integren desde el diseño los elementos naturales del predio, creando mayor oportunidad para la protección y conservación de especies de vida silvestre con el manglar, aunado con la aplicación de medidas que eviten la contaminación del ambiente.
4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y	Las obras del proyecto no contemplan uso o restauración de la Laguna Conil ni de comunidades de manglar del

Especificación	Vinculación con el proyecto
técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar. 4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre. 4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros. 4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	SAR. Sin embargo, se llevarán a cabo medidas de prevención, compensación y mitigación para los impactos potenciales a generarse durante las diferentes etapas del proyecto "*Villa Concha"*. Asimismo, se establecerá un área de conservación de 685.485 m^2. Lo anterior para contribuir y ayudar a la conservación de la zona.
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	La isla de Holbox, es una zona marina 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. En el predio no se detectó humedal costero, sin embargo, por estar dentro de un sitio RAMSAR, el promovente aplicará medida de prevención y mitigación de impactos ambientales. Se anexa a este documento el estudio geohidrológico del predio y la región.
Artículo Único. - Se adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, para quedar como sigue: "4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."	Debido a que se construirán obras a menos de 100 metros de la comunidad de manglar del predio, se proponen las siguientes medidas: **Mitigación** Establecimiento de área de conservación con una superficie de 685.485 m^2 equivalentes al 41.03% de la superficie total del terreno, garantizando la protección de la comunidad de manglar en el predio. En este sentido, ninguna actividad de la obra implica remoción de especies de manglar. El espacio por aprovechar para el establecimiento de la villa fungió por muchos años como camino de acceso, por lo que parte del sitio de desplante de la casa está desprovisto de vegetación dentro del asentamiento humano de Holbox. **Monitoreo del área de conservación** -De forma anual, se realizará un registro interno de las condiciones que presenta el área de conservación, para ver si existen cambios en su cobertura. -Tomar evidencia de las zonas de recuperación dentro del área de conservación, las cuales han sido afectadas

Especificación	Vinculación con el proyecto
	por el tránsito de vehículos y personas de forma indistinta en el predio. Esta zona de recuperación, bajo el camino elevado de madera, no podrá ser destinado para construcción de obras civiles de concreto y se evitará caminar directamente sobre el suelo, para permitir la distribución de las raíces del manglar. -Cada seis meses, se realizará el recorrido dentro del área de conservación y se verificará las condiciones de esta, con inspecciones visuales. La finalidad es detectar si existe algún daño a la comunidad vegetal presente. -Se verificará que el área de conservación se mantenga limpia, sin dispersión de residuos sólidos o líquidos. -En caso de detectar que alguna persona vierte residuos dentro de esta área, será dispuesto ante las autoridades ambientales de la zona para que determinen la sanción correspondiente por daños a la comunidad de manglar. -En caso de detectar daños a los individuos de manglar, se deberá identificar la fuente de afectación para frenarla o eliminarla; posteriormente, deberán adoptarse estrategias para la recuperación de los individuos, por medio de delimitación del área e intervención de biólogos especialistas para determinar las mejores acciones de restauración. -En caso de incidencia de tormentas tropicales y huracanes, se verificará que, previo al impacto de dichos fenómenos hidrometeorológicos, no existan objetos sueltos que puedan ser lanzados como proyectiles o arrastrados por la corriente de agua, lo cual pudiera dañar al manglar. -Posterior al impacto de los huracanes o tormentas, se verificarán las condiciones de los manglares; en caso de detectar que hubo daño, se establecerán acciones de restauración, con intervención de biólogos especialistas en la materia para garantizar su recuperación. -De requerirse, se podrá presentar un programa de monitoreo del área de conservación del predio. **Compensación** Por su naturaleza de la medida, esta debe ser aplicada fuera del sitio de impacto, por ello, el promovente propone la medida de reforestación de un sitio degradado de manglar en el ANP Yum Balam, que tenga equivalencia al doble de la superficie del predio en el que se desarrollará el proyecto. En la presente MIA-R se incluye el *programa de reforestación de comunidad de manglar como compensación por el desarrollo del proyecto Villa Concha,* del área seleccionado o, en su caso, del área que la DGIRA y la CONANP determinen dentro del APFF Yum Balam. Para efectuar la medida, se deberá complementar y delimitar en el programa, en coordinación con la CONANP o la SEMARNAT, el polígono a reforestar y su ubicación con coordenadas. En el programa se

Especificación	Vinculación con el proyecto
	establece la metodología más adecuada dependiendo de la especie de manglar que se vaya a plantar; se definirán los medios de obtención de semillas o propágulos; se determinará la metodología de seguimiento para garantizar la supervivencia de los individuos plantados; se determinarán los costos de efectuar el programa; se especificarán los materiales e insumos para llevar a cabo el programa de reforestación. Este programa deberá llevarse en coordinación de la CONANP y SEMARNAT para garantizar su efectividad y no contravenir ninguna disposición de regulación del ANP APFF Yum Balam. El programa de compensación ambiental señala los montos equivalentes para la reforestación de la superficie propuesta. Por lo anterior, en caso de que la autoridad ambiental lo disponga y de no ser posible la reforestación de algún área dentro del ANP, el promovente realizará la compensación económica equivalente al costo propuesto por la reforestación (sustituyendo la acción de reforestar por el incentivo económico a la CONANP), señalada en el programa, en este sentido, se entregaría el recurso económico a la administración del ANP Yum Balam, previo convenio con la CONANP, con la finalidad de destinarlos para la administración de la reserva o protección de la misma, mediante acciones de reforestación o monitoreo que será determinado por la misma autoridad. Cabe recalcar que, con el desarrollo del proyecto no se afectará ninguna especies de manglar dentro del predio ni dentro del SAR. Asimismo, el fuljo hidrológico no será afectado con el desarrollo del proyecto, el cual se diseñó para estar sobre pilotes a una altura +1.50, con lo que se existirá un área de impacto directo C.O.S. de 186.76 m^2 equivalente al 11.18% de la superficie total del predio. El área de conservación será equivalente al 41.03% del total del predio.

Con la vinculación del proyecto con las especificaciones de la norma sujeta de análisis, se determina que las obras y actividades propuestas no contravienen con lo dispuesto en la NOM-022-SEMARNAT-2003. Las comunidades vegetales cercanas, con presencia de manglar, así como los ejemplares de mangle presentes en el predio, no se verán afectadas por la construcción y operación del proyecto, las cuales se establecerán en sitios previamente impactados.

III.5.2. Vinculación con la NOM-059-SEMARNAT-2010- Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.

En el predio se registró la presencia de 4 especies en alguna categoría de riesgo, a continuación, se listan las especies:

Tabla III.28. Especies en alguna categoría de riesgo registradas en el predio.

No.	Familia	Especie	Estatus de la NOM-059
Flora			
1	Acanthaceae	*Avicenia germinans*	A
2	Combretaceae	*Conocarpus erectus*	A
Fauna			
3	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	A
4	Vireonidae	*Vireo pallens*	Pr

A=Amenazada; Pr=Sujeto a protección especial.

Con la implementación de las medidas de prevención y mitigación, se garantiza la protección de las especies de vida silvestre identificadas dentro de alguna categoría de riesgo establecida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe señalar que, la iguana gris (*Ctenosaura similis*) no será afectada debido a que puede desplazarse rápidamente de un lugar a otro, aunado a que se ha observado que la especie presenta tolerancia a la presencia humana y el desarrollo de actividades antrópicas, por ello, podrá alejarse de los sitios de trabajo, desplazándose hacia predios colindantes; al concluir la construcción, es posible que la iguana arribe nuevamente al predio, además de que se ha observado que esta especie aprovecha los edificios para posarse en los techos y tomar baños de sol. Es importante que, durante la construcción, todos los días se verifique que no exista fauna atrapada entre los materiales y obras en desarrollo, asimismo, debe realizarse un adecuado manejo de los residuos a generarse, para evitar la contaminación o que los animales puedan accidentarse con esta al ingerirla o quedar atrapados en ellos. En cuanto al vireo manglero (*Vireo pallens*) tiene la posibilidad de desplazarse mediante el vuelo a parches de vegetación colindantes.

Respecto a las dos especies de manglar (*Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*), ubicadas en el predio, serán conservadas en sus sitios de desplante, es decir, que no serán removidas. Asimismo, se aplicarán medidas de prevención de impactos sobre estos ejemplares, como el manejo integral de los residuos, para evitar la dispersión de residuos sólidos y líquidos que pudieran contaminar el suelo donde se distribuyen dichos individuos. En la etapa de operación deberá garantizarse su protección, prohibiendo su remoción o daño. El promovente será responsable de conservar los ejemplares de manglar. Por ende, el desarrollo de la obra propuesta no impactará significativamente a las especies de flora amenazadas.

Criterio de especificación de la NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la especificación número 4 de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe señalar que, las demás especificaciones corresponden a lineamientos de inclusión de las especies a alguna categoría de riesgo, es decir, es la metodología (Método de Evaluación de Riesgo [MER]) para incluir una nueva especie dentro de la NOM en mención, por lo tanto, no es pertinente vincular el proyecto con estas, debido a que no corresponde con el objetivo del mismo.

Tabla III.29. Especificación general.

Especificación	Descripción	Vinculación
4	El aprovechamiento y manejo de las especies y poblaciones en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo con lo establecido en el artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y en los artículos 85 y 87 y demás aplicables de la Ley General de Vida Silvestre.	Para el desarrollo del proyecto no se llevarán a cabo acciones de aprovechamiento de especies en alguna categoría de riesgo. Las especies de manglar se conservarán en su sitio de desplante actual. La iguana gris, el vireo y las especies de fauna silvestre potenciales en el sitio serán ahuyentadas. Cabe señalar que, la fauna registrada en el sitio del proyecto es de rápido desplazamiento, por lo que se aplicarán medidas de ahuyentamiento. Lo anterior, facilitará el desplazamiento temporal de las especies silvestres a sitios colindantes y espacios aptos para su refugio. Al ser especies de amplio y rápido desplazamiento, se espera el regreso de estas especies a sus sitios de interacción natural. Establecer el área de conservación de manglar dispuesto en el proyecto será esencial para la reincorporación de las especies circundantes al término de las obras.

Cabe señalar que, se realizaron los muestreos de fauna silvestre para la recopilación de datos del proyecto, evidenciando a las especies potenciales en el sitio, ubicando especialmente aquellas especies que se listan dentro de alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. La fauna registrada en el predio y su zona circundante no reside en el predio del proyecto ya que mucha de ella se cuenta transitando la zona en búsqueda de alimento y/o resguardo. Con excepción se detectó un ejemplar residente del manglar del predio, una garza nocturna corona clara, que si bien, no está en categoría de riesgo, se implementarán medidas que garanticen su protección. Durante los recorridos del monitoreo, se localizaron letreros y señalizaciones alusivas a la conservación y que hacen conocimiento al visitante de las especies dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sitios de cuidado para la ANP. Lo anterior, promueve medidas preventivas para la conservación del sitio y de las especies que ahí transitan y/o residen. Si bien, la avifauna es el grupo más representativo de la Isla, este no será afectado con el desarrollo del

proyecto, ya que se garantiza mantener un área de conservación con comunidad de manglar, sitio donde realizan actividades de alimentación, en el cual se registró la presencia de fauna durante los muestreos.

Dentro de este contexto, el mantener área de conservación de 685.485 m^2 dentro del predio, contribuye a conservar el hábitat de distintas especies de fauna que transitan por la zona. Cabe mencionar que, el ANP APFF Yum Balam, también fue decretado como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Por ello, durante el desarrollo del proyecto se deberá garantizar la protección de este grupo de vida silvestre, mediante la implementación de medidas de manejo ambiental como: manejo integral de residuos; no remover vegetación dentro del área de conservación para mantener los hábitats naturales de vida silvestre circundante; la fauna será ahuyentada de los sitios de construcción; no se permitirá la captura o caza de ningún ejemplare de vida silvestre; las luces de la casa se reducirán a las áreas circundantes del edificio y serán de baja intensidad dirigidas al suelo para no afectar con hábitos de aves diurnas y tampoco molestar especies nocturnas. La casa será desplantada en superficie sin cobertura arbórea, por ello, no se afectarán sitio potenciales de anidación de aves; asimismo, la altura menor a 12 metros, no interferirá con el vuelo de las aves en el sitio, ya que existirán área abiertas colindantes, además de que existen especies de aves que sobrevuelan hasta más de 50 m de altura.

Isla Holbox es un sitio con potencial crecimiento urbano turístico, lo que representa potencial amenaza para muchas especies de fauna silvestre listadas bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059, ya que, en su mayoría la fauna silvestre prioriza sitios conservados y con menor influencia humana, entonces, con la urbanización del área, se fragmentan o eliminan hábitats naturales que pudieran aprovechar las especies de vida silvestre. No obstante, como se ha señalado en distintas ocasiones, el proyecto se diseñó de forma que ocupe superficies previamente impactadas en las que no existe una cobertura arbórea o arbustiva. Con lo anterior, se garantiza el no continuar fragmentando el ecosistema natural de la zona y, a la vez, por medio del establecimiento del *área de conservación* del predio, se contribuirá a mantener un fragmento de comunidad de manglar, el cual, en conjunto con parches de vegetación colindantes a la zona, formarán un corredor irregular en el que podrán transitar distintas especies de fauna silvestre, proteger especies nativas y generar diversos servicios ambientales benéficos para el ser humano.

Dentro de este contexto, el proyecto de "*Villa Concha"*, no generará desequilibrio ecológico en la zona y tampoco pondrá en riesgo la existencia o permanencia de ninguna especie listada en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tanto del predio como del SAR. Es de suma relevancia atender las disposiciones normativas y dar seguimiento a la regulación estricta para el desarrollo de infraestructura dentro de la Isla, lo que permite que Isla Holbox sea aprovechado de forma ordenada y sustentable. Por ello, es importante que durante el desarrollo del proyecto se apliquen las reglas del

Programa de Manejo para la ANP Yum Balam, el cual consiste en acatar las actividades que pueden llevarse a cabo dentro de cada una de las zonas que la integran, así como lo aplicable dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 ya que permite tener prioridad de las especies sujetas bajo protección y conservación.

III.5.3. Vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

Para el desarrollo del proyecto no se contempla la construcción de ninguna obra en zona de playa colindante al predio. El único uso que se le brindará a la playa será para actividades de sol y playa a cargo de los ocupantes de residencia vacacional, quienes llevarán a cabo actividades similares a las que desarrollan turistas y habitantes de la isla en la zona. La playa colindante al predio es conocida como Playa Punta Cocos, un sitio de gran relevancia turística en la isla, donde actualmente existen dos club de playa sobre zona federal marítimo terrestre; aunado a ello, en la zona de playa frente al predio se aprecia la presencia diaria de turistas quienes descansan en la orilla y aprovechan la sombra de ejemplares de manglar. Los clubes de playa deben garantizar la protección de las comunidades de tortugas marinas en caso de arribo al lugar. No obstante, hasta diciembre de 2024 señalaron no haber avistado el arribo de tortugas marinas en la zona.

Dentro de este contexto, el uso que le darán los ocupantes de la villa a la zona de playa es similar a la que actualmente tiene. Sin embargo, bajo la responsabilidad de contribuir con la protección de la zona de playa, cada que los ocupantes de la villa realicen actividades en dicho sistema natural, no depositarán residuos sólidos o líquidos en esta, llevando consigo los residuos generados para depositarlos dentro de los contenedores de acopio dentro de la casa. De este modo, al mantener sin presencia de residuos el frente de playa, se garantiza que no habrá obstáculos que afectan la presencia de especies silvestres.

Cabe recordar que, en la zona existen dos club de playa, por lo que son los principales responsables en no dejar equipos o materiales que obstaculicen el arribo de tortugas a la zona. Asimismo, los administradores de dichos club de playa son responsables de que sus usuarios depositen sus residuos en contenedores o sitios autorizados. En el caso de los turistas que acuden de forma libre a la playa frente al predio, al detectar que alguno de ellos realiza actividades que ponga en riesgo el sistema natural o afecte a especies de vida silvestre, se notificará las autoridades ambientales locales para tomar las medidas adecuadas de atención. Cabe mencionar que, las autoridades locales deberán vigilar que no transiten vehículos sobre la playa, para no afectar las comunidades de fauna silvestre de la zona.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la NOM-162-SEMARNAT-2012.

Tabla III.30. Vinculación del proyecto con la NOM-162-SEMARNAT-2012.

Especificación	Vinculación con el proyecto
5. Especificaciones generales	
5.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones.	En las costas del estado del estado de Quintana Roo se registran especies de tortugas marinas que arriban durante la temporada de anidación, las siguientes especies de tortugas marinas son las reportadas para las costas Holbox: • Dermochelys coriácea (Tortuga laúd). • Eretmochelys imbricata (Tortuga carey). • Caretta caretta (Tortuga caguama). • Chelonia mydas (Tortuga verde). Es importante mencionar que no se realizará aprovechamiento extractivo de las especies que arriben en las playas colindantes al predio. El predio contempla la construcción de obras dentro de un predio particular, por lo que, non se establecerá ningún tipo de obra civil en la playa que pudiera afectar los patrones de anidación de las tortugas marinas. Para mantener las condiciones naturales de la playa, aún con la operación del proyecto, se implementarán las siguientes medidas: -Manejo Integral de Residuos, para que no se dispersen residuos hacia la playa. -Los vehículos y maquinaria relacionados con la construcción del proyecto no transitarán sobre la playa. Accederán al predio por una vía existente en zona terrestre. -No se dirigirán luces hacia el mar durante las noches. -Las luces de la casa serán de baja intensidad y serán dirigidas hacia el suelo. Cabe mencionar que, entre la playa y la casa se encuentra el área de conservación, por lo que esta fungirá como una barrera que también limitará el paso de luz directo hacia la playa. -En caso de detectar algún nido en la playa colindante, se dará aviso a las autoridades ambientales. -Se prohíbe que los ocupantes de la casa extraigan huevos de los nidos; se prohíbe que dañen o molesten a ejemplares adultos que arriben a la playa; se prohíbe que tomen fotos con flash o alumbren directamente a los individuos; se prohíbe que interfieran con los procesos de anidación; en temporadas de anidación, los ocupantes limitarán sus actividades de playa durante el día, para mantener libre la playa durante la noche; se prohíbe dejar libre mascotas que pudieran dañar a los ejemplares de tortugas marinas; en caso de que alguna tortuga ingrese a parte del predio, se dará aviso a las autoridades locales para que acudan a su rescate y reubicación, sin embargo, poco probable que esto suceda debido a que existen parches de vegetación que dividen la playa y el predio, por lo que no suele ser un lugar ideal para que las tortugas transiten.

Especificación	Vinculación con el proyecto
5. Especificaciones generales	
5.2 El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	La protección de tortugas marinas y sus nidos son actividades que le corresponden a las autoridades ambientales. Para el desarrollo del proyecto no se afectará la zona de playa colindante al predio. Todas las obras a desarrollar se establecerán en superficie terrestre en un predio particular. Para obtener la autorización de su ejecución, se dio inicio al trámite de evaluación del impacto ambiental y se ingresa la MIA-R.
5.3 Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.	De acuerdo con el programa de manejo, el predio se encuentra en una subzona denominada Asentamientos Humanos Holbox. No se especifican en el sitio lugares de acceso restringidos en el ANP. Por ser un asentamiento humano, existen varios puntos de acceso a la playa, para su uso común, en especial porque playa Punta Cocos es un sitio recurrido por los turistas, en el cual hay presencia de club de playa. Por lo anterior, no se crearán nuevos acceso hacia la playa. En cuanto al predio, debido al uso indistintos que le dieron diferentes particulares y turistas, establecieron senderos que fragmentaron la comunidad vegetal del interior del terreno seleccionado. Para el proyecto, se aprovecharán dichos senderos para continuar accediendo a la zona de playa frente al predio; en específico, en uno de ellos se establecerá el camino elevado de madera y posterior a su instalación, se permitirá la recuperación de la zona mediante sucesión vegetal natural, para que debajo de este camino puedan expandirse las raíces de mangle negro que originalmente estaban en el sitio pero que, por el paso de vehículos fueron dañadas, no obstante, se mantienen individuos de mangle negro en los bordes, por lo que se asegura su recuperación.
5.4 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:	La promovente se apegará a las disposiciones establecidas en la presente norma.
5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	Como parte del proyecto, no se realizará la extracción de vegetación nativa de la zona de playa ni de hábitats de anidación de tortugas marinas. Tampoco se realizará introducción de especies exóticas de vida silvestre.
5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.	El proyecto no contempla el desarrollo de obras civiles en la zona de playa colindante al predio, por lo tanto, no se afectará vegetación nativa de dicha zona y tampoco se interferirá con el transporte de sedimentos que alimentan la playa. Cabe mencionar que, el parche de vegetación del predio, que colinda directamente con zona de playa, corresponde con un fragmento del área de conservación del terreno seleccionado, por ello, se garantiza que no se removerá vegetación de dicha superficie.
5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	Como parte del proyecto, no se instalarán obras u objetos en la zona de playa colindante al predio. Cabe mencionar que, los ocupantes de la casa evitarán transitar por la playa durante los horarios de anidación de tortugas marinas, para garantizar su bienestar.

Especificación	Vinculación con el proyecto
5. Especificaciones generales	
5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.	Las luces de la villa serán de baja intensidad y serán dirigidas hacia el suelo. Cabe mencionar que, entre la playa y la casa se encuentra el área de conservación, el cual fungirá como una barrera que limitará el paso de luz desde la villa hacia la zona de playa. Así se garantiza que no habrá afectación a las actividades de anidación por presencia de luz.
5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.	Como se mencionó, las luces de la villa serán de baja intensidad y serán dirigidas hacia el suelo. Cabe mencionar que, entre la playa y la casa se encuentra el área de conservación, el cual fungirá como una barrera que limitará el paso de luz desde la villa hacia la zona de playa. Así se garantiza que no habrá afectación a las actividades de anidación por presencia de luz.
5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías	El promovente no contempla transitar con vehículos sobre la zona de playa; tampoco permitirá el tránsito libre de mascotas, las cuales pudieran afectar a la vida silvestre; los ocupantes de las villas deberán respetar a las hembras durante la anidación y no podrán tomar fotos con flash o alumbrarlas directamente. También evitarán acercarse a estas para no estresar a los individuos.
6. Especificaciones de manejo	
6.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El promovente no realizará el aprovechamiento, ni actividades de manejo, con tortugas marinas.
6.2 Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.	El promovente no realizará el aprovechamiento, ni actividades de manejo, con tortugas marinas.
6.3 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.	El promovente no realizará el aprovechamiento, ni actividades de manejo, con tortugas marinas. En caso de que se identifique algún ejemplar se avisará a las autoridades correspondientes las cuáles cuentan con el personal capacitado y autorizado para el manejo de estos reptiles.
6.4 La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas: a) Natural o in situ b) Vivero o Corral (por excepción)	El promovente no realizará el aprovechamiento, ni actividades de manejo, con tortugas marinas.
6.5 En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (in situ), y sólo por excepción	El promovente no realizará el aprovechamiento, ni actividades de manejo, con tortugas marinas. En caso de

Especificación	Vinculación con el proyecto
5. Especificaciones generales	
(depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.	detectar nidos de tortugas marinas, los ocupantes de la villa tendrán prohibido remover los huevos depositados; asimismo, se dará aviso a las autoridades municipales, considerando que playa Punta Cocos es un sitio muy recurrido por los turistas.
6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas: 6.6.1 Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad de perder nidadas, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin. 6.6.2 En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos.	El promovente no realizará el aprovechamiento, ni actividades de manejo, con tortugas marinas. Para garantizar la protección de la playa, los ocupantes de la casa no transitarán con vehículos sobre esta zona; no dejarán mascotas libres que puedan saquear nidos o dañar individuos adultos de tortugas marinas; se realizará un manejo integral de residuos para evitar que estos se dispersen en la playa y pongan en riesgo a cualquier individuo de tortuga marina o vida silvestre.
6.7 Incubación natural o in situ 6.7.1 Para la protección de nidos in situ debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para impedir la pérdida de nidadas. 6.7.2 En el caso de incubación in situ, se debe valorar la pertinencia de realizar el marcaje de los nidos con estacas o algún otro sistema, asegurando que no se dañarán los huevos y que permitirá el nacimiento de las crías. En el caso de utilizar estacas, éstas deben ubicarse cerca del borde del nido, una vez que la tortuga marina termine el desove y antes de que empiece a tapar el nido. 6.7.3 En playas que presenten problemas por depredadores deben tomarse medidas dirigidas a evitar la pérdida de los huevos y las crías; de conformidad con el Plan de Manejo. 6.7.4 Para disminuir la depredación de huevos y de crías durante la emergencia hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante. 6.7.5 Debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar. Podrá haber intervención humana para ahuyentar a los depredadores. 6.7.6 En la medida de lo posible, una vez transcurrido el tiempo estimado para que hayan emergido todas las	Estas actividades corresponden a las autoridades ambientales, las cuales cuentan con un programa de manejo de tortugas marinas en los que se establecen las especificaciones que garantizan la protección y conservación de los individuos. En caso de detectar anomalías o acciones que puedan afectar a esta fauna se reportará a las autoridades correspondientes para que lleven a cabo las medidas necesarias.

Especificación	Vinculación con el proyecto
5. Especificaciones generales	
crías, debe sacarse todo el contenido de los nidos y de darse el caso, rescatar las crías rezagadas.	
6.8 Incubación en vivero o corral (por excepción).	Las especificaciones del apartado 6.8 de la presente norma corresponden a las características que deben cumplir los corrales de incubación, así como las acciones del manejo de los ejemplares de tortugas, huevos y crías. Es por ello y tomando en cuenta que no se realizará manejo de las especies que no se vincula con el presente proyecto.
6.9 Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.	El promovente no realizará el aprovechamiento, ni actividades de manejo, con tortugas marinas. En caso de detectar tortugas marinas en la playa, los ocupantes de la villa deberán seguir las especificaciones que a continuación se presentan para garantizar que no se dañarán ejemplares de tortugas marinas.
6.9.1 Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las especificaciones de este apartado.	Con la operación del proyecto no se prestarán servicios de observación de tortugas marinas, sin embargo, en caso de detectar algún ejemplar, los ocupantes de la villa podrán apreciar a dichos reptiles marinos siempre y cuando cumplan con las especificaciones que garantice el respeto hacia los individuos y no los ponga en riesgo.
6.9.2 Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que: 6.9.2.1 Se tenga un manejo responsable de los residuos que se generen por la actividad. 6.9.2.2 El personal encargado de conducir a los visitantes durante la observación de tortuga marina en playas de anidación, sean personas por cuya actuación responda el responsable técnico de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre. 6.9.2.3 Previo al recorrido de observación de tortugas marinas en playas de anidación, el personal encargado de conducir a los visitantes difunda temas de educación ambiental para el cuidado de la especie y su hábitat, así como lineamientos de comportamiento durante la visita, mediante carteles informativos, pláticas y cualquier otro método de difusión.	El promovente no realizará el aprovechamiento, ni actividades de manejo, con tortugas marinas. Sin embargo, para contribuir con la protección del hábitat de las tortugas marinas, se realizará el manejo integral de los residuos generados durante el desarrollo del proyecto para evitar dispersión de los mismos y la posible contaminación del medio. Los ocupantes de la villa deberán informarse sobre las especies que potencialmente arribarían a la playa colindante al predio; deberán informarse sobre hábitos y hacer de su conocimiento la presente norma, para cumplir con todos los criterios de protección de las tortugas marinas.
6.9.3 Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente: 6.9.3.1 No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas. 6.9.3.2 Hacer los recorridos a pie, en grupos no mayores a 10 visitantes, formando una fila compacta y a intervalos de 30 minutos entre un grupo y otro. 6.9.3.3 No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido. 6.9.3.4 No podrán hacer uso de fuentes de iluminación durante el recorrido, a excepción del personal encargado de conducir a los visitantes, quien podrá emplear una	El promovente no realizará el aprovechamiento, ni actividades de manejo, con tortugas marinas. En caso de observar algún individuo en la playa, los ocupantes de la casa, además de dar aviso a las autoridades correspondientes, deberán implementar medidas que garanticen el bienestar de los ejemplares: No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas. -Se prohíbe manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas -Se prohíbe tomar fotografías con flash. -se prohíbe hacer uso de fuentes de iluminación durante la observación de tortugas.

Especificación	Vinculación con el proyecto
5. Especificaciones generales	
lámpara, la cual debe estar equipada con un filtro rojo o una fuente de luz de coloración roja. 6.9.3.5 Que los visitantes permanezcan a un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, hasta que ésta inicie el desove. Sólo el personal encargado de conducirlos puede localizar a las hembras anidadoras, verificando cuidadosamente la orientación de la tortuga y la fase del proceso de desove en la que se encuentra. 6.9.3.6 Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio. 6.9.3.7 Indicarle a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga. 6.9.3.8 Cuando la tortuga termine de tapar el nido, conducir a los visitantes indicándoles mantenerse a un mínimo de 10 m de distancia, desde donde podrá observar el resto de la actividad. 6.9.3.9 Durante la emergencia y salida al mar de las crías in situ, debe asegurarse que los visitantes se mantengan a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de crías. Tratándose de emergencia de crías en vivero o corral, la observación se realizará desde afuera del mismo; su liberación se realizará asegurándose que los visitantes se coloquen a una distancia de 2 m por detrás del grupo de crías. En ambos casos, se debe garantizar que los visitantes no pisen a las crías ni obstruyan su camino al mar. 6.9.3.10 Las crías nacidas tanto in situ como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación. 6.9.3.11 Que durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los visitantes sean guiados por fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo.	-Mantener un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, y retirarse mientras realiza el desove para reducir el estrés del individuo. -Los ocupantes permanecerán todo el tiempo en grupo y en silencio. -Durante la emergencia y salida al mar de las crías in situ, los ocupantes se mantendrán a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de crías. -Las crías no podrán ser manipuladas para su liberación. -Durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los ocupantes de la villa estarán fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo
6.9.4 Los visitantes deberán seguir en todo momento las indicaciones del personal encargado de conducirlos durante las actividades de observación en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.	Los ocupantes de la villa deberán respetar todas las especificaciones de la presente norma para garantizar la protección de las tortugas marinas, sus nidos y sus crías.
6.9.5 Se recomienda al responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, proporcionar las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y a los adultos mayores.	No se contempla realizar actividades de aprovechamiento no extractivo ni manejo de tortugas marinas.

De acuerdo con la tabla anterior, se aprecia que el proyecto no contraviene con ninguna especificación dispuesta en la NOM-162-SEMARNAT-2012. Con lo anterior, se garantiza que no se afectará ningún individuo de tortuga marina, nido o cría.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO "*VILLA CONCHA*" EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO

El objetivo de este capítulo se orienta en, ofrecer una caracterización del medio en sus factores, bióticos, abióticos y socioeconómicos; describiendo y analizando, en forma integral, los componentes naturales y artificiales del Sistema Ambiental Regional (SAR), en el cual se desarrollará y operará el proyecto denominado *"Villa Concha"* ubicado en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

La caracterización del SAR se hará con el objetivo de identificar las condiciones ambientales de la región, previas al desarrollo del proyecto, así como, conocer las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro en el área y la interacción que tendrá el proyecto con su entorno. Asimismo, se realizará la descripción puntual de los sitios para el desarrollo de las obras y de las zonas de influencia (directa e indirecta), con la finalidad de facilitar la identificación de los impactos ambientales que las diversas etapas del proyecto pudieran generar en el área.

La información que se presenta a lo largo de este capítulo es el resultado de visitas de campo, durante las cuales se aplicaron métodos y técnicas de muestreo, con la finalidad de conocer y obtener registros de las condiciones actuales de los componentes físicos y biológicos que conforman la región, así como de los factores socioeconómicos presentes en la zona.

Para complementar los datos obtenidos, se consultaron diversos estudios científicos y técnicos realizados previamente en la región, así como la literatura publicada por diversas fuentes oficiales. Cabe señalar, que la cartografía presentada a lo largo del documento se realizó a partir de los conjuntos de datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

IV.1.- DELIMITACION DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El Sistema Ambiental Regional (SAR) está definido por la Secretaría en sus guías para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental como: *"el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento".*

Para delimitar un Sistema Ambiental Regional (SAR) se emplean diversos criterios y metodologías. Entre estos, se destaca la identificación de ecosistemas homogéneos que compartan características comunes con el área de estudio. También se considera la utilización de limites definidos por zonificaciones establecidas en instrumentos de política ambiental, como las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) de los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial y Local. Además, se toman en cuenta las áreas geográficas designadas para el cumplimiento de normativas ambientales.

La secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2022) señala que: "*Es fundamental definir y delimitar la región para poder vincular su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados".* De esta manera, se podrá analizar la calidad del SAR donde se pretende ubicar el proyecto y determinar cómo impactará en la integridad de los aspectos bióticos, abióticos y socioeconómicos que conforman el medio. En este sentido, la SEMARNAT nos define una "Región" como: *"El espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos".*

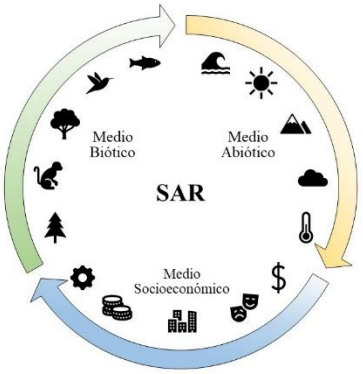


Figura IV.1.- Medios que interactúan en el SAR.

La delimitación del SAR se realizó a partir del análisis de las interacciones presentes en el área del proyecto y las zonas circundantes, con fundamento en el Artículo 13, fracción IV del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Con la finalidad de, conocer en qué medida las diferentes actividades y obras a realizar afectarán los componentes ambientales. Por otro lado, podremos comprobar la interacción del medio con la infraestructura y el desarrollo de las actividades previstas.

Los criterios que se consideraron para la delimitación del polígono del SAR son:

1er. Nivel Macroescala.

- Provincias y Subprovincias Fisiográficas.
- Cuencas, Subcuencas y Microcuencas Hidrológicas.
- Programas de Ordenamiento Ecológico Local (Unidades de Gestión Ambiental).
- Áreas Naturales Protegidas (nivel federal, estatal o municipal).
- Sitios Ramsar y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).
- Regiones Prioritarias Terrestres, Marinas e Hidrológicas.

2do. Nivel Geosistemas.

- Unidades de relieve o geoformas (sistemas de topoformas).
- Tipos y características principales del suelo (grupos primarios de suelo).
- Geología (litología, unidades cronoestratigráficas).
- Hidrografía (ríos, cuerpos de agua, corrientes, etc.

3er. Nivel Microescala.

- Aspectos biológicos: comunidades vegetales y comunidades estables de fauna silvestre.
- Aspectos sociales: demografía y actividades económicas.
- Infraestructura: paisaje. caminos, carreteras, terracerías, canales de riego, etc.
- Poblados: comunidades, asentamientos, ejidos, predios o parcelas.

Posteriormente, se realizó la descripción general de los elementos ecosistémicos en sus diferentes niveles, resaltando características comunes y su interacción con el medio.

Tabla. IV-.1.- Elementos considerados para la delimitación del SAR del proyecto.

Nivel	Aspecto	Descripción
Macroescala.	Fisiografía.	La Isla de Holbox, se encuentra en la Provincia Fisiográfica XI "Península de Yucatán", en la porción de la Subprovincia "Carso Yucateco". Esta región se caracteriza por su relieve plano, y su constitución de rocas calizas de origen marino, procedentes del Terciario Superior. Todo el conjunto de islas nororientales del estado, (Cozumel, Isla Mujeres, Contoy y Holbox) forman parte de esta subprovincia.
	Hidrología.	De acuerdo con la delimitación del INEGI, el área de interés se ubica dentro de la Región Hidrológica (RH) 32 "Yucatán Norte, en la Cuenca Hidrológica 32A "Quintana Roo". La cuenca presenta una precipitación promedio que varía entre los 1,100 y 1,500 mm/año, con un rango de escurrimiento del 0 al 5 % y una temperatura media anual promedio de 26º C.
	Áreas Naturales Protegidas.	El proyecto se encuentra inmerso en el Área de Protección de Flora y Fauna "Yum-Balam", la cual forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), determinado por el Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). La región abarca la Laguna de Yalahau, los humedales, pastizales inundables, manglares y las selvas bajas y medianas de la porción norte del estado de Quintana Roo. El predio se ubica en la subzona de Asentamientos Humanos Holbox, la cual cuenta con una superficie de 212.0833 hectáreas, la cual fue establecida antes del decreto del ANP. Las principales actividades en el núcleo urbano son los servicios de hospedaje y turismo.
	Programas de Ordenamiento Ecológico.	De acuerdo con, el Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Quintana Roo (PEDU) (2002), dentro del sistema de ciudades, el asentamiento humano de Holbox es un Centro Integrador Rural. Estos centros cuentan con servicios

Nivel	Aspecto	Descripción
		básicos para la atención de los habitantes, y la infraestructura necesaria para garantizar la interacción social con las localidades circundantes.
Geosistemas.	Tipos de Suelo.	El grupo de suelo "Arenosol" (AR), se encuentra distribuido en el borde norte de la Isla y comprende toda la zona de playa. No se utiliza para actividades agrícolas, pues mantienen un bajo rendimiento y presentan una alta susceptibilidad a la erosión. Presenta un material paternal de textura gruesa, con una baja permeabilidad, debido a su poca retención de agua o nutrientes.
	Geología.	La Isla de Holbox, se formó a partir de una fractura geológica, la cual consiste en una serie de depresiones lineales paralelas, orientadas en dirección noroeste-noreste. Su origen sedimentario se remonta a las formaciones rocosas del Mesozoico, sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino, formando una plataforma caliza.
	Topoformas.	El tipo de topoforma que se distribuye en la Isla, es denominado, "Playa o Barra Inundable y Salina", la cual, está constituida por suelos arenosos, producto de la desintegración de la roca caliza y restos de material orgánico, que se acumulan con el oleaje.
	Hidrografía.	La región se caracteriza por ser un sistema de corrientes resultantes de la acción del oleaje sobre una ramificación de la corriente proveniente del Caribe. La influencia de los vientos y los oleajes, provocan una dirección de la corriente Este a Oeste. La laguna Conil (Yalahau), se encuentra limitada por la costa Norte del municipio de Lázaro Cárdenas y con la Isla Holbox al Norte, se comunica con el Golfo de México, a través, de una amplia boca ubicada en la parte oeste y por el canal denominado "Santa Paula", en el extremo este, la cual, separa la Isla de la parte continental.
Microescala.	Aspectos biológicos.	**Vegetación**: La mayor parte de Holbox tiene un crecimiento sustancial de mangle en los canales internos de la Isla, y al norte de la Laguna Conil. Las especies de mangle con mayor abundancia son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*), seguido por el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y ocasionalmente se encuentra el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), las cuatro especies se encuentran listadas en la categoría de Amenazada (A) dentro de la NOM-059 SEMARNAT- 2010. De igual forma, la vegetación de matorral costero, mezclado con algunas palmas remanentes, forma la mayor parte de la vegetación que se esparce entre los manglares y dunas playeras, así como, de las dunas pioneras, orientadas en el límite oceánico de la Isla.
	Poblados	Holbox, es una pequeña isla localizada en el extremo norte del estado de Quintana Roo, perteneciente al municipio de Lázaro Cárdenas. Abarca una extensión de 40 km de largo y 2 km de ancho, así como, 34 km de playa en el lado norte. 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 (Conil). Se ubica aproximadamente a 12 km del Puerto de Chiquilá y 160 km al noroeste de Cancún

Nivel	Aspecto	Descripción
	Infraestructura.	La estructura urbana, se basa en una zona central que acumula la mayoría de los servicios turísticos, administrativos y públicos de la localidad, su trazo vial es ortogonal en el centro de la marcha urbana. Sin embargo, por la conformación longitudinal de la Isla, el trazo de las vías se vuelve lineal e irregular. El crecimiento de la mancha urbana, está condicionado por las zonas de humedales y de preservación ecológica.
	Aspectos sociales.	**Demografía:** De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda (2010), la población en la Isla era de 1,486 habitantes, 771 hombres (52 %) y 715 mujeres (48 %). Asimismo, se registraron 760 viviendas, de las cuales; 412 están habitadas, 68 se encuentran desalojadas y 275 son viviendas particulares de uso temporal. **Actividades económicas:** La Población Económicamente Activa (PEA) para el 2010 era de 700 personas, de las cuales el 69.43% son hombres y el 30.6 mujeres. La Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de Holbox fue de 1.85 % (promedio anual); siendo sensiblemente más baja que la tasa estatal que se ubicó en 4.24 % el mismo año. **Servicios de salud:** El servicio de salud es proporcionado por SESA. La atención a las zonas rurales se realiza por medio de una unidad móvil, se cuenta con un Centro de Salud dentro de la Isla. **Servicios públicos:** Existe un central diésel de generación eléctrica desde 1984, la cual abastece a los pobladores; se reporta un consumo promedio de 500 kw diarios. El agua potable proviene de dos pozos profundos ubicados en la zona continental de Quintana Roo, a 7.5 kilómetros de Chiquilá. Por otro lado, el servicio de alcantarillado sanitario, se da a través del drenaje al vacío, en el que se emplean válvulas de vacío que evacuan el aire de las líneas de alcantarillado, lo que impulsa el flujo de aguas hasta hacerlo llegar al sitio de tratamiento; este sistema se instaló en la Isla en el año 2003.

IV.1.1. Determinación de los Componentes Centrales

De acuerdo al análisis de los componentes que integran al medio, se optó por establecer la subzona "Asentamientos Humanos Holbox", perteneciente al APFF "Yum-Balam", como el componente central para la delimitación del SAR, debido a su interacción con las zonas adyacentes y el impacto que genera en los aspectos físicos, biológicos y sociales de la región.

Asimismo, no podemos dejar de señalar la interrelación del asentamiento humano con las áreas inmediatas (marinas y terrestres), que pueden ser fácilmente alteradas debido a la descarga de residuos o la expansión de las áreas urbanas, provocando cambios en el ecosistema tales como: alteración del flujo hídrico, pérdida del hábitat, pérdida de la estructura del suelo, así como cambios en la dinámica costera.

Otro factor de relevancia es la estructura urbana de la Isla, con una zona central que acumula la mayoría de los servicios turísticos y administrativos, manteniendo un trazo vial que sigue la conformación longitudinal

de la Isla limitado por las zonas de humedales y las subzonas de preservación, pertenecientes a la APFF "Yum-Balam". Este elemento representa el núcleo de interacción humano-ambiental, donde se generan demandas de recursos y residuos, actuando también como un espacio de interacción y dependencia con las zonas marinas y terrestres, al aprovechar sus recursos y servicios.

De esta manera, el SAR fue delimitado con base en la subzonificación establecida por el Plan de manejo del APFF "Yum-Balam", estableciendo la subzona "Asentamientos Humanos de Holbox" como componente central, agregando las áreas inmediatas en un rango de 100 metros (marinas y terrestres), con la finalidad de analizar sus interacciones biológicas, físicas y socioeconómicas. Con lo que, se podrán establecer medidas de manejo ambiental adecuadas a las características de la Isla y al desarrollo de Proyecto.

Tabla IV.2.- Desglose de los componentes centrales del SAR.

Componente	Área (m2)	Área (ha)	%
Subzona "Asentamientos Humanos Holbox".	2,120,833.00	212.08	64.89
Franja Marina (100 mts).	721,295.32	72.13	22.07
Comunidades de Manglar	426,129.95	42.61	13.04
Superficie total	**3,268,258.27**	**326.82**	**100.00**

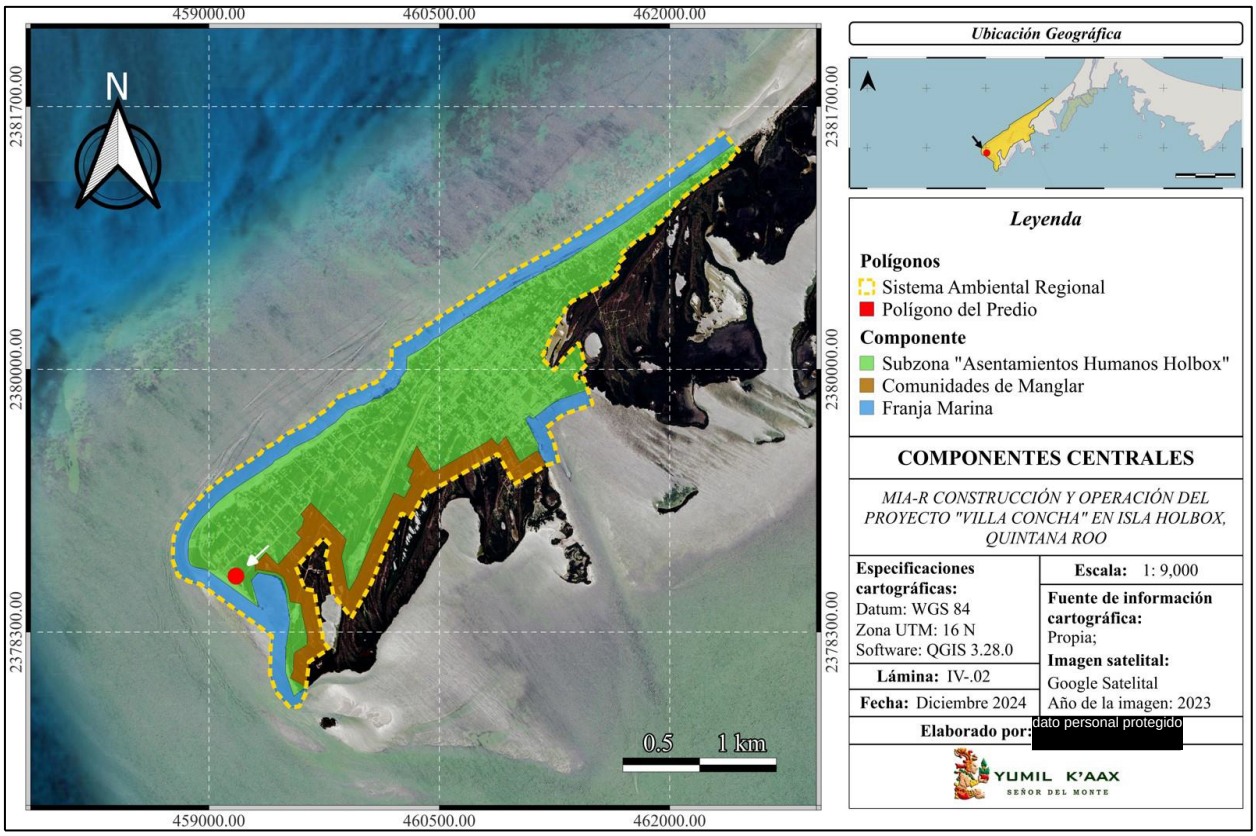


Lámina IV-.1.- Componentes centrales del SAR.

El polígono abarca una superficie total de 3,268,258.27 m^2 (326.82 ha) y se encuentra dentro del municipio de Lázaro Cárdenas, en el estado de Quintana Roo. La Isla de Holbox, con una extensión aproximada de 48.5 km^2, está ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: N, 21º 35´ 3´´, S 21º 30´4´´ de latitud norte, O, 87º 06´48´´ de longitud oeste. Su delimitación natural incluye canales que la separan de la zona poblada al oeste de la isla, cono el río Kuká en Punta Mosquito y el canal de Santa Paula, cerca de Cabo Catoche al este, el acceso es por vía marina desde el Puerto de Chiquilá.

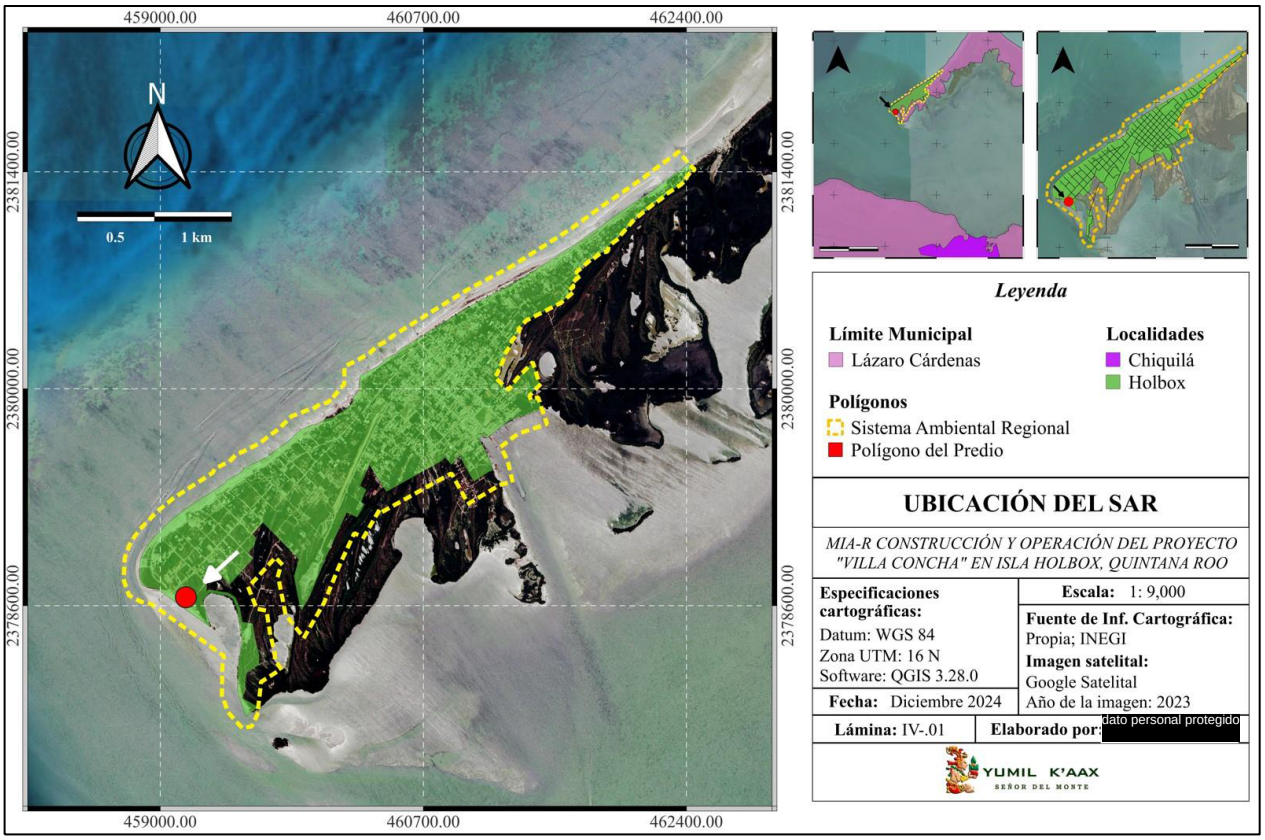


Lámina IV-.2.- Ubicación Geopolítica del SAR

Siguiendo la delimitación anterior, la superficie del predio donde se pretende desarrollar el proyecto representa el 0.05% del área total del SAR. Por lo tanto, el desarrollo del proyecto no implica un cambio o alteración significativa en los elementos ecosistémicos de la región. No obstante, es importante señalar que los impactos acumulativos en la isla se han intensificado debido al aumento del sector turístico, lo que ha generado problemáticas como el aumento en la generación de residuos sólidos, contaminación en los muelles por el uso de embarcaciones, pérdida de la flora y fauna local, incremento en la erosión de las playas y un desarrollo económico limitado en comparación a otras zonas turísticas.

Tabla IV.3.- Coordenadas (UTM) de referencia para el Sistema Ambiental Regional.

Sitio	X	Y
1	462350.44	2381529.84
2	462117.80	2381358.90
3	461819.35	2381151.82
4	461504.15	2380938.09
5	461268.53	2380789.13
6	460975.98	2380634.80
7	460759.97	2380501.22
8	460503.18	2380341.66
9	460403.80	2380278.09
10	460291.05	2380194.33
11	460190.28	2380143.25
12	460188.01	2380028.98
13	460124.01	2379953.78
14	460129.13	2379944.13
15	460075.32	2379909.23
16	460040.56	2379905.79
17	459981.69	2379867.93
18	459885.09	2379836.54
19	459846.54	2379821.42
20	459759.43	2379734.55
21	459642.54	2379648.02
22	459487.05	2379572.31
23	459451.08	2379534.75
24	459351.82	2379482.35
25	459339.18	2379458.76
26	459083.82	2379292.49
27	458986.72	2379214.10
28	458848.99	2379065.61

Sitio	X	Y
29	458769.94	2378907.93
30	458764.80	2378762.98
31	458797.54	2378667.00
32	458872.47	2378626.44
33	458944.26	2378609.81
34	459411.64	2378275.28
35	459397.89	2378025.42
36	459504.66	2377720.33
37	459653.04	2377835.23
38	459650.64	2378107.32
39	459780.67	2378190.56
40	459739.56	2378254.78
41	459741.02	2378281.90
42	459727.65	2378344.13
43	459711.69	2378406.53
44	459686.46	2378567.94
45	459616.93	2378581.39
46	459568.01	2378718.48
47	459743.67	2378911.08
48	459782.88	2378870.57
49	459760.45	2378792.83
50	459809.87	2378540.94
51	459927.95	2378392.56
52	460057.81	2378617.62
53	460253.70	2379067.58
54	460313.18	2379040.23
55	460416.14	2379218.56
56	460427.06	2379201.34

Sitio	X	Y
57	460880.87	2379453.14
58	460989.84	2379257.50
59	461165.76	2379372.22
60	461245.95	2379393.44
61	461243.27	2379539.63
62	461199.80	2379624.88
63	461319.59	2379711.84
64	461498.68	2379773.13
65	461441.32	2379944.56
66	461393.63	2379929.56
67	461452.67	2380025.15
68	461406.59	2380171.70
69	461303.84	2380065.06
70	461249.14	2379992.83
71	461181.46	2380056.52
72	461194.04	2380073.80
73	461173.67	2380094.08
74	461184.76	2380104.86
75	461179.78	2380109.34
76	461202.54	2380137.93
77	461201.27	2380150.40
78	461320.98	2380375.33
79	461313.48	2380383.46
80	461363.28	2380439.47
81	461588.94	2380554.55
82	461658.17	2380613.99
83	461637.53	2380632.05
84	461672.59	2380661.17

Sitio	X	Y
85	461654.50	2380676.99
86	461715.78	2380731.27
87	461687.73	2380751.90
88	461788.27	2380838.38
89	461790.55	2380834.28
90	461827.11	2380861.81
91	461845.27	2380874.92
92	461865.28	2380882.35
93	461882.58	2380883.35
94	461893.67	2380895.10
95	461895.29	2380908.98
96	461903.16	2380922.56
97	461911.05	2380932.23
98	461949.42	2380960.51
99	461952.77	2380971.34
100	461963.56	2380978.96
101	462064.08	2381093.49
102	462211.23	2381211.50
103	462214.20	2381209.06
104	462249.93	2381235.76
105	462274.04	2381259.15
106	462361.49	2381315.24
107	462404.62	2381356.32
108	462398.90	2381362.91
109	462437.49	2381414.21
110	462445.00	2381407.67
111	462452.89	2381416.71

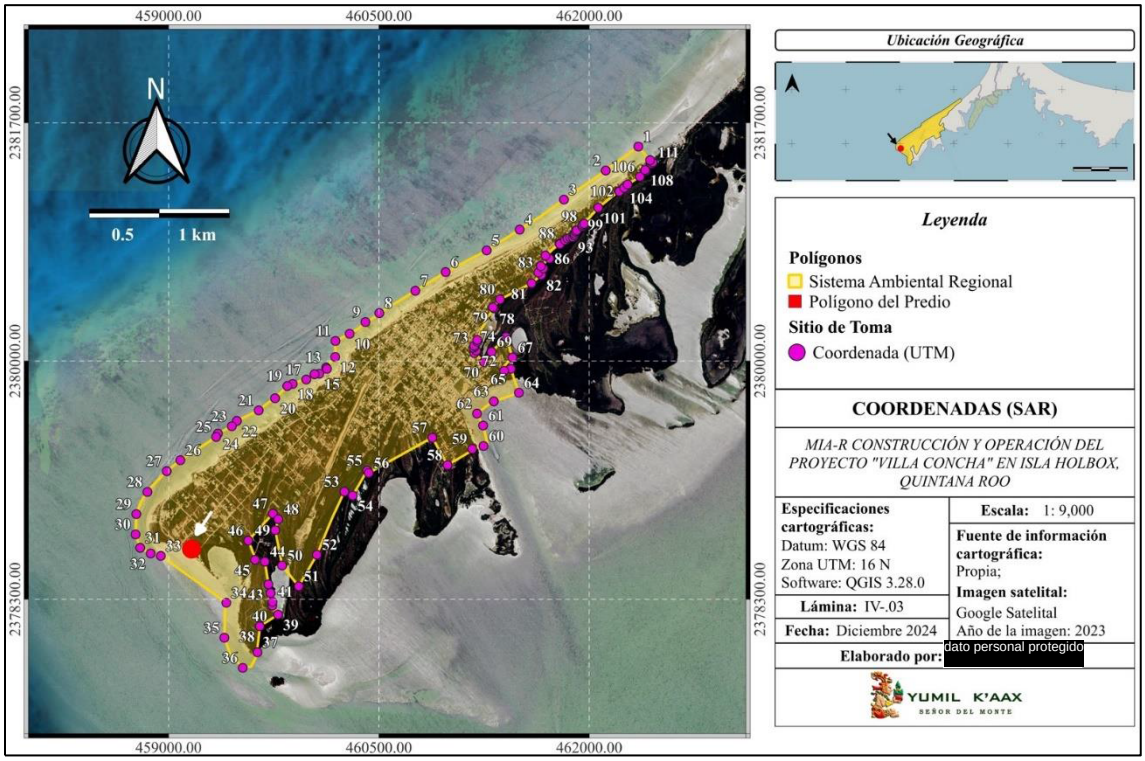


Lámina IV.3- Puntos de referencia de las coordenadas que conforman el polígono del SAR.

El desarrollo del Proyecto se enfocará en mitigar los impactos al medio (biológico, físico y socioeconómico), con el objetivo de no exacerbar las problemáticas existentes derivadas de los impactos acumulativos de la isla. Además, contribuirá a la preservación del entorno natural y asegurará la sostenibilidad de Holbox.

La subzona de "Asentamientos humanos de Holbox", perteneciente al APFF "Yum-Balam", constituye el elemento central en la delimitación del SAR. Por ello, resulta fundamental destacar las principales características de esta Área Natural Protegida (ANP) y de la subzona en particular, así como las actividades y usos permitidos, conforme a la legislación aplicable.

Área de Protección de Flora y Fauna "Yum- Balam"

El Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Yum-Balam, se encuentra en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, la cual fue establecida como ANP mediante el Decreto Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 6 de junio de 1994, sin embargo, su Plan de Manejo se publicó en el DOF hasta el 5 de octubre de 2018, el ANP cuenta con una superficie de 154,052.25 hectáreas.

De acuerdo con el Plan de Manejo del APFF Yum-Balam, la subzonificación del área se llevó a cabo con la finalidad de asegurar, a mediano y largo plazo, la conservación de los ecosistemas presentes, así como de efectuar acciones de manejo específicas bajo la normatividad vigente y aplicable.

La subzonificación regulará las actividades y usos permitidos conforme a la legislación aplicable en la materia y las reglas administrativas de este instrumento, en concordancia con los objetivos de protección del área, por lo que cada subzona estará sujeta a regímenes diferenciados en cuanto al manejo y a las actividades permisibles en cada una de ellas.

Las políticas de manejo deben de estar de acuerdo con los objetivos del ANP, 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.

Tabla IV.4.- Zonificación del APFF "Yum-Balam".

Aprovechamiento Sustentable	Preservación	Asentamientos Humanos
Porción Marina	Playas y Dunas Costeras de Isla Grande	Holbox
Arrecife "Los Cuevones"	Playas de Punta Mosquito	Chiquilá
Franja Marina Frente a Isla Grande	Humedales de Isla Chica e Isla Grande	**Recuperación**
Isla Grande	Laguna Conil	La ensenada
Laguna Conil (Yalahau)	Humedales Costeros	
Chiquilá Oeste		
Fracturas de Holbox		

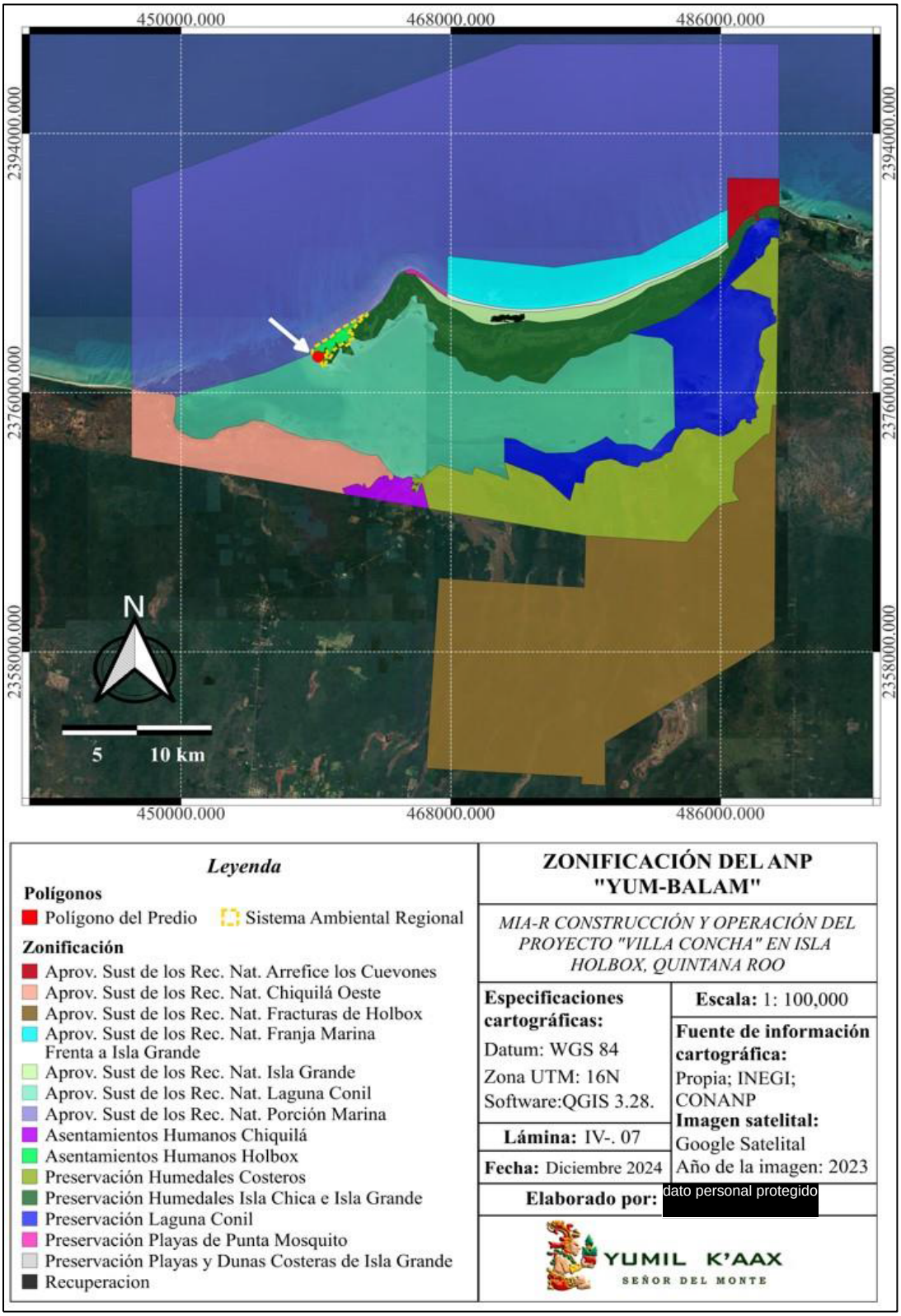


Lámina IV-.4.- Subzonificación del APFF Yum-Balam.

Las categorías de estas subzonas, se asignaron con fundamento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en sus artículos 47 BIS y 47 BIS 1, reconociendo factores ecológicos, paisajísticos y sociales. Proponiendo la identificación de estándares aceptables y accesibles, iniciativas de gestión, monitoreos y evaluaciones para comprobar la eficiencia de las iniciativas propuestas.

Subzona "Asentamientos Humanos Holbox"

Conforme a lo establecido en el Artículo 47 BIS, fracción II, inciso g, de la LGEEPA, las subzonas de asentamientos humanos, son aquellas superficies donde se han 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.

La subzona donde se llevará a cabo el proyecto, colinda con las subzonas de aprovechamiento sustentable de la Laguna Conil y la Porción Marina, en las cuales están permitidas las actividades de turismo de bajo impacto, asimismo, por la magnitud de las obras del proyecto y su ubicación al oeste de la Isla, no se afectarán subzonas de preservación o recuperación que se encuentren cercanas a la poligonal del SAR.

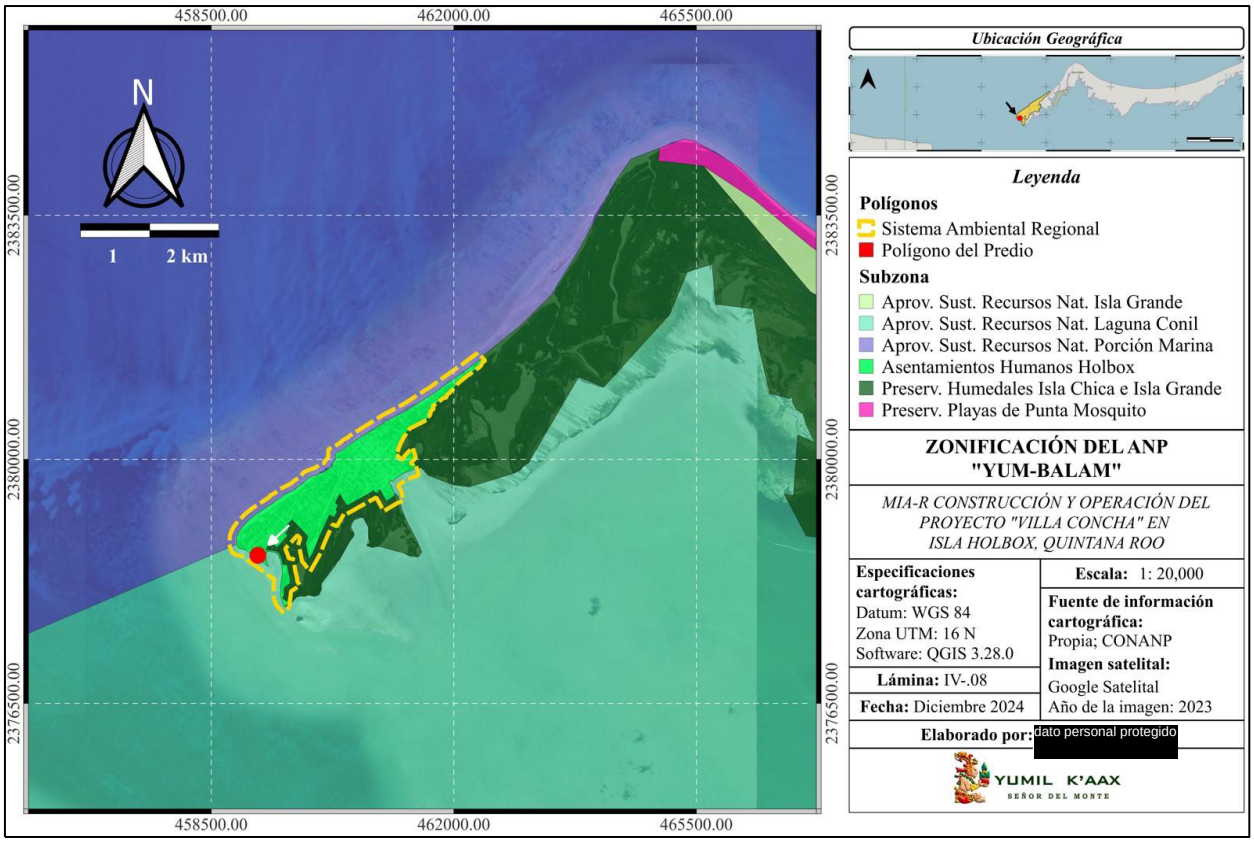


Lámina IV-.5.- Subzonas del APFF Yum-Balam colindantes a la poligonal del SAR.

Siguiendo lo establecido en el Plan de Manejo de la APPF Yum-Balam, la subzona de "Asentamientos Humanos Holbox" permite las siguientes actividades: campismo, colecta científica de ejemplares de la vida y recursos biológicos forestales, construcción de obra pública y privada, educación ambiental, establecimiento de Unidades de Manejo Ambiental (UMA´s), investigación científica, mantenimiento de infraestructura, senderos interpretativos, turismo de bajo impacto ambiental y el uso de vehículos terrestres. Para preservar los ecosistemas característicos de la subzona y sus alrededores, y evitar su degradación por la acumulación de residuos sólidos, se restringe el desecho de los mismos, ya que, al ser arrastrados por las corrientes marinas provocan impactos a la fauna. Las principales actividades en el núcleo urbano de la localidad de Holbox, comprenden servicios de hospedaje, comercios orientados al turismo, transporte de víveres, hospedaje y ecoturismo.



Fotografías IV. 1, 2, 3 y 4.- Componentes centrales del SAR. **A**) Área urbana de la Isla. **B**) Vista general del puerto. **C**) Vista de las comunidades de manglar y la barra de arena que limita la isla. **D**) Franja marina próxima al predio.

IV.1.2. Delimitación de las Zonas de Influencia Directa e Indirecta

Las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de impactos, que puedan ser aplicadas durante la ejecución de un proyecto, contribuyen a reducir la magnitud de los mismos, así como, a la protección y conservación de los recursos naturales y del ambiente de una región.

Para el planteamiento de dichas medidas y con base en el análisis de la información técnica del proyecto, la caracterización de los elementos bióticos y abióticos del sistema ambiental, así como el contexto socioeconómico de la región, es necesaria la identificación y delimitación de las zonas de influencia del proyecto. Esto se debe a que, en esta zona, la magnitud de los impactos que podrían generarse durante el desarrollo de las actividades tendrá una mayor relevancia para sus componentes ambientales.

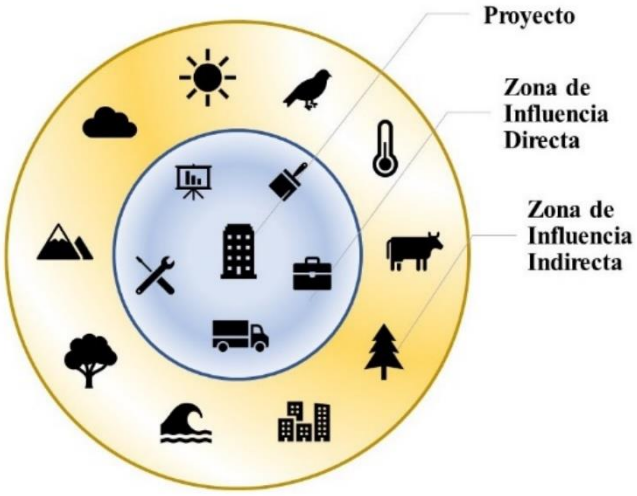


Figura IV.2.- Grado de alcance de las zonas de influencia

De acuerdo a lo establecido por la secretaria en sus guías para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, el área o zona de influencia se define como: *"el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el Sistema Ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental"*. La zona de influencia es un área previamente delimitada, donde se generarán y ocurrirán los principales impactos (positivos y negativos), oportunidades, y amenazas al ambiente que se pudieran presentar con el desarrollo de un proyecto.

La zona de influencia se divide en directa (punto focal de las obras), e indirecta (alcance máximo estimado de los impactos generados con la implementación de las obras).

Zona de Influencia Directa (ZID): Se considera como el punto focal o local del proyecto, es donde los impactos generados por el desarrollo del proyecto, serán de mayor magnitud y afectarán de manera directa a los elementos ambientales presenten. Esta zona se conforma por: las áreas de intervención de las obras (desplante y construcción de los elementos a proyectar), el lugar de acopio de materiales e insumos, instalaciones temporales, áreas colindantes y asentamiento humanos cercanos.

Zona de Influencia Indirecta (ZII): Se considera como, el área donde llegará el alcance máximo de los efectos de los posibles impactos ambientales producidos por las obras, suele ser a un nivel regional. Dependiendo de la obra a realizar, estará conformada por: las vías para el transporte de material e insumos, como desvíos y accesos; los lugares donde pudiera tener afectaciones el desarrollo del proyecto; la región que se beneficiará con la obra o, la que influirá sobre el proyecto a construir.

Delimitación de las Zonas de Influencia

Para delimitar las áreas de influencia (**ZID**, **ZII)** y determinar los efectos que el proyecto tendrá sobre las características ambientales, se realizaron visitas a campo, con la finalidad de conocer los elementos y organismos que circundan el área. De esta manera, se realizó el análisis de la estimación de riqueza, abundancia y diversidad de especies de flora y fauna, lo que contribuyó a proponer acciones y medidas necesarias para la protección de las mismas.

- La caracterización de la **ZID** del proyecto, se llevará a cabo mediante muestreos de flora y fauna para la estimación de la riqueza, la frecuencia de las especies afectadas durante la ejecución del proyecto y el establecimiento de las medidas de mitigación correspondientes. Asimismo, se llevará a cabo un análisis del medio físico (suelo, aire y agua) y la interacción que tendrá con las obras.
- Para la caracterización de la **ZII** se realizarán recorridos, listados y se tomara evidencia fotográfica, con la finalidad de recabar información de las zonas en las que se podrían observar afectaciones mínimas por el paso del transporte de material hasta la ubicación del predio, o bien, por la generación de residuos sólidos, emisión de aguas residuales o alteración en la calidad paisajística de la región.

Tabla IV.5.- Superficies de las zonas de influencia para el proyecto.

Componente	Área (m2)	Área (ha)	Porcentaje
Zona de Influencia Directa	54,328.97	5.43	1.66
Zona de Influencia Indirecta	3,213,929.30	321.39	98.34
Superficie Total	3,268,258.27	326.82	100.00

La suma de las áreas de influencia (directa e indirecta), será igual a la superficie total del SAR, debido a que representa el alcance máximo de los posibles impactos al medio por el desarrollo del proyecto.

De esta forma, la Zona de Influencia Directa (ZID) comprenderá: el área focal de todas aquellas obras que mantengan un impacto directo al suelo; las vialidades por las que transitarán los vehículos de carga y maquinaría necesarios durante el desarrollo de las actividades; así como, las áreas inmediatas a la poligonal

del predio en un rango de 100 mts. Mientras que la Zona de Influencia Indirecta (ZII), representará la extensión máxima de los posibles impactos generados durante el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta las características físicas, biológicas y socioeconómicas de la región.

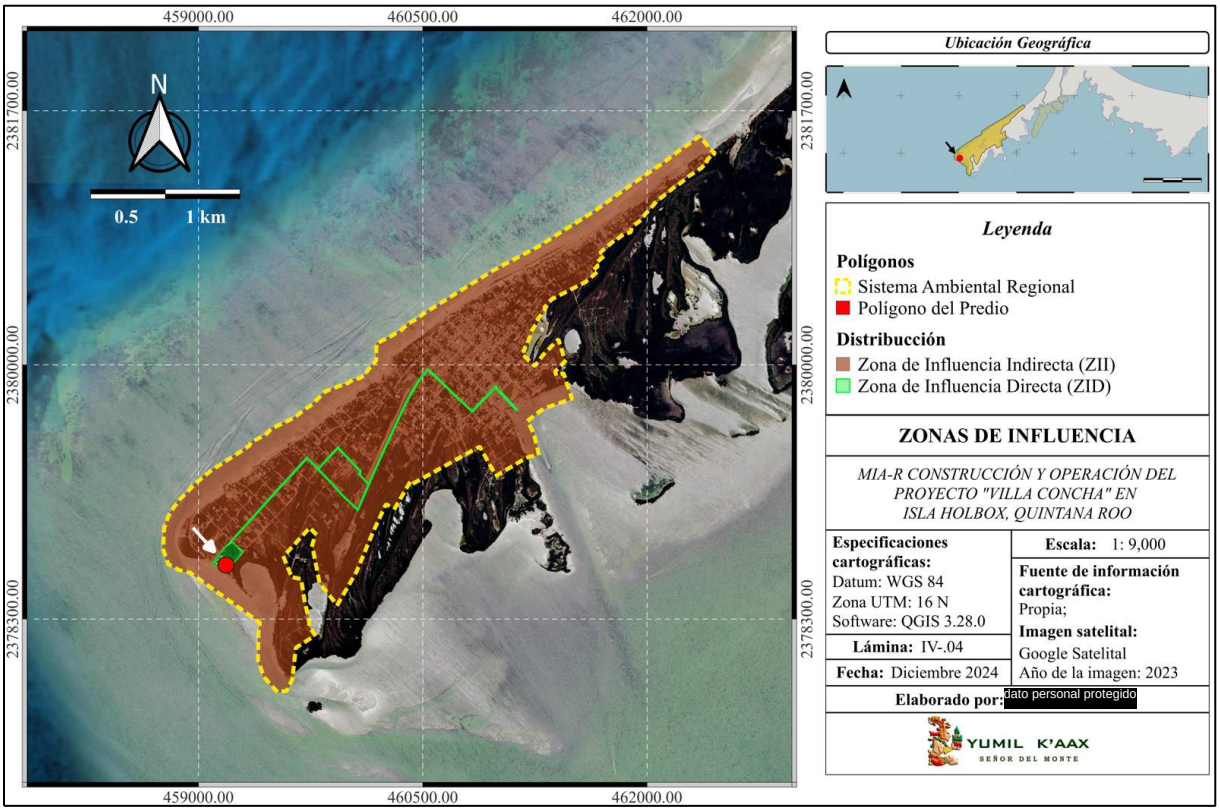


Lámina IV. 6.- Alcance y distribución de las zonas de influencia del proyecto.



Fotografías IV. 5 y 6.- Zonas de Influencia del proyecto. **A**) Zona de Influencia Directa, se aprecian las áreas sin vegetación. **B**) Zona de Influencia Indirecta, zona urbana en la isla.

IV.1.2.1. Zona de Influencia Directa (ZID)

Podemos definir la Zona de Influencia Directa, como *"el ámbito geográfico donde se presentará de manera evidente los impactos ambientales y socioculturales de un proyecto".* Se trata del espacio físico que será ocupado de manera temporal o permanente durante el desarrollo de las actividades. Para delimitar la **ZID** del proyecto se consideraron factores tanto ambientales como sociales y económicos, los cuales pudieran afectar el área puntual o local del proyecto.

Tabla IV.6.- Factores para la delimitación de la zona de influencia directa (ZID).

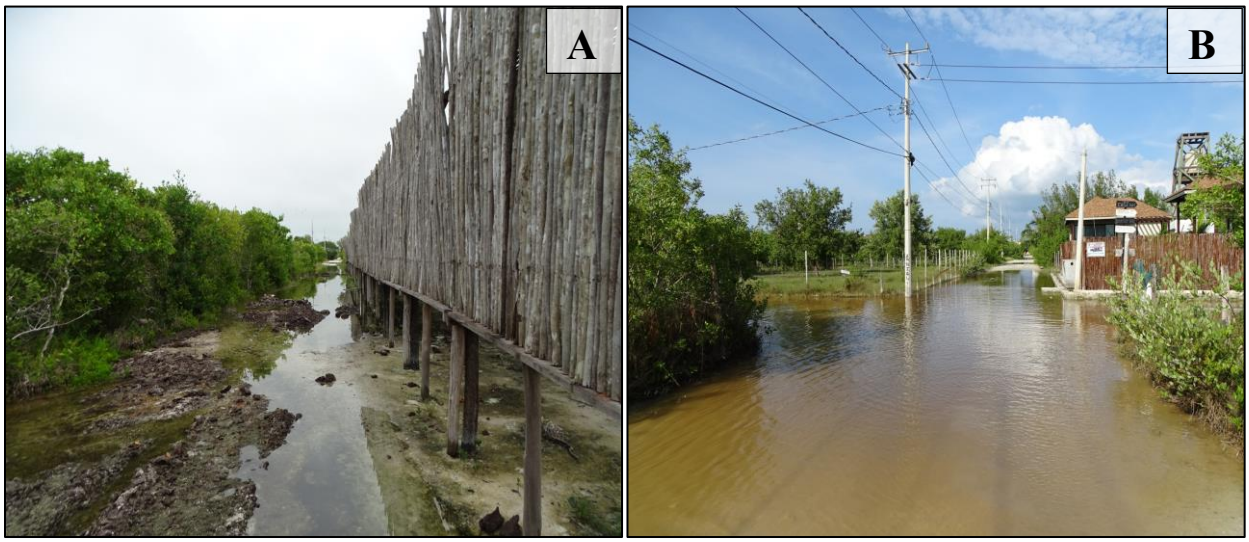
Factor	Análisis	Descripción
Zonas colindantes al área para el desarrollo del proyecto.	Zonas que pudieran tener una afectación directa por la emisión de gases, partículas finas y sonido generados durante el desarrollo del proyecto. Asimismo, zonas que pudieran ser afectadas por la turbidez del agua.	Colinda al sur con la Laguna Yalahau/ Conil; al oeste con zona marina de competencia federal; al norte con la zona urbana de los asentamientos humanos de Holbox y al este con la subzonificación de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la Laguna Conil, perteneciente al APFF "Yum-Balam".
Delimitación de zonas inmediatas al área del proyecto.	Son las zonas de impacto directo o zonas de influencia directa.	Zona de asentamientos humanos, zona impactada por urbanización (vialidades e infraestructura), localidades aledañas y la zona marina.
Asentamientos humanos cercanos al área del proyecto.	Impacto directo por emisiones de partículas finas, sonido y cambios en el paisaje.	El asentamiento humano más cercano pertenece a la zona urbana de Holbox. Sin embargo, no se prevén afectaciones a dicha zona o predios circundantes.
Áreas sin impacto previo.	Considerar las áreas colindantes con características originales de la región, las cuales pudieran verse afectadas con las obras.	Zonas de playa, zonas marinas, áreas de humedales y comunidades de mangle, así como los sistemas lagunares que no han tenido un uso o afectación humana.
Infraestructura de servicios.	Considerar la infraestructura del área, si existe o no, ya que es un indicador de impacto de la zona.	El área cuenta con servicios básicos como alumbrado, vialidades, red de agua potable, entre otras. El proyecto contará con los servicios mencionados anteriormente.
Vialidades de acceso al área del proyecto.	Considerar si se realizarán nuevas vialidades de acceso.	La vía principal de acceso al proyecto y la construcción de vías secundarias temporales, algunas de las cuales permanecerán posteriores a la construcción, como vías de abastecimiento.
Comunidades vegetales.	Considerar si existen comunidades de flora que se pudieran ver afectadas por la ejecución del proyecto.	El área de los humedales pertenecientes a la Laguna Yalahau/ Conil presentan comunidades de mangle, las cuales no se verán afectadas por la ejecución de las obras a desarrollar.
Ecosistemas.	Evaluar si el desarrollo de las obras fragmentará o dañará el ecosistema que se encuentra en el área del proyecto.	Se realizará el cambio en el uso de suelo, pero con impactos mínimos al mismo, sin embargo, no habrá daños, afectaciones o modificaciones en los ecosistemas, pero si se contemplarán las medidas de manejo ambiental pertinentes.

Factor	Análisis	Descripción
Ecosistemas vulnerables de la zona inmediata al área del proyecto.	Identificar si existen ecosistemas vulnerables que pudieran verse afectados directamente por el desarrollo del proyecto.	No se contempla la afectación, modificación o alteración a ecosistemas vulnerables, como son los humedales y las comunidades de manglar que caracterizan la zona. Se establecerá un área de preservación para los individuos de mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).
Poblaciones estables de fauna silvestre.	Considerar la distribución de poblaciones de fauna silvestre que pudieran verse afectadas directamente por el desarrollo del proyecto.	No se presentan impactos negativos en las poblaciones de fauna silvestre. El área de construcción no afecta áreas de desplazamiento, anidación, ni alimentación da fauna.
Especies en categoría de riesgo.	Considerar la distribución de especies en categoría de riesgo que pudieran verse afectadas directamente por el proyecto.	Se identificaron especies de flora y fauna listadas dentro de la NOM-059 SEMARNAT- 2010, siendo el humedal de la Laguna Yalahau/ Conil el área de concentración de las comunidades de manglar en el área. Sin embargo, no habrá afectación alguna en dichas zonas por el desarrollo de las obras, asimismo, se desarrollarán medidas de manejo ambiental y manejo de los recursos que se encuentren listados en la NOM-059 SEMARNAT- 2010.
Cuerpos de agua.	Identificar si existen cuerpos de agua superficiales o entradas a corrientes subterráneas que pudieran verse afectados por el impacto a generarse.	Los cuerpos de agua que circundan el área no serán afectados por las actividades a realizar, asimismo, el proyecto contempla un sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestor integrado, que contempla minimizar aún más los impactos negativos que pudieran presentarse en dichos cuerpos de agua.
Características del suelo.	Analizar las zonas de suelo que se verán afectadas directamente por el desarrollo del proyecto, modificando su estructura.	El cambio de uso de suelo del sitio donde se desplantarán las obras estructurales y sus alrededores, además de los impactos generados por los procesos de excavación, perforación, compactación, etc.
Intervención de las obras.	Identificar los sitios donde se realizará la construcción dentro del área del proyecto. Asimismo, se deben de contemplar los sitios de obras temporales/provisionales.	Todas las obras (permanentes y temporales), se llevarán a cabo dentro del polígono del predio, las cuales generarán partículas, emisiones de gases y residuos, durante las fases de construcción, por la maquinaría y actividades humanas. Dichas actividades, serán enlistadas en el apartado de medidas de mitigación del presente documento.
Impactos negativos generados.	Además de los impactos negativos derivados de la ejecución del proyecto, se prevé una serie de impactos ocasionados por las obras y actividades a desarrollar por la operación del proyecto.	Algunos de los impactos significativos a mencionar son: la pérdida puntual de cobertura vegetal, la cual, será de poca importancia debido a que las obras, estarán sostenidas por elementos estructurales, lo que reducirá los sitios de remoción vegetal; así como, la generación de ruidos y emisiones a la atmosfera, generación de residuos sólidos, compactación del suelo, entre otros.

Factor	Análisis	Descripción
Impactos positivos generados.	Además de los impactos positivos derivados de la ejecución del proyecto, se prevé una serie de impactos ocasionados por las obras y actividades a desarrollar por el proyecto.	Entre estos impactos, se pueden destacar la generación de empleos temporales por el desarrollo de las obras y la creación de hábitats y microhábitats de importancia biológica, con la instalación de estructuras que servirán como sitios de refugio y tránsito de las especies silvestres de la zona.

La determinación exacta de la extensión de los impactos es un proceso técnico complejo y depende de criterios que varían según la naturaleza del proyecto, así como del entorno donde se implementará. Basándonos en el análisis de los factores mencionados y la extensión de los posibles impactos, se determinaron las áreas que compondrán la ZID del Proyecto.

- La superficie total del predio y las áreas inmediatas en un rango de 100 mts, así como el camino de acceso preestablecido, donde los posibles impactos al medio físico y biótico tendrán una mayor intensidad, debido a la ejecución de las obras y actividades durante el desarrollo del proyecto.
- Las vías de acceso destinadas al transporte de materiales y equipo necesarios para las distintas fases del proyecto. Para el caso del proyecto, se tiene que contemplar su ubicación en una zona insular, por lo tanto, el acceso de los materiales, equipo e insumos se llevará a cabo por la Terminal Marítima de Holbox, de esta manera la zona de influencia directa, corresponderá a las calles que parten desde el puerto de la isla, con destino al predio donde se desarrollarán las obras. Dichas vialidades servirán para el transporte de materiales y equipo durante el desarrollo de las actividades.



Fotografías IV. 7 y 8.- Elementos que conforman la ZID del proyecto. **A**) Vista general de las áreas inmediatas dentro del rango de 100 metros. **B**) Vialidad por la cual se realizará el transporte de materiales al predio, se aprecia una clara inundación debido a las características de la Isla.

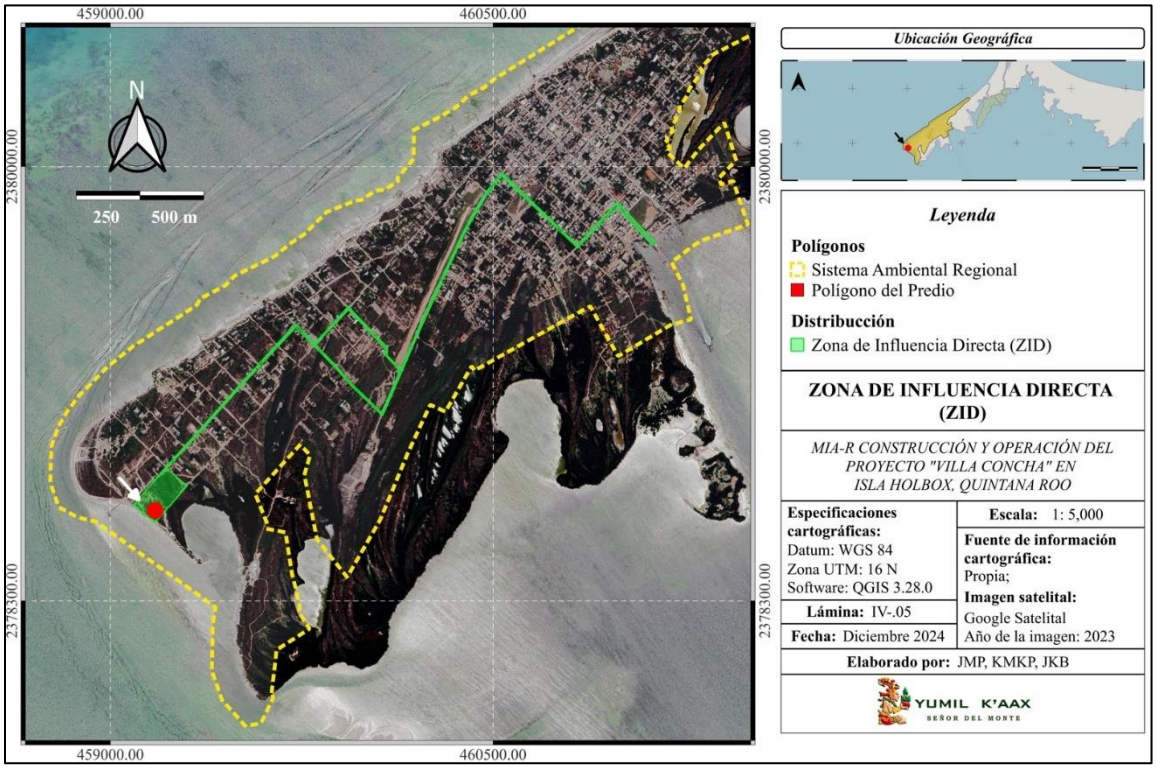


Lámina IV. 7.- Zona de Influencia Directa del Proyecto.

IV.1.2.2. Zona de Influencia Indirecta (ZII)

Para delimitar la zona de influencia indirecta del proyecto, se consideraron factores biológicos, físicos y socioeconómicos, así como su interacción con las obras y actividades a desarrollar, con la finalidad de determinar el alcance máximo de los posibles impactos. No obstante, gracias a la implementación de elementos estructurales y medidas de mitigación orientadas al manejo adecuado de residuos, la magnitud de estos impactos se reducirá significativamente. Por lo tanto, la ejecución de las obras no supondrá una degradación significativa a los elementos ambientales de la región

Tabla IV.7.- Factores para la delimitación de la zona de influencia indirecta (ZII).

Factor	Análisis	Descripción
Delimitación de zonas inmediatas al área del proyecto.	Son las zonas de impacto indirecto.	Las zonas más cercanas a las inmediaciones del proyecto son: asentamientos humanos, zonas con algún grado de impacto previo, así como, infraestructura urbana (vialidades).
Asentamientos humanos cercanos al área del proyecto.	Impacto indirecto por emisiones de partículas finas, sonido, y cambio en el paisaje.	El área del proyecto se encuentra en la zona de asentamientos humanos y la localidad de Holbox, hacia el noroeste del municipio de Lázaro Cárdenas.

Factor	Análisis	Descripción
Áreas sin impactos previos.	Considerar las áreas colindantes con características originales de la región, las cuales pudieran verse afectadas con el desarrollo del proyecto.	La mayoría de las zonas colindantes se encuentran con algún grado de perturbación, sin embargo, aún se encuentran zonas de playa y zonas marinas, con comunidades de flora y fauna (principalmente comunidades de manglar) que no han sufrido perturbación antropogénica, la laguna Yalahau/ Conil y la zona marina perteneciente al SAR, son un ejemplo.
Infraestructura de servicios.	Considerar la urbanización del área, si existe o no, ya que es un indicador de impacto en la región.	En la región existen los servicios de infraestructura (red eléctrica, red de agua potable, entre otros), asimismo se localizan áreas que aumentan la plusvalía de la isla, mismas que pudieran verse afectadas o beneficiadas por la realización del proyecto.
Vialidades de acceso al área del proyecto.	Considerar si se realizarán nuevas vialidades de acceso.	En la isla existen diversas vialidades por las cuales, se puede acceder al predio, mismas por las que se pueden transitar con vehículos adecuados. No se construirán nuevas vías de acceso para la ejecución del proyecto.
Comunidades vegetales.	Considerar si existen comunidades vegetales que se verán afectadas por el desarrollo del proyecto.	La mayor parte de Holbox tiene un crecimiento sustancial de mangle en los canales internos de la Isla, y al norte de la Laguna Conil. Las especies de mangle con mayor abundancia son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*), seguido por el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y ocasionalmente se encuentra el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), las cuatro especies se encuentran listadas en la categoría de Amenazada (A) dentro de la NOM-059 SEMARNAT- 2010. De igual forma, la vegetación de matorral costero, mezclado con algunas palmas remanentes, forma la mayor parte de la vegetación que se esparce entre los manglares y dunas playeras, así como, de las dunas pioneras, orientadas en el límite oceánico de la Isla.
Ecosistemas	Evaluar si con el desarrollo de las obras se fragmentará o dañará el ecosistema en el que se encuentra el área de interés.	El ecosistema terrestre presenta modificaciones por la urbanización e infraestructura de la localidad de Holbox. En cuanto al ecosistema marino, no se fragmentará, dañará o afectará ningún hábitat. Sin embargo, se aplicarán medidas para prevenir la contaminación del mar o cuerpos de agua, ya que una afectación puntual puede dispersarse por la acción del oleaje y las corrientes marinas.
Ecosistemas vulnerables dentro de los límites de la zona de influencia indirecta.	Identificar si existen ecosistemas vulnerables que pudieran verse afectados directamente por el desarrollo del proyecto.	La región es conocida por los humedales y comunidades de mangle que se esparcen en los bordes de la Laguna Yalahau, en los cuales, podemos encontrar comunidades de manglar. Sin embargo, la ejecución del proyecto no contempla afectaciones a estos sitios.
Poblaciones estables de fauna silvestre.	Considerar la distribución de poblaciones de fauna silvestre que pudieran verse afectadas directa o indirectamente con el desarrollo de las obras.	Debido a la magnitud de las obras, no se verá afectada ninguna ruta de distribución de las comunidades locales de fauna, asimismo, no se prevén modificaciones a sitios de anidación o reproducción.

Factor	Análisis	Descripción
Especies en categoría de riesgo.	Considerar la distribución de especies dentro de las categorías de riesgo que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto.	En la región se encuentran especies de flora y fauna listadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010, en sus diferentes categorías. Sin embargo, están no se verán afectadas por la ejecución del proyecto.
Cuerpos de agua.	Identificar si existen cuerpos de agua superficiales o entradas a corrientes subterráneas que pudieran ser afectadas por las actividades del proyecto.	Con el desarrollo del proyecto no se verán afectados los cuerpos de agua que circundan el predio, algunos de los cuales, son intermitentes y se presentan solo en las épocas de lluvias. Asimismo, la Laguna Yalahau/ Conil y la zona marítima quedarán fuera de toda actividad con relación al proyecto.
Características del suelo.	Analizar las zonas del suelo que se verán afectadas por el desarrollo del proyecto, modificando su estructura, deteriorándolo o eliminándolo a través de actividades antropogénicas.	Con el desarrollo de las obras, habrá modificaciones en la estructura del suelo (compactación), sin embargo, estas áreas serán puntuales, debido al uso de elementos estructurales. De esta manera, la reducción de zonas permeables será mínima.
Área de almacenamiento o acopio de materiales e insumos.	Identificar los sitios donde serán vertidos o almacenados los materiales e insumos, para evaluar los posibles impactos a generarse.	Los residuos estarán en contenedores y serán puestos a disposición en los sitios autorizados por la normatividad vigente o por la empresa prestadora del servicio para el proyecto.
Dirección de los vientos.	Considerar la dirección de los vientos, los cuales pueden dispersar las emisiones y partículas derivabas de las actividades del proyecto.	Predominan los vientos provenientes del Caribe, los cuales pueden ejercer o esparcir más las emisiones de gases o partículas emitidas durante la ejecución del proyecto.
Dirección de las corrientes marinas.	Considerar la dirección de las corrientes, las cuales pueden dispersar partículas de arena que se generarán durante el desarrollo del proyecto.	Se considerarán 300 metros de la línea de costa hacia mar adentro, debido a que parte del SAR se encuentra en esta área. Las corrientes propias del Mar Caribe traen un arrastre de sedimentos y organismos durante las diferentes épocas del año. Asimismo, las partículas generadas por el proyecto pueden ser arrastradas por las mismas corrientes, esparciéndose por el mar.
Impactos negativos generados.	Actividades de transporte de insumos, materiales, equipos y residuos. Generación de ruido y emisiones a la atmósfera.	Dentro de los posibles impactos destacan: la emisión de ruido, gases, partículas y residuos sólidos, así como, la contaminación del suelo, agua o aire. Sin embargo, se llevarán a cabo medidas de manejo integral para los residuos, entre otras.

Factor	Análisis	Descripción
Impactos positivos generados.	Generación de empleos directos e indirectos, demanda de servicios e insumos regionales ayudando al factor económico de la región.	Se considera la generación de empleos temporales y permanentes durante el desarrollo del proyecto, así como, el desarrollo económico general de la isla.

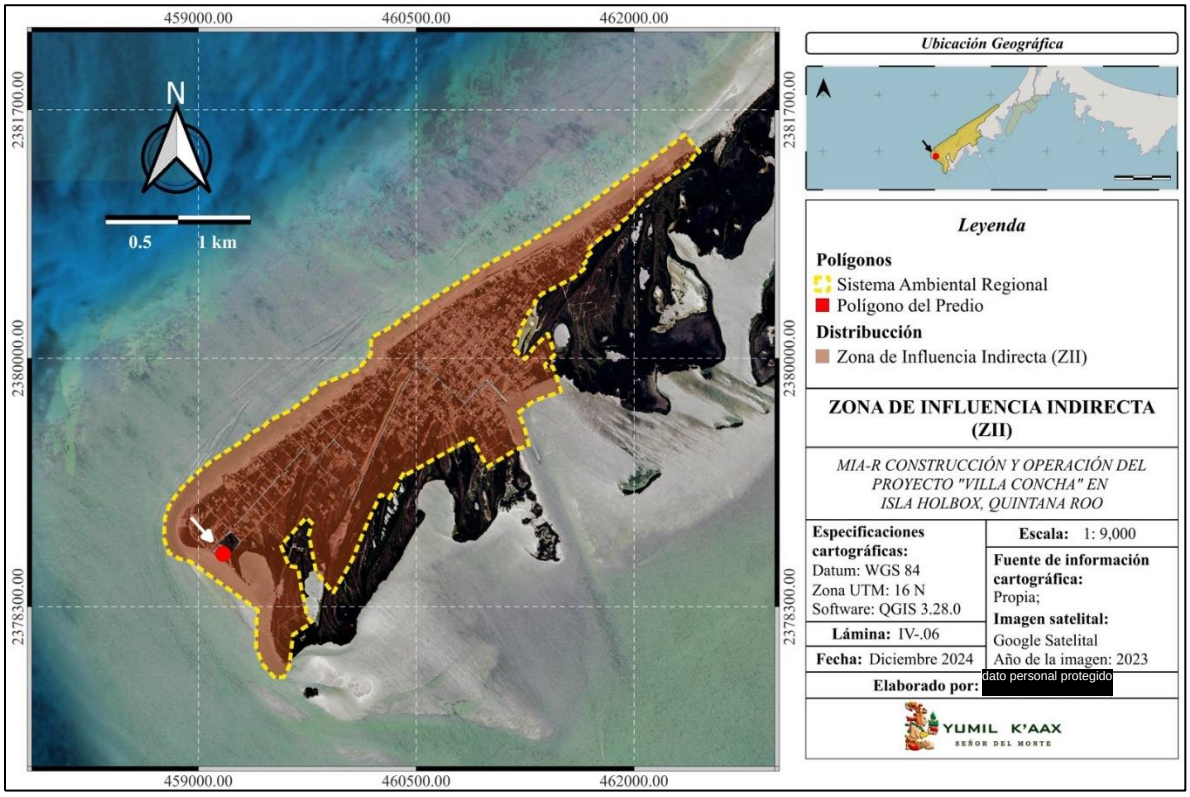
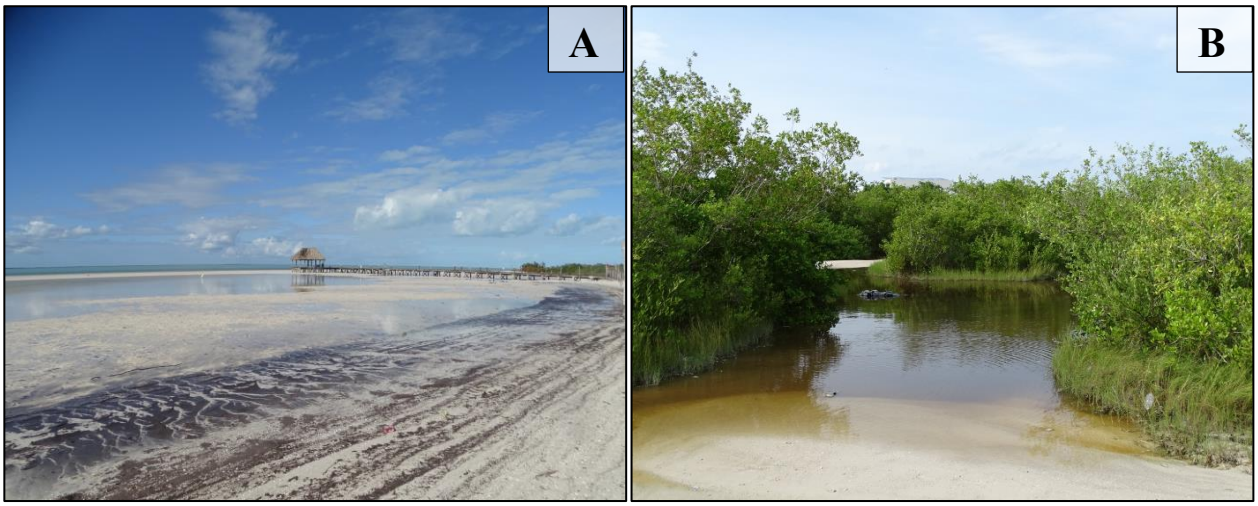


Lámina IV.8.- Zona de influencia indirecta del proyecto.

Por lo tanto, la Zona de Influencia Indirecta (ZII) del proyecto abarca la superficie que no se verá afectada de manera inmediata por el desarrollo o desplante de las obras, pero en donde podrían generarse impactos indirectos sobre los elementos ecosistémicos como resultado de las actividades del proyecto. La delimitación de las zonas de influencia, tanto directa como indirecta, se llevó a cabo con base en información obtenida durante los recorridos y muestreos en el área, complementada con literatura y estudios previos realizados en la región. Esto permitió estimar el alcance aproximado de los posibles impactos asociados con la implementación del proyecto. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que algunos impactos puedan extenderse más allá de los límites establecidos del Sistema Ambiental Regional (SAR).



Fotografías IV. 9 y 10.- Áreas correspondientes a la Zona de Influencia Indirecta. **A**) Vista general de la zona costera de la Isla, se pueden apreciar las barras de arena al bajar el nivel del mar. **B**) Comunidades secundarias de mangle, las cuales se encuentran dispersas en los límites del área urbana y en los canales internos de la Isla.

IV.2.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

Una vez determinada el área correspondiente al SAR para el proyecto, se realizará una caracterización del medio físico (clima, geología, fisiografía, hidrología, grupos y usos de suelo), así como de la flora y fauna presente en el SAR, con el fin de conocer la calidad ambiental y/o el deterioro que se registra actualmente. La selección de estos elementos debe sustentarse en aquellos que puedan limitar el desarrollo de las actividades o interactúen con el sitio de estudio, así como de sus recursos.

IV.2.1. Medio natural abiótico

Con base en los lineamientos anteriores, se realizará un análisis integral del estado de los componentes que integran el medio físico con los que el proyecto pudiera tener interacción. En la tabla siguiente se resumen algunas características físicas del Sistema Ambiental Regional, con base en los datos reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para la región.

Tabla IV.8.-Características del medio físico de la Isla. Fuente: (INEGI).

Medio Físico			Descripción
Localización	Entidad:	Quintana Roo	Localizado en la Isla de Holbox, la cual está ubicada en el extremo norte del estado de 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 (Conil).
	Municipio:	Lázaro Cárdenas	
	Latitud:	21º 31´ Norte	
	Longitud:	87º 23´ Oeste	
Parámetros generales	Elevación (m.s.n.m.):	3	Su elevación general corresponde con el de la Península, siendo una inclinación de entre el 1 al 3 % al oeste con dirección al mar Caribe. El SAR se compone del centro urbano de Holbox, así como de una porción marina.
	Pendiente (%):	1	
	Superficie (m^2):	3,268,258.27	

Medio Físico			Descripción
	Longitud (m):	4486.83	
Clima	Clave Climática:	Aw0(x´)	El término "Aw" hace referencia a un clima cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 26. 6º C, registra una variación de la media mensual entre el mes más frio y el más caliente, menor a 5º C, por lo que, se considera un clima isotermal.
	Tipo:	Cálido Subhúmedo	
	Vientos dominantes:	Sureste	
Temperatura (º C)	Media Anual:	24.9	La estación 23009 "Isla Holbox", reporta una temperatura media anual de 26.4°C (datos reportados durante el periodo 1961-1990).
	Máxima Anual:	31.7	
	Mínima Anual:	18.1	
Precipitación (mm/ año)	Media Anual:	1,231.70	Precipitación promedio que varía dependiendo de la época del año. Cuenta con un rango de escurrimiento del 0 al 5%.
Fisiografía	Provincia:	XI-. Península de Yucatán	Caracterizada por su relieve plano, constituida principalmente por rocas calizas de origen sedimentario marino procedentes del Terciario Superior.
	Subprovincia:	Carso Yucateco	
Topoformas (%)	Playa o Barra Inundable y Salina:	100	Son suelos arenosos, producto de la desintegración de la roca caliza y restos de material orgánico.
Grupos de Suelo (%)	AReuhso+Scha/1:	69.66	Los arenosoles se distribuyen en el borde norte de la Isla y comprende toda la zona de playa, presentan un material paternal de textura gruesa.
	ZU (Zona Urbana):	10.42	
	Cuerpos de Agua	20.22	
Usos de Suelo y Vegetación (%)	Asentamientos Humanos:	55.34	La mayor parte del SAR tiene un crecimiento sustancial de mangle en sus canales internos, en la cual se puede identificar diversos grados de perturbación, debido principalmente al crecimiento de la mancha urbana de la localidad. Asimismo, la vegetación de dunas costeras orientadas en el límite oceánico de la Isla.
	Bancos de Arena:	9.94	
	Veg. Dunas Costeras:	0.85	
	Manglar:	2.73	
	Veg. Sec. de Manglar:	15.90	
Hidrología	Reg. Admva.:	XII-. Península de Yucatán	La laguna Yalahau representa un área de importancia para el crecimiento, reproducción y alimentación para grupos locales de fauna. Mantiene comunicación con el mar con un fuerte intercambio de mareas.
	Región:	32-. Yucatán Norte	
	Cuenca:	32A-. Quintana Roo	
Cuerpos de Agua (%)	Perennes:	0.51	La zona se caracteriza por ser un sistema de corrientes de la acción del oleaje sobre una ramificación de la corriente proveniente del Caribe.
	Intermitentes:	14.73	
Acuífero (%)	Península de Yucatán:	100	Se presenta una marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas, el acuífero se explota por medio de captaciones emplazadas en las porciones del centro oriental.
Geohidrología (%)	Material no Consolidado con Posibilidades Bajas:	100	Constituido principalmente por elementos arcillosos que impiden la infiltración del agua al subsuelo.

IV.2.1.1. Condiciones Climáticas

Se entiende por clima, al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado. El clima es el resultado de la interacción de varios factores que influyen directamente en sus características (INEGI, 2010). Algunos elementos esenciales para determinar el clima de un área en específico son: temperatura, humedad, precipitación, presión del aire y los vientos dominantes.

Estos factores suelen ser medibles y mantienen registros en las diferentes estaciones meteorológicas que conforman la Red Nacional de la Comisión del Agua (CONAGUA), con datos reportados por los Organismos de Cuenca y las Direcciones Locales. Las principales variables de las que se tiene registros son: temperaturas (máximas y mínimas), precipitaciones y algunos fenómenos como: tormentas eléctricas, niebla, granizo, cobertura de nubes, etc.



Figura IV.3.- Condiciones características del clima "Aw0(x´)". Fuente: SIESGO, 2016.

De acuerdo con la información obtenida de las cartas climatológicas (INEGI, 2008), basadas en la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García, el SAR presenta un clima cálido subhúmedo "Aw0 (x´)". El término "Aw" hace referencia a un clima cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 26. 6º C, registra una variación de la media mensual entre el mes más frio y el más caliente, menor a 5º C, por lo que, se considera un clima isotermal. El indicador 0, 1 y 2 señala el grado de humedad (del menos húmedo al más húmedo), (García,1988).

Tabla IV.9.-Características de la unidad climática propia del SAR.

Clave	Grupo	Tipo	Subtipo	Descripción
"Aw0 (x´)"	Perteneciente a los climas cálidos húmedos (A).	Climas cálidos subhúmedos (Aw1).	Presenta un grado bajo de humedad. P/T menor de 43.2	Precipitación media anual superior a los 1,200 mm/año con lluvias de verano, y sequía en invierno. Mantiene un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 y una temperatura media anual superior de los 26º C.

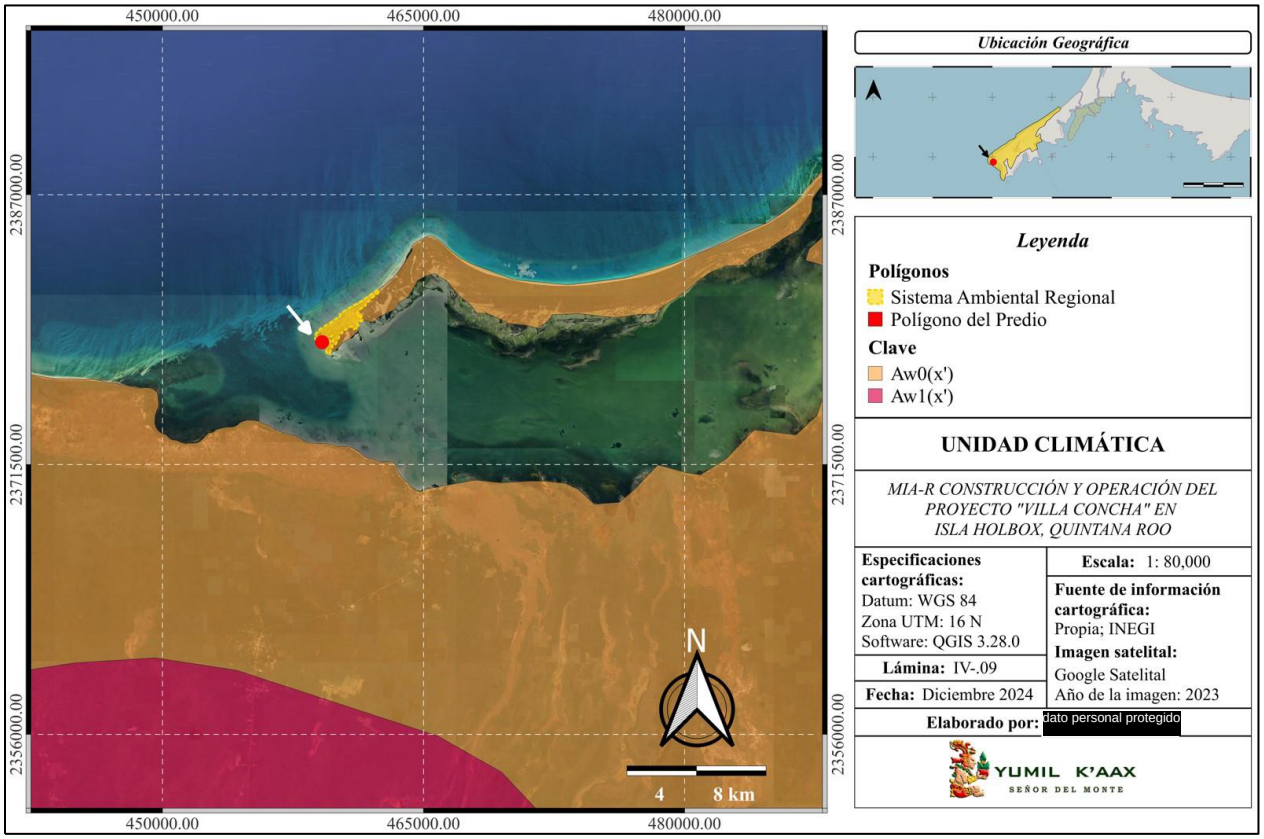


Lámina IV.9.-Unidad climática propia del SAR.

Registro de las Condiciones Climáticas

Los datos utilizados para el análisis de las condiciones climáticas presentes en el SAR provienen de la información de variables climáticas de estaciones meteorológicas, que conforman la Red Nacional de la CONAGUA. Algunas de estas variables son: temperatura promedio, temperatura máxima y mínima, precipitación anual y estacional; temporalidad de la precipitación y su variación (sequías). Considerando lo anterior, se localizaron tres estaciones meteorológicas en la zona, una se localiza dentro de la Isla, mientras que las dos restantes se encuentran en la zona continental próxima a la Isla.

Estaciones Próximas:

- 31012 "El Cuyo", ubicada en el municipio de Tizimín, Yucatán.
- 23023 "Solferino", ubicada en la parte continental del municipio Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.
- 23009 "Isla Holbox", ubicada dentro de la Isla en los límites del SAR.

La estación 23009 "Isla Holbox" es la más adecuada para determinar los factores climáticos presentes en el SAR debido a su localización, sin embargo, la estación solo reporta datos del periodo de 1961 a 1991 y del último año (2024), mientras que las estaciones restantes abarcan periodos más actuales. Por lo cual, se optó

por seleccionar la estación 23023 "Solferino" para representar las variables climatológicas del SAR, con los datos del último periodo (1991-2020).

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL

NORMAL CLIMATOLÓGICA 1991-2020
EMISIÓN : 03/01/2025

DATOS DISPONIBLES EN LA BASE DE DATOS A: ENERO DE 2025;
CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ESTACIÓN : 23023
NOMBRE : SOLFERINO
ESTADO : QUINTANA ROO
MUNICIPIO : LÁZARO CÁRDENAS
SITUACIÓN : OPERANDO
CVE-OMM :
LATITUD : 21.34583333 °
LONGITUD : -87.43027778 °
ALTITUD : 14 msnm

TEMPERATURA MÁXIMA

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	28.1	29.9	31.5	33.4	34.1	33.3	33.6	33.7	33.3	31.2	29.7	28.5	31.7
MÁXIMA MENSUAL	30	33.5	34.8	35.7	37	35.9	36.4	39.4	38.9	34.4	31.7	30.3	
AÑO DE MÁXIMA	2002	2001	2001	2001	2003	2001	2009	1997	1997	2009	2004	2001	
MÁXIMA DIARIA	36.5	38	42	40	40	40	40	41.3	41	39.5	39	39	
FECHA MÁX DIARIA	10/2007	13/1995	16/2001	07/2005	31/2005	01/2005	08/2020	17/1997	06/1997	18/2001	01/1997	10/2001	
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	28	29	29	27	28	28	27	25	

TEMPERATURA MÍNIMA

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	14.6	14.8	15.7	17.5	19.2	20.8	20.6	20.5	20.9	19.6	17.5	15.6	18.1
MÍNIMA MENSUAL	11.2	11.8	11.2	14.8	16.1	14.7	13.3	13.9	19	13.5	13.6	10.3	
AÑO DE MÍNIMA	2003	2009	2010	2007	2019	2019	2019	2019	2020	2019	2008	2010	
MÍNIMA DIARIA	4	5	3.5	7.5	10	10	12	12	15	11	10	5.5	
FECHA MÍN DIARIA	13/2004	14/2006	04/2013	09/2009	05/2013	01/2006	05/2005	03/2019	14/2013	17/2002	11/1991	03/2008	
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	28	29	29	27	28	28	27	25	

TEMPERATURA MEDIA

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	21.4	22.3	23.6	25.4	26.6	27.1	27.1	27.1	27.1	25.4	23.6	22	24.9
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	28	29	29	28	28	28	27	26	

PRECIPITACIÓN

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	45.6	41.1	23.2	51.7	89.8	166.9	145.5	159.7	199	164.1	96.1	49	1231.7
MÁXIMA MENSUAL	152.5	156.3	84.5	225.5	315.5	485	407.6	305.1	450	599.5	359.6	156.7	
AÑO DE MÁXIMA	1994	2002	1994	1995	2018	2018	2020	2017	1995	2005	2004	2013	
MÁXIMA DIARIA	80	60	55.5	160	146	370	160	133	152	300	110	62.4	
FECHA MÁX DIARIA	24/1993	23/1991	17/1994	27/1995	25/2018	15/2018	11/2018	15/2013	21/2002	21/2005	15/2004	17/2013	
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	28	29	29	28	28	28	27	26	

NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	6.4	4.3	3.3	3.5	6.2	11.1	11	12.9	14.8	12.4	8.5	6.5	100.9
AÑOS CON DATOS	28	28	28	28	28	29	29	28	28	28	27	26	

Figura IV.4.-Normales climatológicas de la estación 23023 "Solferino" (periodo 1991-2020). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con los datos reportados por los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales de la CONAGUA.

Cabe señalar que las condiciones climáticas y ambientales en la región de la estación 23023, "Solferino" (como, temperatura, precipitación, humedad, estructura del suelo, entre otras) son similares a las reportadas en el área de estudio. Esto se debe principalmente a la homogeneidad de las condiciones en la Península, que está expuesta a los mismos forzantes y fenómenos atmosféricos.

Temperatura

En la entidad, es común que se presenten temperaturas relativamente altas durante el día (arriba de los 30º C) y uniformes en el transcurso del año. Sin embargo, la variación entre las temperaturas máximas y mínimas diarias es acentuada, debido, al descenso térmico que se registra por las noches, el cuál es más notorio durante la temporada invernal. De acuerdo con, la información obtenida del Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 1,000,000. "Isotermas Medias Anuales de México" (INEGI, 2001), el SAR presenta un rango de temperatura de 24º C a 26º C.

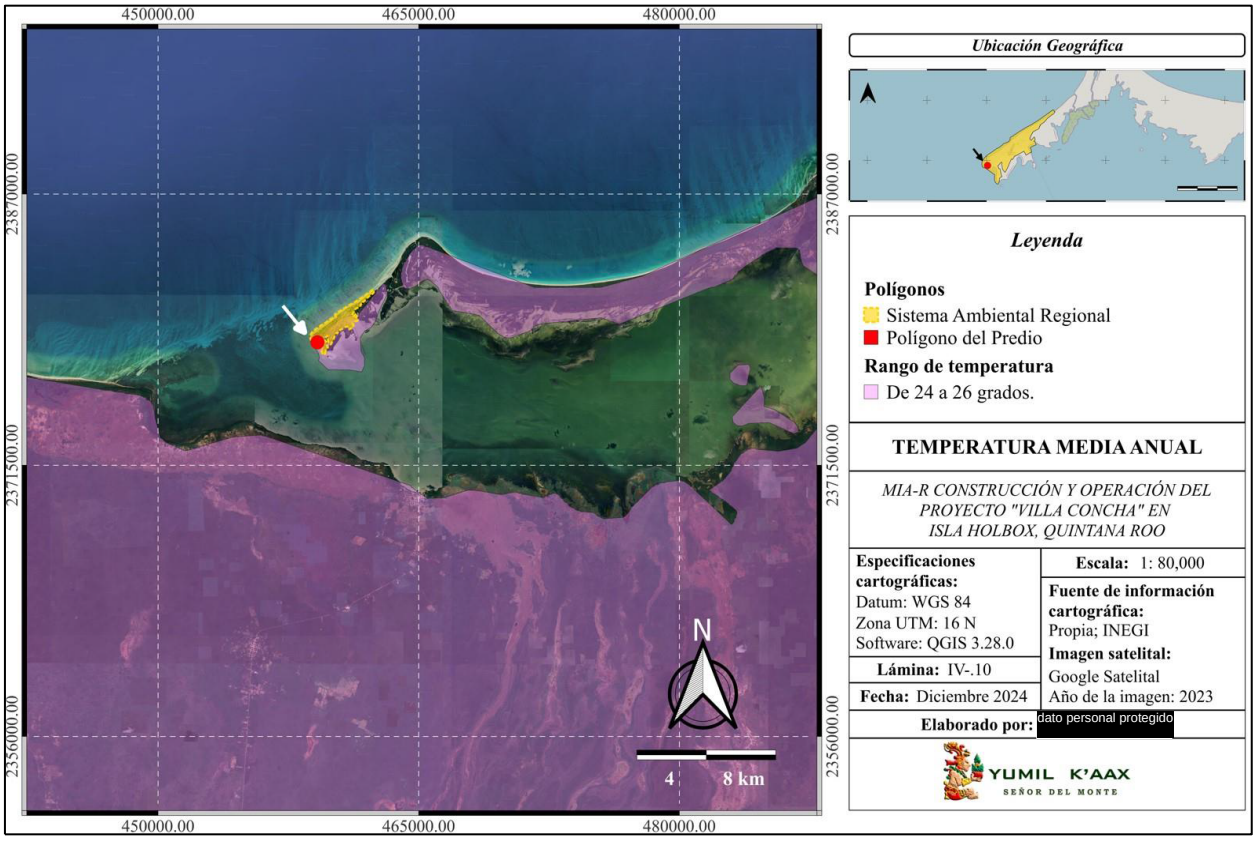


Lámina IV.10.-Temperatura Media Anual propia del SAR.

Precipitación

Un factor de relevancia para la clasificación de las unidades climáticas es la precipitación, esta se define como el aporte de agua procedente de la atmósfera, y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie terrestre a manera de lluvia, nieve, granizo o cualquier otra forma de caída de agua. La suma de las precipitaciones medias mensuales será la precipitación media anual, este valor es de suma importancia para factores como la evapotranspiración o la humedad promedio de un lugar.

Las características distintivas y el comportamiento del régimen pluvial obedecen a la dominancia de elevadas temperaturas diarias durante el año, a las condiciones generales de la circulación atmosférica, especialmente de los vientos alisios, los nortes y las tormentas tropicales, mediante las cuales son transportadas hacia tierra dentro, las masas de aire que se cargan de humedad al pasar sobre las aguas oceánicas vecinas y finalmente, a la ausencia de grandes estructuras orográficas, lo que impide la ocurrencia de alteraciones significativas en el desarrollo normal de los fenómenos atmosféricos propios de la región.

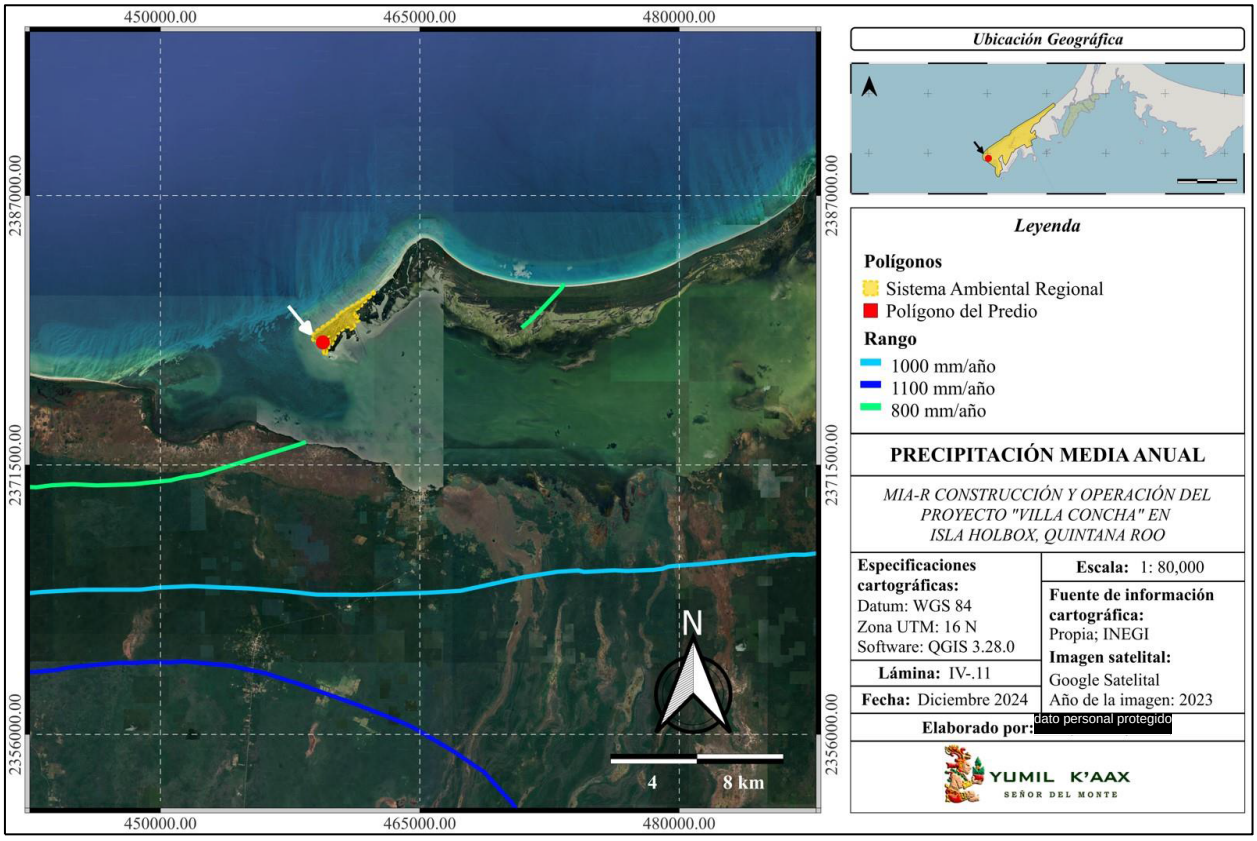


Lámina IV.11. Rangos de Precipitación. Fuente: Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 1,000,000 "Precipitación media anual" INEGI, 2006.

El régimen pluvial manifiesta un contraste en su distribución anual donde se pueden diferenciar tres épocas de humedad en el transcurso de año: el temporal o época de fuertes lluvias regulares en el cual se registra el mayor porcentaje de precipitación anual 60 a 70%, en ocasiones de más de 300 mm de lluvia en 24 horas en época de ciclones y una constante de 208 mm en el mes de septiembre; los nortes o época de lluvias escasas, esta época aporta el resto del porcentaje de la precipitación anual y mantiene la alta humedad (entre 60% en el norte y 80% en el sur de la península) y la época de secas (con lluvias ocasionales y aisladas).

La estación 23023 "Solferino" registra una Precipitación Media Anual (PMA) de 1,231.7 mm/año, el acumulado de las precipitaciones en Septiembre (mes más lluvioso) fue cercano a 199 mm, durante el año las lluvias son abundantes, pero se concentran en su mayoría de junio a octubre.

Oleaje, Vientos, Mareas y Corrientes

Las corrientes de la zona son influenciadas por el sistema de corrientes del Caribe. En general, se caracterizan por su baja intensidad y dirección variable según las mareas y los vientos predominantes. En la franja costera las corrientes suelen desplazarse paralelamente a las barras de arena, lo que facilita el intercambio de agua entre los manglares y el mar abierto. Cuando la zona es afectada por vientos provenientes del noroeste, la marea sube generando vientos y oleaje de hasta cuatro metros, lo que imposibilita el uso de embarcaciones en alta mar.

Los vientos dominantes de la región están influenciados por el sistema de alta y baja presión del Golfo de México y el Caribe, durante el periodo primavera-verano (abril a agosto) predominan los vientos del este y sureste, con velocidades promedio de 15 a 25 km/h. Por otro lado, la temporada de huracanes se presenta entre los meses de junio a noviembre, existiendo un riesgo de vientos fuertes asociados con ciclones/tormentas tropicales y otros fenómenos meteorológicos.

Las mareas que se presentan en el área de estudio son del tipo micro-mareal, es decir, presentan una amplitud pequeña con una variación típica de 30 a 50 cm entre la pleamar y la bajamar. Presentan dos ciclos de subida y bajada al día, influenciados principalmente por la luna, durante las mareas altas el intercambio de agua entre los sistemas de manglares y el mar, favorece el bienestar de los ecosistemas costeros. La marea máxima se registra en noviembre con 657mm y la mínima en junio con - 417 mm.

Escenarios de Cambio Climático

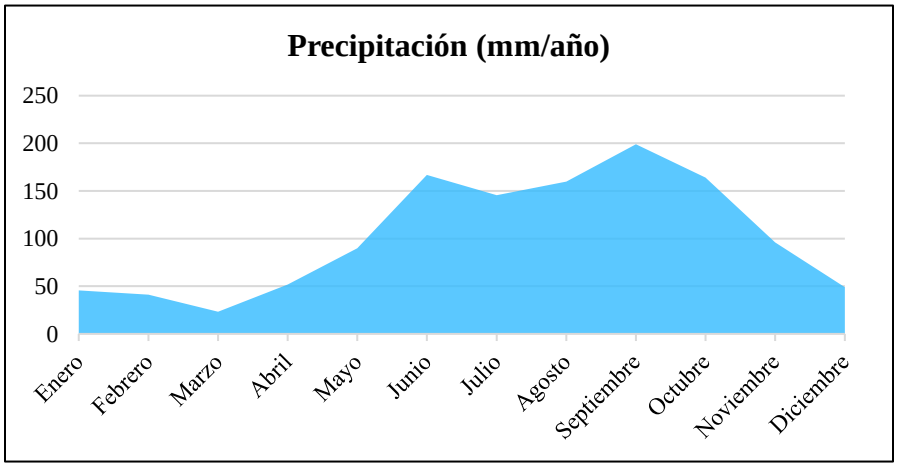
De acuerdo con los datos de las normales climatológicas (periodo 1991-2020), de la estación meteorológica 23023 "Solferino" y modelos atmosféricos, se realizó un pronóstico de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, precipitación) presentes en la región y una proyección futura, tomando en consideración las tendencias del cambio climático.

Debido a las condiciones particulares de la Isla Holbox, se han elaborado estudios que analizan los aspectos físicos, biológicos y sociales de la región, que nos brindan más información acerca de las interacciones ecológicas dentro de la isla. Para el presente estudio, se consideraron los análisis y datos del "*Diagnostico de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del Destino Turístico de Holbox, Quintana Roo"*, elaborado por la Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. (ANIDE, 2018).

Tabla IV.10.-Resúmen de las normales climatológicas de la estación 23023 "Solferino". Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos normalizados del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

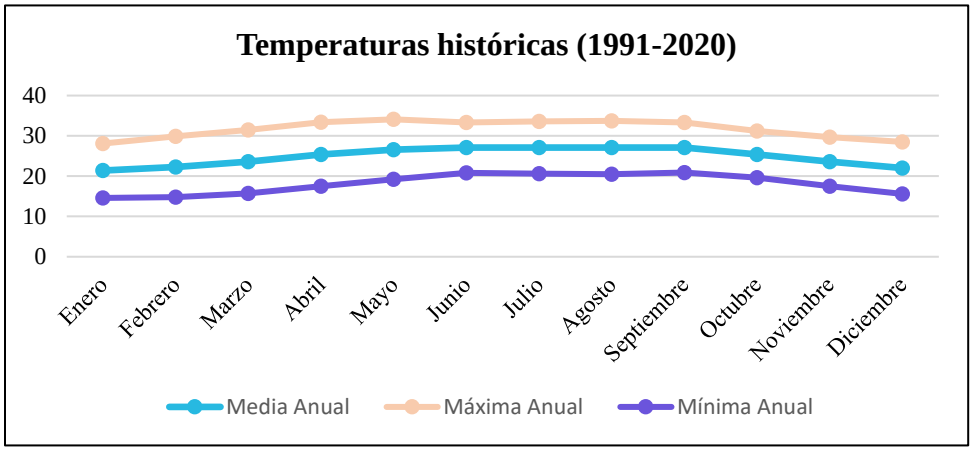
Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm/año)
	Media Anual	Máxima Anual	Mínima Anual	
Enero	21.4	28.1	14.6	45.6
Febrero	22.3	29.9	14.8	41.1
Marzo	23.6	31.5	15.7	23.2
Abril	25.4	33.4	17.5	51.7
Mayo	26.6	34.1	19.2	89.8
Junio	27.1	33.3	20.8	166.9
Julio	27.1	33.6	20.6	145.5
Agosto	27.1	33.7	20.5	159.7
Septiembre	27.1	33.3	20.9	199
Octubre	25.4	31.2	19.6	164.1
Noviembre	23.6	29.7	17.5	96.1
Diciembre	22	28.5	15.6	49
Temperatura Media Anual: *24.9 °C*				
Temperatura Máxima Anual: *31.7 °C*				
Temperatura Mínima Anual: *18.1 °C*				
Precipitación Media Anual: *1,231.7 mm/año*				

La Isla de Holbox presenta condiciones de temperatura media anual que oscilan entre los 22°C y 27.1°C durante enero y septiembre respectivamente, las precipitaciones en septiembre (mes más lluvioso) pueden alcanzar un acumulado cercano a los 200 mm, durante el año las precipitaciones son abundantes, pero se concentran en su mayoría de junio a octubre.



Gráfica IV.1.-Precipitación media anual correspondiente al periodo de 1991-2020.

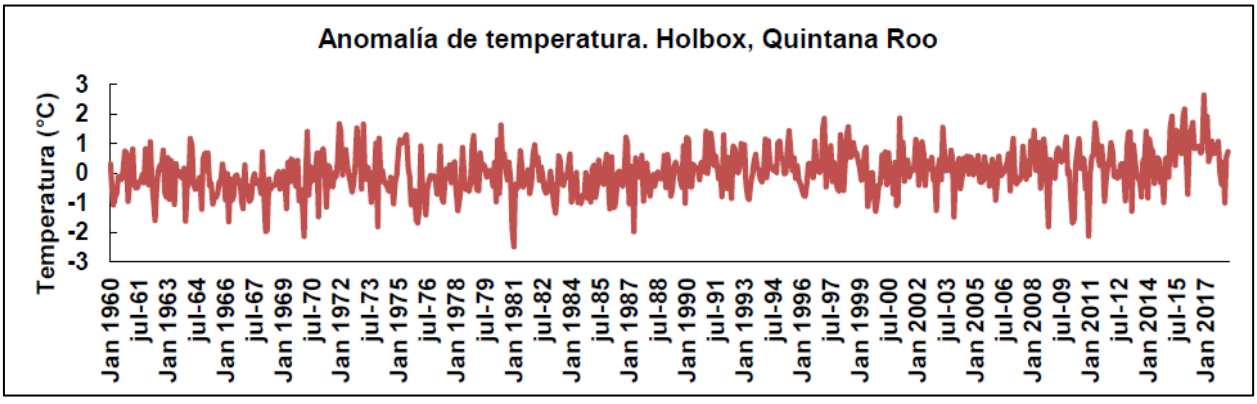
Las condiciones extremas a nivel mensual que se han presentado, registran una temperatura máxima de 34.1°C en el mes de mayo. Con relación a los meses más fríos históricamente, se presentan de enero a abril, con valores medios cercanos a los 14°C de temperatura mínima. Las precipitaciones extremas de acumulados mensuales se han presentado en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, con valores superiores a los 100 mm, esto se relaciona principalmente a la entrada de huracanes que aportan precipitaciones de importancia para la región.



Gráfica IV.2.-Temperaturas históricas correspondientes al periodo de 1991-2020.

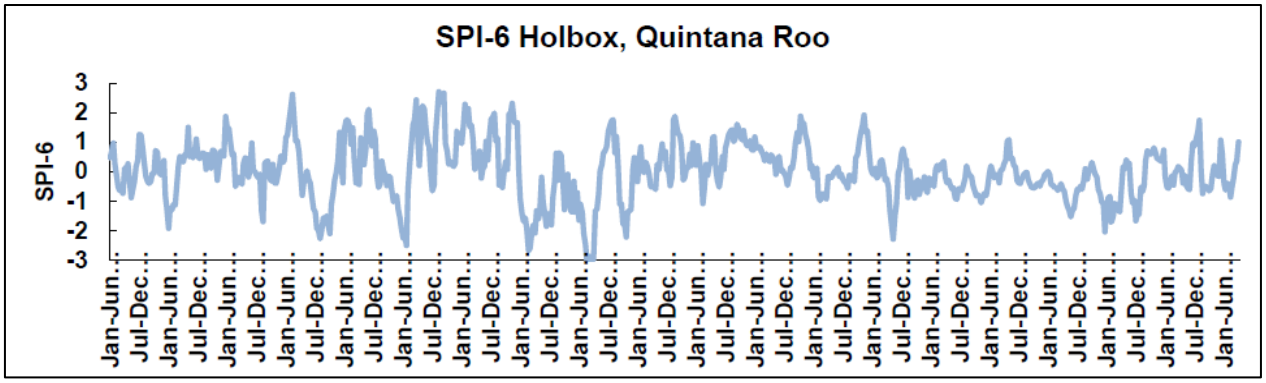
Tendencias del Clima Extremo Actual

Debido a las condiciones homogéneas en la Península de Yucatán, los resultados de temperatura y precipitación son similares en toda la región. La tendencia en las anomalías de temperaturas resulta positiva, especialmente en los últimos años, sin embargo, no son valores tan alejados de la media mensual ya que solo superan los 2°C. Los valores atípicos de bajas temperaturas cada vez son menos frecuentes, aunque se seguirán presentando con valores que oscila en los -2°C de la media histórica.



Gráfica IV.3.-Temperaturas históricas correspondientes al periodo de 1991-2020. Fuente: Diagnostico de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del Destino Turístico de Holbox, Quintana Roo (ANIDE, 2018).

Por medio del índice Estandarizado de Precipitación (SPI-6) que analiza la tendencia de periodos de precipitación de 6 meses, se identifica una tendencia negativa, sin embargo, no significa que haya más sequías en el presente, se registra que los periodos de humedad son los que se han presentado más débiles que antes de los años 80´s lo que genera esa disminución en la recta.



Gráfica IV.4.-Tendencia de periodos extremos de precipitación por medio del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI-6). Fuente: Diagnostico de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del Destino Turístico de Holbox, Quintana Roo (ANIDE, 2018).

IV.2.1.2. Geología y Geomorfología

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo (20cm aproximadamente) y se compone, en su mayor parte de una caliza muy dura formada por la solución y precipitación de carbonato de calcio que cementa granos y fragmentos de conchas cerca de la superficie del terreno (*González et al.,1999*). En términos geológicos, el subsuelo del estado de Yucatán está constituido por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Terciario Reciente (*Butterlin y Bonet, 1960*) y ha estado bajo subsidencia lenta pero continua.

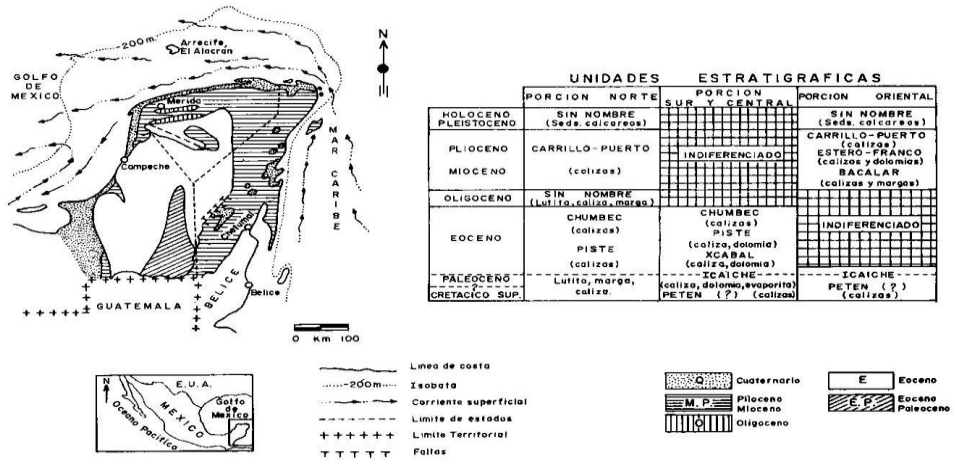


Figura IV.5.-Estratigrafía regional generalizada en afloramiento del Terciario (Butterlin y Bonet, 1963).

La península es una estructura sedimentaria formada durante el Mesozoico, sobre la cual se depositaron arenas y estructuras de origen orgánico marino a lo largo del terciario (*Ordoñez y García, 2010*). Está formada por rocas carbonatadas, evaporíticas y clásticas como la caliza, la dolomita, el yeso y la arenisca. *(López-Ramos, 1975*). Las formaciones más antiguas (Cretácico y Paleoceno) se ubican al sur y las más recientes (Plioceno y Cuaternario) en el norte y este del territorio.

Para determinar el material geológico presente en el área del SAR e identificar sus características principales (como, edad, origen, composición, entre otras), se utilizó la información de la Carta Geológica F16-08 Serie 1 Cancún y el Conjunto de datos vectoriales del Continuo Nacional "Efectos Geológicos" (INEGI).

Tabla IV.11. Características del Material Geológico.

Entidad	Clave	Sistema	Tipo de Roca	Clase
Sustrato	Q (li)	Cuaternario	N/A	Litoral
Sustrato	Q (la)	Cuaternario	N/A	Lacustre
Unidad Cronoestratigráfica	Ts (cz)	Neógeno	Caliza	Sedimentaria
Unidad Cronoestratigráfica	Tpl (cz)	Plioceno	Caliza	Sedimentaria

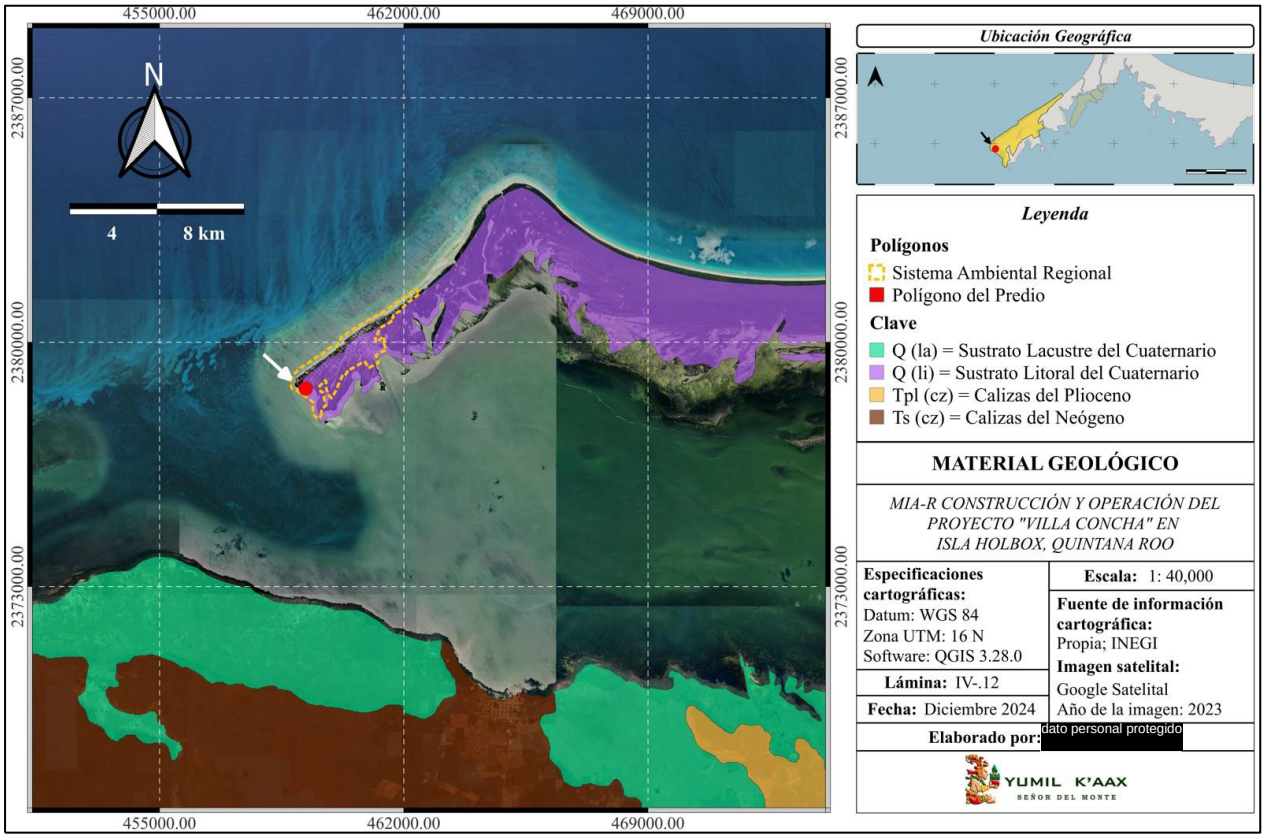


Lámina IV.12. Material Geológico de la región.

A continuación, se describen los materiales geológicos presentados en la lámina anterior.

- **Q (li) Sustrato Litoral del Cuaternario:** Corresponden a los depósitos compuestos por arenas calcáreas no consolidadas de grano fino y medio, constituido principalmente por fragmentos de conchas. La unidad presenta un color crema y abundantes conchas de organismos marinos recientes, como son los bivalvos y gasterópodos.
- **Q (la) Sustrato Lacustre del Cuaternario:** Su constitución principal son lodos calcáreos, arcillas y arenosas no consolidadas acumuladas en lagunas someras que se comunican con el mar a través de canales de marea y se encuentran separados por la línea litoral. Su morfología base es de una planicie con grandes concentraciones de manglar.
- **Tpl (cz) Calizas del Plioceno:** Compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio que permite el paso del agua, es decir, una roca permeable. Del periodo Plioceno dentro de la época del Neógeno siendo la última división del periodo.
- **Ts (cz) Calizas del Neógeno:** Calizas con afloramientos muy extensos en toda la Península. Los niveles superiores de esta formación están representados por calizas blancas, duras y masivas.

La conformación geomorfológica de la Isla Holbox pertenece al de playa y barra arenosa, cuya formación es reciente, producto de procesos acumulativos sobre restos de una cresta arrecifal, esta barrera es fuertemente dinámica y separa parcialmente las aguas del canal de las de la Laguna Yalahau. El transporte de sedimentos paralelo a la línea de costa es uno de los principales fenómenos para la modificación de su perfil, por la formación de sistemas lagunares (Pereira, 2005).

Cabe señalar que, el SAR (incluyendo el área marina) se ubica dentro un depósito litoral (Q li), constituido principalmente por arena blanca, compuesta de fragmentos redondeados de ostras, bivalvos y gasterópodos, es común encontrarlo en las franjas del Mar Caribe y el Golfo de México. Sus sedimentos son compactados y cementados después de que son enterrados y cubiertos por capas de otros sedimentos. Por lo tanto, las areniscas se forman por la litificación de granos de arena, y una caliza es la litificación de pequeños caparazones de fósiles marinos y otras partículas de carbonato de calcio.

Relieve

El relieve del SAR corresponde con el de la Península de Yucatán presentando una pendiente de inclinación de entre el 1º y el 3º al oeste en dirección al mar Caribe. La topografía presente en la zona se define como sensiblemente plana, debido a que las alturas del terreno no rebasan los 20 m.s.n.m. La máxima elevación registrada en el municipio de Lázaro Cárdenas llega a los 30 m.s.n.m, por otro lado, la elevación promedio de la isla se mantiene entre los 1 a 3 m.s.n.m. Debido a su origen geológico, se presentan características comunes que determinan la presencia de diversos tipos de relieve en el terreno. Por otro lado, el relieve

kárstico impide el desarrollo de cuerpos de agua superficiales y los pocos que logran desarrollarse son efímeros desapareciendo en las depresiones que devuelven el agua al subsuelo.

Otras manifestaciones geográficas presentes en la región son:

- **Cavernas o grutas:** Su tamaño depende directamente de la edad de las rocas y la incidencia de sus aspectos geológicos.
- **Cenotes y dolinas:** Resultado de un fenómeno intenso de disociación vertical de las rocas carbonatadas.
- **Caletas:** Manifestaciones kársticas costeras de forma semicircular presentes en la parte nororiental de la Península
- **Cabos:** Al este de la Isla Holbox se ubica Cabo Catoche, el cual determina la división continental entre el Golfo de México y el Mar de las Antillas. Asimismo, Punta Mosquito se trata de un cabo constituido por aproximadamente 38 km de playa virgen.

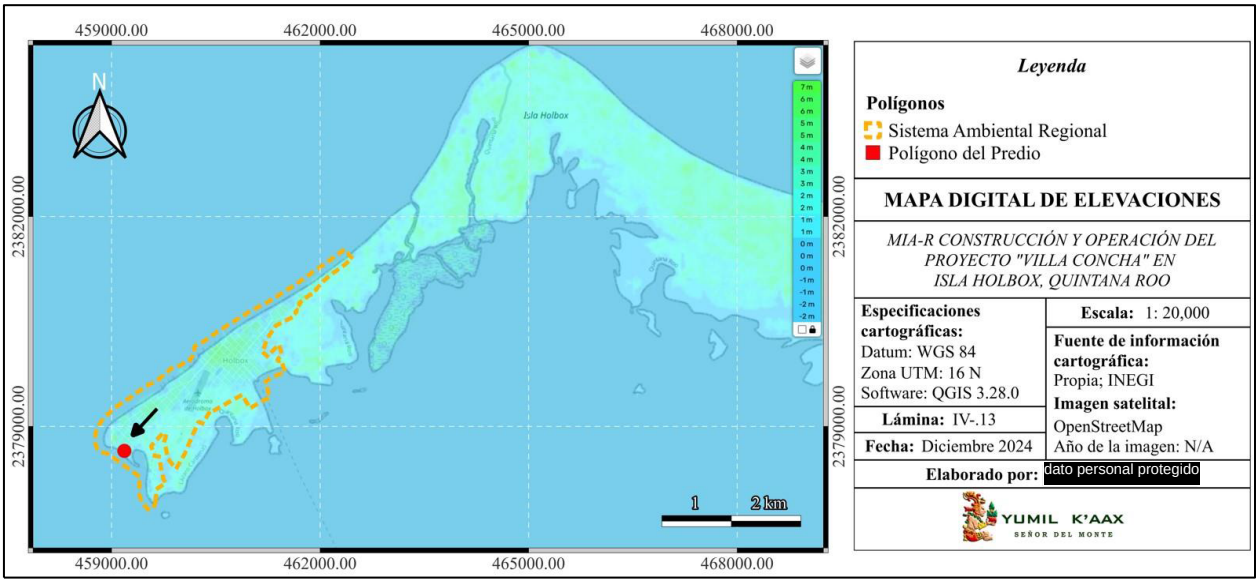


Lámina IV.13. Material Geológico de la región.

IV.2.1.3. Fisiografía

Debido a la amplia variedad de relieves que presenta el territorio mexicano (como son, sistemas montañosos, llanuras, mesetas, depresiones, entre otros), el país se dividió en 15 provincias fisiográficas, que a su vez son formadas por subprovincias con características topológicas y origen geológico similar. Esta delimitación define el clima, los suelos y la vegetación de la región.

- **Provincias Fisiográficas:** Conjunto estructural de origen geológico unitario las cuales tienen un morfología propia y distintiva.
- **Subprovincia Fisiográfica:** Discontinuidades geográficas que hacen referencia a las subregiones que conforman una provincia fisiográfica, con características propias.

Con la información de los Conjuntos de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. "Provincias Fisiográficas" escala 1: 1,000,000, y "Subprovincias Fisiográficas" escala 1: 1,000,000 (INEGI, 2001), el área de estudio queda inmersa en la Provincia Fisiográfica XI-. "Península de Yucatán" en la parte correspondiente a la Subprovincia "Carso Yucateco".

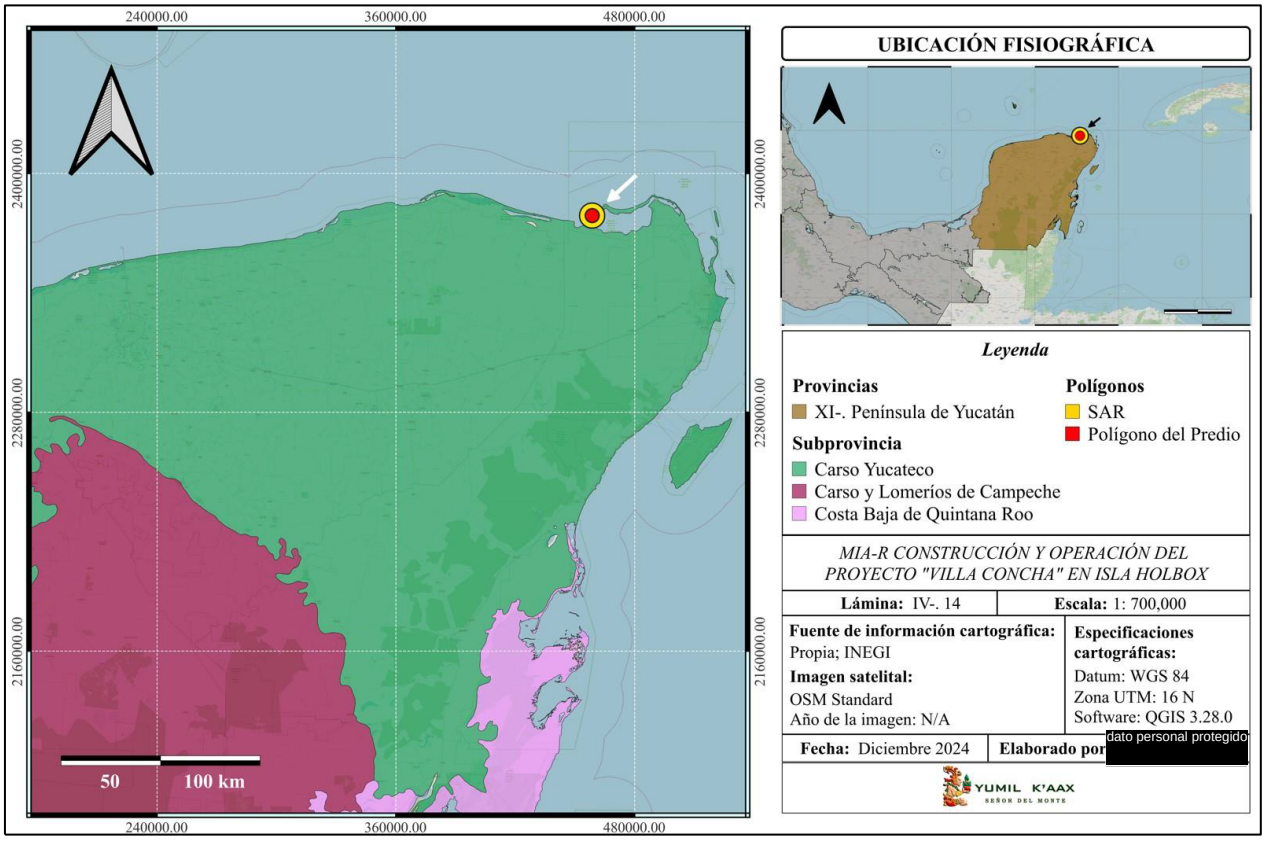


Lámina IV.14. Provincia y subprovincia fisiográfica.

Sistemas de Topoformas

Los sistemas de topoformas hacen referencia a un conjunto de formas en el terreno asociadas a algún patrón o patrones estructurales degradativos y/o acumulativos. Estos sistemas son el mayor nivel de degradación de la descripción fisiográfica y morfológica (INEGI,2006). Es el elemento mínimo del cual se establecen las condiciones del relieve para una zona específica.

De esta manera podemos identificar dos tipos de topoformas en la región, la primera se trata de una llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino que se extiende en las inmediaciones de las lagunas Conil, Solferino y el Cuyo en el litoral del Canal de Yucatán. La segunda topoforma corresponde a una barra o playa inundable del tipo salino, producto de la desintegración de roca caliza y material orgánico.

A continuación, se detallan las características de los sistemas de topoformas representativos de la región.

- **Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino:** Localizado al noroeste de la península extendiéndose hacia el sur a los poblados de Leona Vicario y Nuevo Valladolid, Yucatán. El sistema se compone de una serie de estructuras alineadas (norte-sur), mismas que son propicias a las inundaciones por los efectos de las mareas, posteriormente el agua se evapora, dejando una alta concentración de sal que lo diferencia de otros sistemas de topoformas.
- **Playa o Barra Inundable y Salina:** Sistema ubicado típicamente en zonas costeras bajas, caracterizado por la alternancia de periodos de inundación y desecación, y su alta salinidad debido a su proximidad con el mar. Asimismo, la dinámica de las olas, mareas y viento afecta directamente a su entorno.

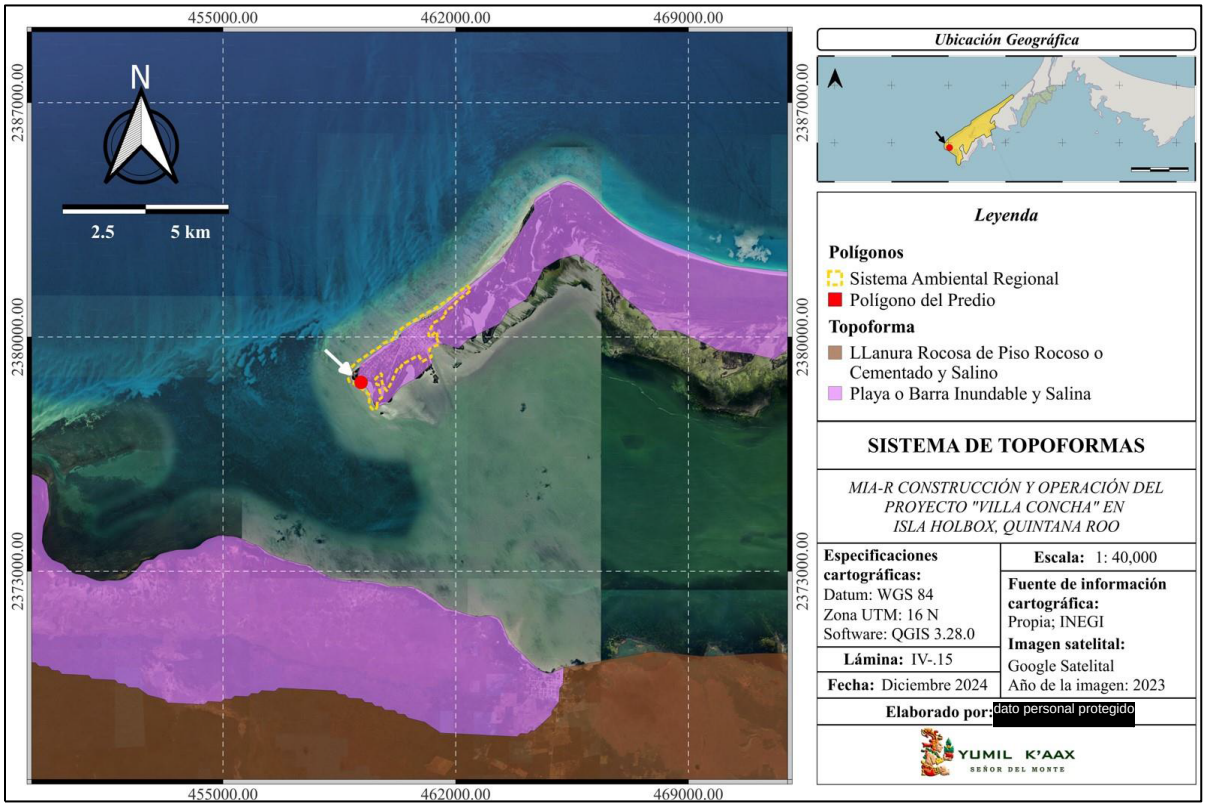


Lámina IV.15. Sistemas de topoformas identificados en la región. Fuente: Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. "Sistema de Topoformas" Escala 1: 1,000,000 (INEGI, 2001)

Una de las características más representativas de la isla Holbox, son las barras de arena que conectan intermitentemente algunos de los puntos de la Isla (como algunas áreas de Punta Cocos), debido a la dinámica de mareas, el oleaje y los vientos predominantes del sureste.

Estos aspectos resultan en un ambiente húmedo y salino, con una vegetación adaptada a estas condiciones, uno de los ecosistemas más representativos son los manglares distribuidos en la zona intermareal, que tienen la capacidad de adaptarse a los suelos salinos y a la constante inundación por las mareas. Las barras de arena en la Isla, son creadas por la acumulación de arena que se forma en la zona submareal, es decir, en la zona sumergida cercana a la costa.



Fotografías IV. 11 y 12.-. Vista de las barras de arena que rodean la isla durante un periodo de desecación causado por un fenómeno extra-tropical. Se puede observar la extensión de la barra, formando líneas paralelas a la costa.

IV.2.1.4. Tipos de Suelo

En sus guías para la interpretación de cartografía Edafológica Serie III (INEGI, 2015), se define al suelo como "cualquier material suelto en la superficie de la Tierra, capaz de sustentar la vida. Siendo así, el resultado de una serie de factores activos (clima y organismos vivos), que inciden sobre factores pasivos (roca madre y relieve) sin importar el tiempo que transcurra.

La Base Referencial Mundial del Recurso del Suelo (WRB, por sus siglas en inglés), definió el recurso del suelo como: "Un cuerpo natural el cual tiene 3 dimensiones espaciales y una temporal". Dichas características rigen el comportamiento del suelo y son:

- Su formación, constituida por minerales y elementos orgánicos que se encuentran en fases sólidas, líquidas y gaseosas.

- Sus componentes (minerales y orgánicos) que se organizan en estructuras específicas para el medio edafológico. Dichas estructuras forman el aspecto morfológico de la cubierta del suelo, que equivalen a la anatomía de los seres vivos, además de ser el resultado de su historia, dinámicas, y sus propiedades actuales
- De esta manera, sus características minerales, orgánicas y las estructuras que conforman su morfología, indican que el recurso se encuentra en constante evolución, dando así al suelo su cuarto dimensión el tiempo.

Conocer el tipo de unidad del suelo y sus principales características (como son textura, pedregosidad, horizontes, profundidad, entre otros), es esencial para comprender la relación del recurso con los demás aspectos que integran el SAR.

Asimismo, podremos conocer el grado de erosión que se presenta y pudiera presentarse después del desarrollo de las obras, con lo que se implementaran medidas de manejo ambiental que mitiguen su degradación. Otro aspecto relevante en la caracterización del recurso suelo, son los horizontes o capas de suelo que se analizan detalladamente a través de una excavación que permite distinguir la composición de las capas del suelo (perfil de suelo).

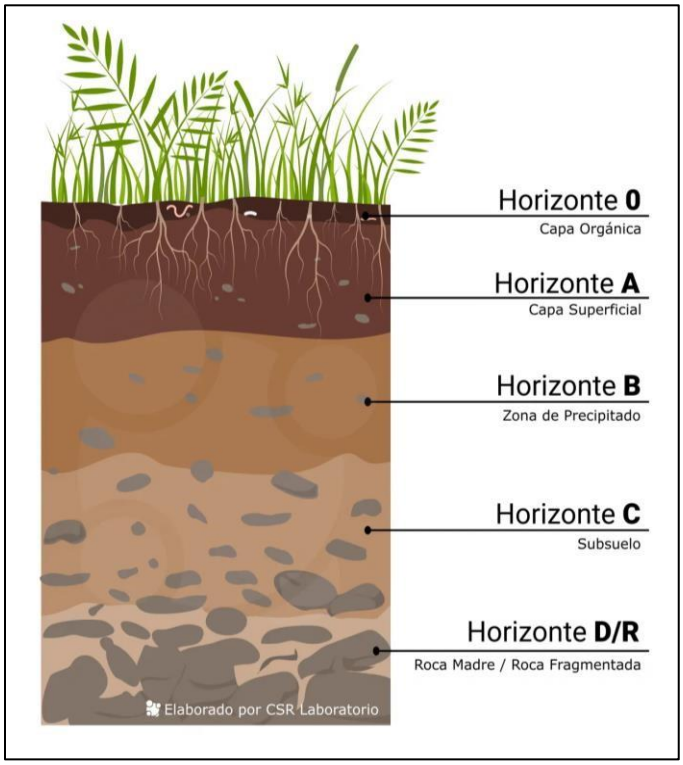


Figura IV.6.- Horizontes de suelo

Horizontes del suelo

- Horizonte 0: Es la parte superficial del Horizonte A. Llamada también capa orgánica está compuesta por hojas, ramas y restos vegetales.

- Horizonte A: Aquí se presentan las raíces de las especies herbáceas, su color es más oscuro que el de las capas inferiores. Es rica en materia en descomposición.

- Horizonte B. Aquí se depositan los materiales arrastrados desde arriba, sobre todo, materiales arcillosos, óxidos e hidróxidos.

- Horizonte C. También conocido como subsuelo, está compuesto por material rocoso levemente fragmentado.

- Horizonte D o R: Denominado "Roca Madre" o material rocoso, en él encontramos el material rocoso que compone el suelo inalterado.

Para identificar los principales grupos de suelo presentes en la Región, se utilizó la información del conjunto de datos vectoriales de la carta Edafológica F16-8 Cancún Escala 1: 250,000 (INEGI, 2007), que en términos generales muestra la asociación de hasta tres grupos de suelo, sus características morfológicas, sus propiedades físicas y químicas (como son profundidad, pedregosidad, textura, salinidad y vulnerabilidad a la erosión). Para la clasificación de los suelos se utilizó el sistema de la FAO/UNESCO (2006), modificada por el INEGI para su uso en el país.

De acuerdo a lo anterior, en la región donde se delimitó el SAR podemos encontrar tres grupos principales de suelo: los Arenosoles y Solonchaks que se distribuyen en la isla y la zona de humedales que rodean la laguna Yalahau, mientras que en la zona más continental encontramos Luvisoles con asociaciones de Leptosol y Solonchak.

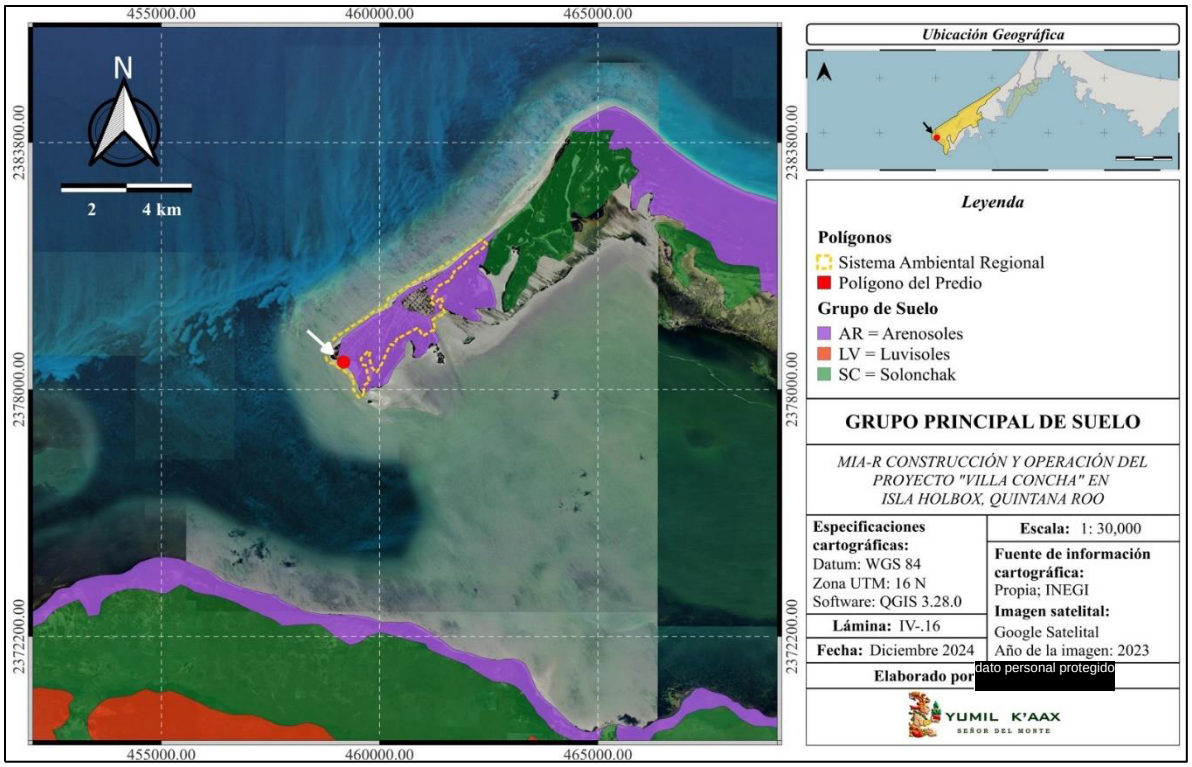


Lámina IV.16. Grupos primarios de suelo.

A continuación, se describen los grupos principales de suelo que se distribuyen en la región.

- **AR: Arenosol.** Suelos con un porcentaje mayor al 85 % de material arenoso, se incluyen los depósitos de arena en las dunas o playas, además de los bancos residuales formados por la meteorización de sedimentos o rocas ricas en cuarzo. No tienen una buena capacidad para la retención de agua, lo que permite un rápido drenaje del recurso al subsuelo.

- **LV: Luvisol.** Suelos de color rojizo, grises o pardos claro, susceptibles a la erosión por su alto contenido de arcilla. Generalmente fértiles para la agricultura se distribuyen a lo largo de la República, siendo el quinto grupo de suelo más extendido en el país.
- **SC: Solonchak.** Suelos con enriquecimiento en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formados en ambientes de elevada evapotranspiración. Las sales son apreciables cuando el suelo se seca, formando una costra de sal que se precipita a la superficie.

Asociaciones de los Grupos de Suelo y sus Calificadores

Gracias a la información proporcionada por la carta Edafológica F16-8 Cancún (INEGI, 2007), es posible conocer las principales asociaciones de suelo presentes en el área del SAR, así como los indicativos del proceso de formación que han afectado directamente sus características principales (clase textural, calificadores primarios y suplementarios).

Cabe señalar que la asociación SCha/1 (según su clave WRB), no se encuentra dentro de los límites SAR; sin embargo, se presenta como un grupo secundario en el área de estudio y sus alrededores. Asimismo, la clave "ZU" hace referencia a zonas urbanas, las cuales, debido al grado de perturbación en la estructura del recurso, no se incluyen en ningún grupo de suelos.

Tabla IV.12. Grupos de suelo (clave WRB) presentes en el SAR.

Clave (WRB)	Grupo 1ro	Calf. Prim.	Calf. Supl.	Grupo 2do	Calf. Prim.	Textura	Porcentaje
Areuhso+Scha/1	Arenosol	euh	so	Solonchak	so	1	69.66
SCha/1	Solonchak	ha	/	/	/	1	/
ZU	/	/	/	/	/	/	10.12
H_2O	/	/	/	/	/	/	20.22

ZU: zona urbana H_2O: cuerpos de agua euh: hipereútrico so: sódico ha: háplico 1: textura gruesa

A continuación, se describirán los calificadores (primarios y suplementarios) de los grupos dominantes de suelo, de acuerdo con la información presentada en la Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica Serie III (INEGI, 2015).

- **Hipereútrico (euh). Eútrico (eu):** Del griego *eu* (bueno). Son suelos saturados con calcio, magnesio, sodio y potasio en la mayor parte de la solución. El estado eútrico puede considerarse de buena fertilidad para el suelo. Cuando se presenta el sufijo hiper (h), mantienen una saturación con bases (NH4Ac 1M) de % o más en todo el espesor entre los 20 y 50 cm de la superficie del suelo.
- **Sódico (so):** Suelos con una capa limosa, generalmente con más del 40% de limo con un espesor de 30 cm o más, dentro de los primeros 100 cm.

- **Háplico (ha):** Suelos sin desarrollo que no presentan rasgos evolutivos o calificadores de suelo notables y/o de relevancia.

Por último, la clase textural indica la proporción relativa del tamaño general de las partículas en la fracción fina del suelo dominante en los primeros 30 cm de profundidad. En el caso del área de estudio, la clase textural de las asociaciones de suelo es **1** (Gruesa), lo que nos indica una constitución de más del 70% de arena, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para la vegetación.

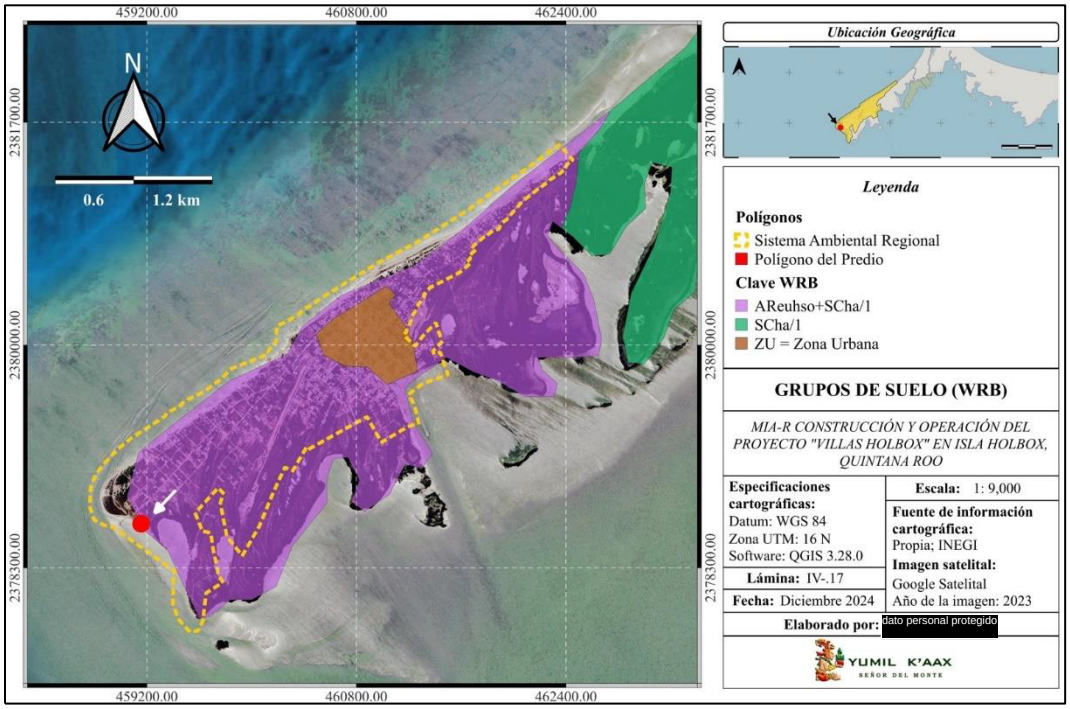


Lámina IV.17. Asociaciones principales de suelo.

Perfil de Suelo

Una vez definidas las asociaciones de suelo presentes en el área de estudio, es posible realizar una descripción más detallada de sus características y del estado actual del recurso. Además, se realizó un perfil de suelo con base en la información recabada en campo y en estudios previos realizados para la región.

- **1er Grupo (AReuhso):** Arenosol hipereútrico sódico. Se encuentra distribuido en el borde norte de la Isla Holbox y comprende toda la zona de la playa, la cual es una franja de alrededor de 20 m que va desde la línea de costa hacia el interior. No se utilizan para ninguna actividad agrícola pues mantienen rendimientos muy bajos y presentan una susceptibilidad moderada o alta a la erosión. Mantienen una saturación con bases (NH4OAc 1 M) de 50% o más en los primeros 50 cm de su superficie, con una textura franco-arenosa

- **2do Grupo (SCha):** Solonchak háplico. Se caracteriza por ser altamente salino, la estructura de sus sales se presenta en forma de cloruros, sulfatos de sodio, calcio y magnesio. Presenta un material paternal de textura gruesa de tipo arena y arena-franca. Según la FAO (2008), este tipo de suelos presenta una gran concentración de sales solubles y presentan un perfil meteorizado.

Tabla IV.13. Perfil de las asociaciones de suelo presentes en el área de estudio.

AReuhso+SCha/1	**Grupos de Suelo**	
	1er Grupo	2do Grupo
Clave (WRB)	AReuhso	SCha
Suelo Dominante	Arenosol	Solonchak
Calificador Primario	Hipereútrico	Háplico
Calificador Suplementario	Sódico	N/A
Componentes %		
Arena	> 75%	40 %
Arcilla	< 15%	30 %
Limo	< 10%	40 %
Características		
Horizonte	A (E) C	AC o ABC
Textura	Franco-Arenosa a más gruesa	Francas o Limosas
Clima/Ambiente	Se distribuyen en casi todos los climas (desde árido, húmedo, frio hasta extremadamente caluroso).	Regiones con agua superficial, con vegetación de pastos o hierbas halófitas. Los Solonchak en áreas costeras ocurren en todos los climas
Coloración	Tonos claros variando de amarillos a marrones claros.	Gris azulado al exponerse al aire se mancha de tonos rojizos
Profundidad	< 100 cm	De 55 cm a 120 cm
Material Parental	No consolidado, calcáreos de textura gruesa, situados sobre rocas silíceas extremadamente meteorizadas.	Casi cualquier material no consolidado.
Connotación	Suelos arenosos	Suelos salinos
Desarrollo del Perfil	En las zonas del trópico tienden a desarrollar horizontes gruesos, muestran signos de alteración o transporte de humus, hierro o arcilla, aunque no lo suficiente para ser considerado como un criterio de diagnóstico.	En áreas bajas con capas de agua somera la acumulación de sales es mayor en la superficie del suelo.
Limitantes	Alta susceptibilidad a la erosión por agua y viento, debido a su baja capacidad de retención de agua.	Una susceptibilidad media a elevada a la erosión y una limitante agrícola por su constitución salina.

IV.2.1.5. Estado de Conservación del Suelo

Los procesos de degradación del suelo son diversos y se originan por distintas causas tales como: el desplazamiento de los materiales del suelo (erosión hídrica y eólica), lo que implica el arrastre de los materiales fuera de su zona de origen por medio de corrientes de agua, eventos climáticos extremos (huracanes, tormentas y tornados) o por el viento; la degradación interna del suelo (degradación química y física), la cual involucra procesos que impiden la correcta producción biológica de recurso, esta se manifiesta principalmente en la pérdida o reducción de la capacidad de absorción y filtración de agua.

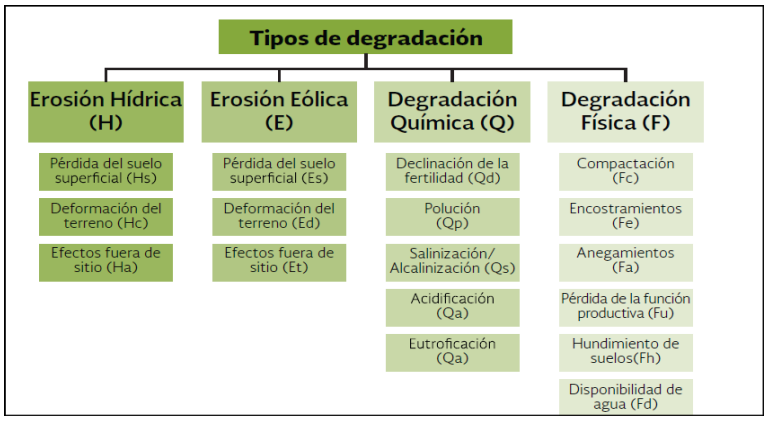


Figura IV.7. Tipos de degradación de suelo. Fuente: CONAFOR, 2007

Con la finalidad de conocer el estado de conservación del suelo dentro de la Isla, se retomaron los análisis y resultados del "*Diagnostico de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del Destino Turístico de Holbox, Quintana Roo"*, elaborado por la Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. (ANIDE, 2018). Así como los resultados del estudio de mecánica de suelo que fue elaborado para el área de estudio. La información anterior nos indica que a lo largo de la franja costera se presentan casos de acreción y erosión, así como diversas combinaciones de ambos. Cabe recordar que las playas conforman sistemas muy dinámicos en su interacción océano-continental, con fenómenos de denudación, transporte y depositación de sedimentos, lo que les confiere temporadas de acreción y erosión.

Desplazamiento de la Línea de Costa

Para determinar los cambios morfológicos de la línea de costa, se tomaron los datos del análisis del diagnóstico de vulnerabilidad (ANIDE, 2018). En el cual, se realizó una rectificación digital de varias imágenes satelitales, obtenidas desde el año 1968. Con la finalidad de conocer el estado de erosión o acreción de la zona, se seleccionaron diversas morfologías presentes en la zona costera, incluyendo playas abiertas, puntas, canales intermareales y cuerpos interiores. A continuación, se muestran los datos del

desplazamiento de costa en los sitios seleccionados en el diagnóstico de vulnerabilidad (ANIDE, 2018), las cifras con signo negativo (-) corresponden a procesos de erosión, y las positivas a procesos de acreción.

Tabla IV.14. Desplazamiento de la línea de costa entre 1968 y 2017, en Isla Chica de Holbox. Fuente: Diagnóstico de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Destino Turístico de Holbox, Quintana Roo (ANIDE, 2018).

Sitio	Estación	Coordenadas (UTM)		Desplazamiento (m)	
		X	Y	Periodo (1968-2001)	Periodo (2001-2017)
Punta Mosquito	P1	464,615.68	2,384,310.01	95.5	43
Punta Mosquito 1	P2	464,304.19	2,384,006.89	97.48	31.7
Playa Canal	P3	463,975.57	2,383,392.23	-101.77	77.8
Playa Canal 1	P4	463,707.37	2,382,858.50	-45.27	10.2
Boca Canal 1	P5	463,336.18	2,382,326.46	-62.82	-37.12
Playa Oeste Canal	P6	462,949.13	2,382,014.22	-75.78	-9.7
Boca del Río Kuká	P7	462,473.13	2,381,619.83	-98.45	-18.4
Hotel de las Nubes	P8	462,076.46	2,381,313.49	-89.71	-3.9
Mantarraya Beach	P9	461,686.30	2,380,996.56	-69.31	32.2
Villas Paraíso del Mar	P10	461,244.13	2,380,757.88	-15.67	50.7
Casa de las Tortugas	P11	460,817.24	2,380,497.95	-11.64	33.3
Holbox Dream	P12	460,409.20	2,380,210.17	-54.6	36.6
Hotel Casa Takywara	P13	459,993.69	2,379,932.82	-153.25	56.4
Casa Blat Ha Holbox	P14	459,598.20	2,379,628.11	-84.38	-56
Casa Punta Cocos	P15	459,246.77	2,379,285.28	-3.71	-42.1
Playa Tortuga	P16	458,858.78	2,378,881.91	142.28	149.48
Punta Cocos	P17	459,139.08	2,378,509.42	-75.41	115.06
Punta frente a Isla Pasión	P18	459,401.99	2,377,954.10	-86.87	-48.7

Tomando en cuenta los desplazamientos del periodo 1968-2001, existen evidencias de acreción con crecimientos de playa de 95 a 142 metros, en los sitios P1 (Punta Mosquito) y P16 (Playa Tortuga) respectivamente. Por su parte los sitios de mayor erosión se encuentran en los puntos P7 (Boca del Río Kuká) y P8 (Hotel de las Nubes), con un reporte de erosión de entre 90 a 100 metros aproximadamente y P13 (Hotel Casa Takywara) con una pérdida aproximada de 153 metros.

Durante el periodo 2001-2017, la acreción se presenta en dirección suroeste a Punta Mosquito en la zona de los canales intermareales entre los sitios P9 (Mantarraya Beach) y P13, con un registro de crecimiento de playa de 30 y 50 m respectivamente. Asimismo, entre los puntos P16 y P17 (Punta Cocos) el crecimiento de playa fue de 149 m. Las áreas donde persiste el proceso erosivo son: alrededor del Río Kuká en el sitio P5 (Boca Canal 1) con una pérdida aproximada de 37 m, y en los sitios P14 (Casa Blat Ha Holbox) y P15 (Casa Punta Cocos) con alrededor de 50 m de pérdida.

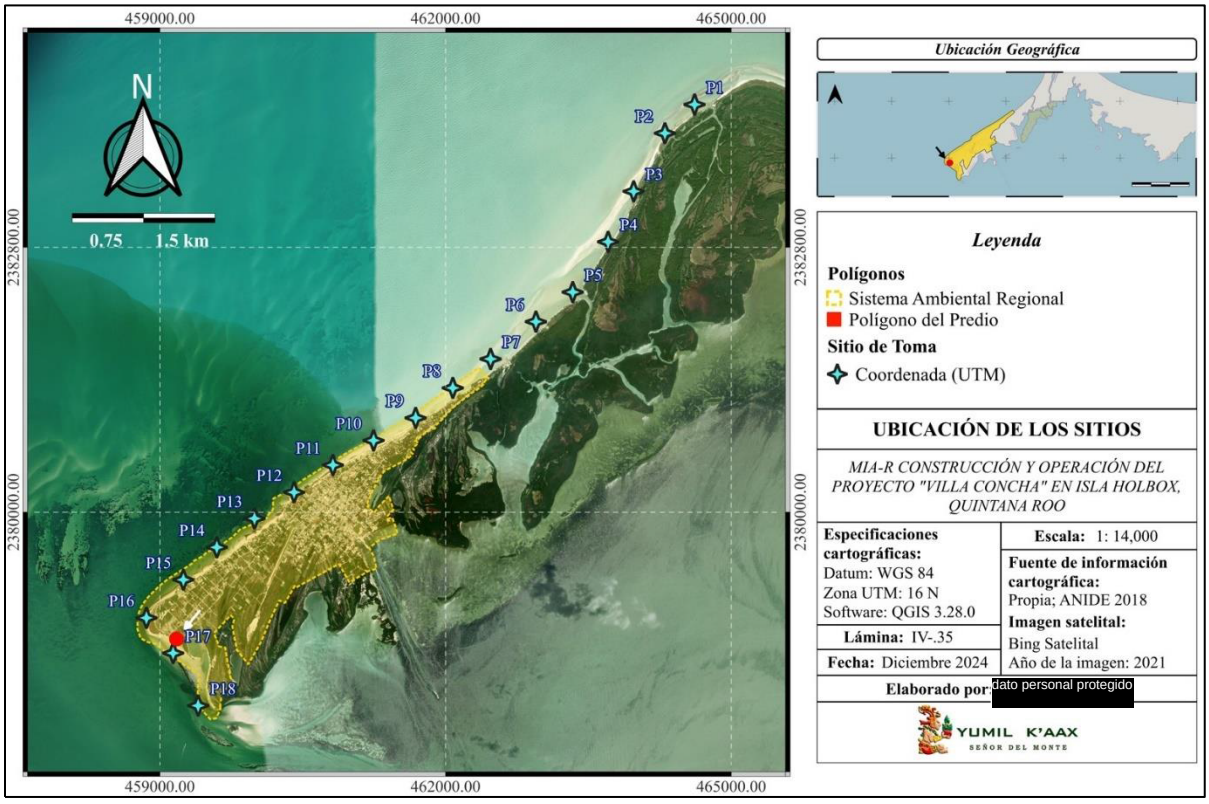
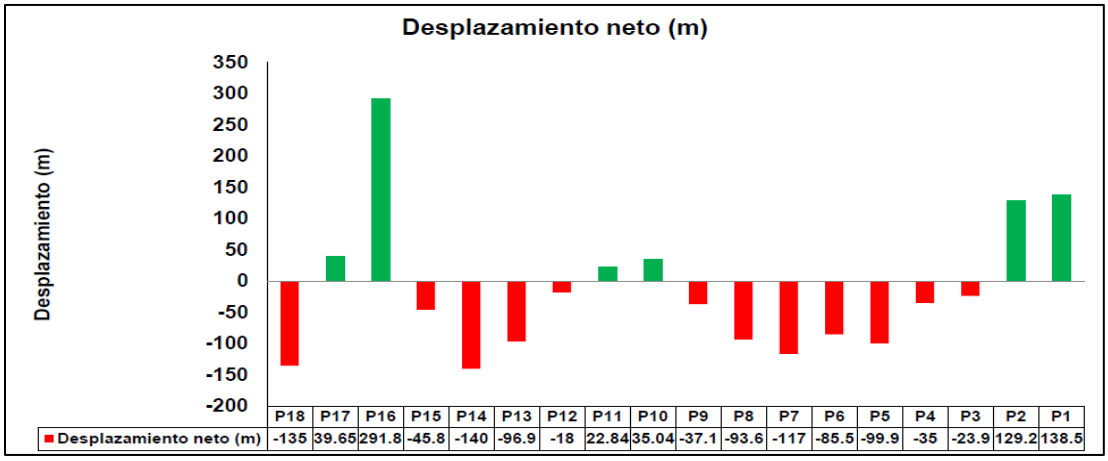


Lámina IV.18. Puntos de referencia para los sitios seleccionados. Fuente: *Diagnóstico de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Destino Turístico de Holbox, Quintana Roo* (ANIDE; 2018).

Tomando en cuenta el deslizamiento neto de la línea de costa, el proceso erosivo predomina dentro de la isla, con una pérdida de playa cercano a los 150 metros en la zona de espigones (P13 y P14) y en la zona de canales que comunican al manglar con el mar. Por otro lado, se observa una fuerte acreción (cercana a los 300 metros) en el sitio P16, mientras que en el sitio P17 se observa 40 metros aproximados de acreción.



Gráfica IV.5. Desplazamiento neto de la línea de costa entre 1968 y 2017, en Isla Chica. Fuente: ANIDE, 2018.

Tomando en consideración las ubicaciones de los sitios definidos por el Diagnóstico de Vulnerabilidad (ANIDE, 2018), los sitios P16 (Playa Tortuga), P17 (Punta Cocos) y P18 (Punta frente a Isla Pasión) son los mas cercanos al predio. En el sitio P16 (Playa Tortuga) durante el periodo de 1968 al 2017, se presentó una tasa de acreción de 2 a 3 m/año, mientras que en el sitio P17 (Punta Cocos) la tasa fue de 4 m/año.

En conclusión, los sitios cercanos al área del predio (P16 y P17) presentan una elevada tasa de acreción, mientras que las áreas de erosión se reparten por toda la zona litoral particularmente en la zona norte (Sitios P3 a P9). En la zona sur (sitios P12 a P15) las playas en erosión coinciden con la zona de espigones, que en varias etapas se han ido construyendo y reconstruyendo en la isla, por lo que la erosión detectada esta asociada a dichas estructuras.

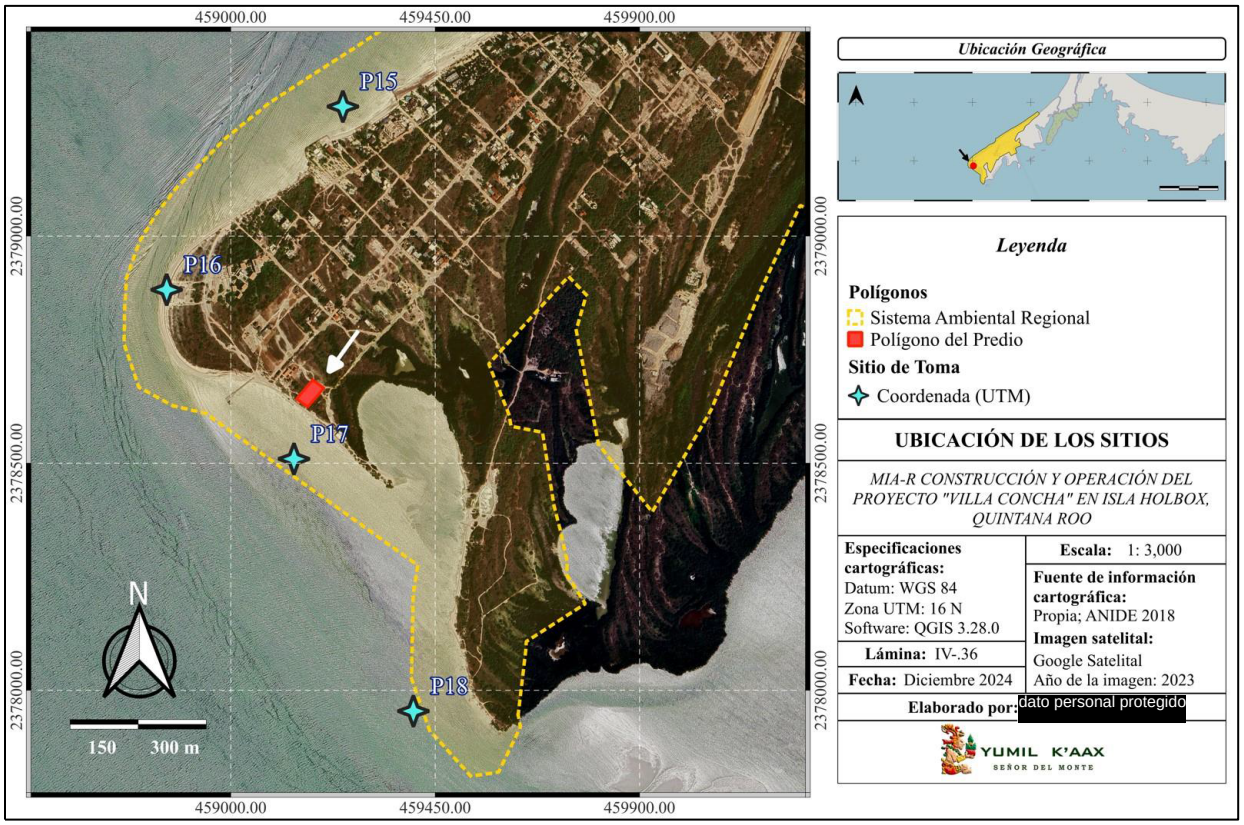


Lámina IV.19. Puntos de referencia cercanos al área de estudio. Fuente: *Diagnóstico de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Destino Turístico de Holbox, Quintana Roo* (ANIDE; 2018).

Las pérdidas de suelo se dan a partir de procesos erosivos que pueden ser clasificados como: erosión hídrica, erosión eólica, erosión química y erosión física, dependiendo de los principales agentes erosivos (agua, aire o agentes químicos). Para estimar la perdida de suelo, se han desarrollado modelos que se pueden clasificar como métodos directos, si se basan en pruebas de campo para determinar los procesos físicos que ocasionan la erosión o en indirectos si utilizan ecuaciones matemáticas para estimar los valores requeridos

(SEMARNAT, 2017). Por lo tanto, para conocer la estimación de la tasa de erosión que el desarrollo del proyecto podría ocasionar en el área del predio, se optó por utilizar la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés).

A partir de ella se calculó la erosión actual y potencial, aplicando las medidas de manejo ambiental necesarias. Asimismo, se señala el uso de elementos estructurales como parte del desarrollo de las obras, lo que mantendrá el terreno natural en sus condiciones actuales. Por lo tanto, la erosión hídrica no tendrá un aumento significativo que perjudique al recurso.

Cálculo para la Erosión Hídrica

El cálculo para la erosión hídrica partirá de la ecuación general USLE:

$$A= (R) (K) (LS) (C) (P)$$

Donde:

A= Tasa de erosión anual (ton/ha. Año).

R= Factor de erosividad de la lluvia (Mj.mm/ha.h).

K= Factor de erodabilidad del suelo (ton.h/Mj.mm).

LS= Factor topográfico Longitud-pendiente.

C=Factor vegetación y cultivos.

P=Factor de prácticas de conservación.

Los resultados de la tasa de erosión hídrica para el área de estudio, se obtuvieron mediante la aplicación de la metodología para la estimación de la erosión del suelo, adecuada para el uso en el país (Martínez, 2005), la cual se presenta en el capítulo ocho del presente documento.

- **Cálculo del factor R**

Debido a la carencia de datos específicos de la intensidad de lluvia en periodos cortos de tiempo, para el cálculo de este factor, se utilizaron las ecuaciones de erosividad de referencia que han sido calculadas para el país (Montes-León, *et al*; PROCYMAF, 2010). En el caso del área de estudio, la fórmula a utilizar corresponde con la región 11 "Península de Yucatán"

$$R= 3.7745\ P + 0.004540\ P^2$$

Donde:

R = Factor de erosividad de la lluvia (Mj.mm/ha.h).

P = Precipitación media anual de la región (mm).

Para los valores de precipitación se tomaron los datos de las normales climáticas (periodo 1991-2020) de la estación 23023 "Solferino" (CONAGUA), la cual reportó una precipitación media anual de 1,231.7 mm.

Sustituyendo los valores de la fórmula para el factor **R** se obtiene:

R = 3.7745 (1,231.7) + 0.004540 (1,231.7)^2 **R** = 11,536.61705 Mj.mm/ha.h

- **Cálculo del factor K**

Para el cálculo de la erodabilidad del suelo (factor **K**), se usaron valores de referencia según lo estimado por la FAO/UNESCO, dichos valores consideran la textura y el porcentaje de contenido orgánico del suelo. Los parámetros necesarios para determinar este factor, se definieron con base en la información de las cartas edafológicas del INEGI, las cuales muestran la textura y el porcentaje de material orgánico para los distintos grupos de suelo distribuidos en el país.

En el área del predio se distribuye un suelo del tipo arenosol hipereútrico sódico con clase textural gruesa (Areuhso/1), de acuerdo a la información de las cartas Edafológicas del INEGI. Por lo tanto, el valor de **K** será de 0.003 (textura arenosa con un porcentaje de entre el 0.5 al 2%).

K = 0.003

- **Cálculo del factor LS**

Para determinar el valor del factor topográfico se consideró la fórmula:

$$\mathbf{LS= (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2)}$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente. **λ** = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno. **m**= Parámetro cuyo valor es 0.5

La pendiente media del terreno **(S)** se calculó a partir de la siguiente formula: **S = Hf-Hi/L**

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%). **Hi** = Altura mínima del terreno (m).

Hf = Altura máxima del terreno (m). **L** = Longitud del terreno (m).

La altura máxima (11 m) y mínima (5 m) se identificaron mediante el uso de un dispositivo de geoposicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés), que registró las elevaciones dentro del predio respecto al nivel medio del mar. Por lo tanto, sustituyendo los valores resulta:

S = (11 – 5) / 54.95 **S** = 0.1%

Una vez determinada la pendiente media del terreno, procederemos a determinar el valor del factor topográfico (**LS**). Por lo que, al sustituir los valores en la ecuación resulta:

LS = $(54.95)^{0.5}$ (0.0138 + 0.00965 (0.1) + 0.00138 $(0.1)^2$) **LS** = 0.109552

- **Cálculo del factor C**

Para la estimación del valor **C** se emplean los valores de referencia presentados por Montes-León y colaboradores (2011), los cuales fueron calculados y ajustados para los distintos usos de suelo y tipos de vegetación distribuidos en el país. En este caso, el factor **C** corresponde al valor asignado a las comunidades de manglar (**0.10**), ya que dentro del predio se encuentra presente una vegetación secundaria de este tipo.

Sin embargo, es importante recordar que el área correspondiente a la vegetación secundaria de manglar (685.48 m^2), será destinada en su totalidad como área de conservación, lo que garantizará la protección de los individuos de manglar.

C = 0.10

- **Cálculo del factor P**

Para el factor **P** se considera el valor unitario, porque no se llevan a cabo prácticas de conservación de ningún tipo, por lo que:

P = 1

Tasa de Erosión

Al obtener los valores de los factores que integran la USLE, se obtiene la tasa de erosión que presenta el área correspondiente a la poligonal del predio.

A = (**R**) (**K**) (**LS**) (**C**) (**P**)

A = (11,536.61705) (0.003) (0.109552) (0.10) (1)

A = 0.3791 ton/ha/año.

Mediante el análisis realizado en las condiciones actuales, se obtiene una pérdida de suelo por erosión hídrica de 0.3791 toneladas por hectárea al año (ton/ha/año), considerando la precipitación media anual, las características del suelo, la pendiente media del predio, la cobertura y tipo de vegetación que presenta el área, así como la ausencia de prácticas de conservación de suelos. Según el Mapa Nacional de Erosión representa un valor bajo de erosión para el país.

Por lo tanto, se estima una pérdida del recurso de **0.0633** t/ha/año en la superficie del predio (1670.68 m^2) bajo las condiciones actuales. El desarrollo del proyecto considera una superficie de 186.76 m^2 destinada al desplante directo de las obras, lo que equivale a una pérdida de 0.0070 t/ha/año. De acuerdo con el análisis anterior, el desarrollo de las obras no contribuirá a un aumento significativo de la erosión hídrica presente en la región, con lo que se asegurará el estado actual del recurso y se reducirá el aumento de los impactos acumulativos (degradación del suelo, contaminación del manto freático, entre otros) que se registran actualmente en la isla.

Cabe mencionar que las comunidades de manglar distribuidas en toda la isla, incluido el predio, contribuyen a mitigar los procesos erosivos provocados por el escurrimiento superficial del agua (precipitación, escorrentía, etc.). Asimismo, las raíces del mangle negro (*Avicennia germinans*), desempeñan una función crucial al atrapar sedimentos y estabilizar el perfil costero. Estas raíces forman barreras naturales, que sirven de refugio para las especies de fauna nativa durante las diversas etapas de su ciclo vital, como la anidación, la reproducción y la muda.

Erosión Potencial

Para la estimación de la erosión dentro del área del predio en un escenario donde se ha removido la cobertura vegetal, se empleó la estimación de la erosión potencial, basada en una modificación de la fórmula universal USLE. Esta modificación considera los factores **R**, **K** y **LS** presentes en el terreno, omitiendo los factores **C** y **P**. El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa de la pérdida del recurso cuando existe una cubierta vegetal y cuando se remueve por completo.

De esta manera la fórmula para la erosión potencial es la siguiente:

$$\mathbf{E_p = (R)\ (K)\ (LS)}$$

Sustituyendo los valores de los factores **R**, **K** y **LS** se obtiene:

$\mathbf{E_p}$ = (11,536.61705) (0.003) (0.109552) $\mathbf{E_p}$ = 3.7915 ton/ha/año

La tasa de erosión potencial aumenta a 3.7915 ton/ha/año, por lo tanto, dentro de la superficie del predio (1670.68m^2) existiría una pérdida de 0.6334 ton/ha/año. Asimismo, en el área donde se desplantarán las obras (186.76 m^2), ocurriría una pérdida potencial de 0.0708 ton/ha/año.

Como podemos observar, los resultados para la erosión potencial aumentan drásticamente, debido a que en este escenario no se tomaron en consideración prácticas de conservación y hubo una remoción total de la cobertura vegetal, lo que conllevó a una pérdida sustancial del recurso. Sin embargo, al llevarse a cabo las medidas de mitigación pertinentes como: contribuir al aumento de las zonas permeables, el sellado de los

sitios donde se desplantarán las obras, la implementación de elementos estructurales, así como, el establecimiento de un área de conservación, evitará un proceso erosivo por el arrastre de partículas del suelo, al estar fijado en su capa superficial.

IV.2.1.6. Hidrología

De manera general, la Península de Yucatán cuenta con condiciones y elementos hidrológicos similares, los cuales resaltan una falta de corrientes superficiales debido al relieve casi nulo de la región, la naturaleza calcárea del terreno y la composición de los suelos que presentan una elevada impermeabilidad.

Regiones Hidrológicas

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) agrupó las regiones hidrológicas y delimitó trece Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), con el fin de facilitar la administración del recurso y la coordinación entre las autoridades gubernamentales. La CONAGUA define a las regiones hidrológicas como áreas territoriales conformadas en función de: sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en las cuales la cuenca hidrológica se considera la unidad básica para la gestión de los recursos.

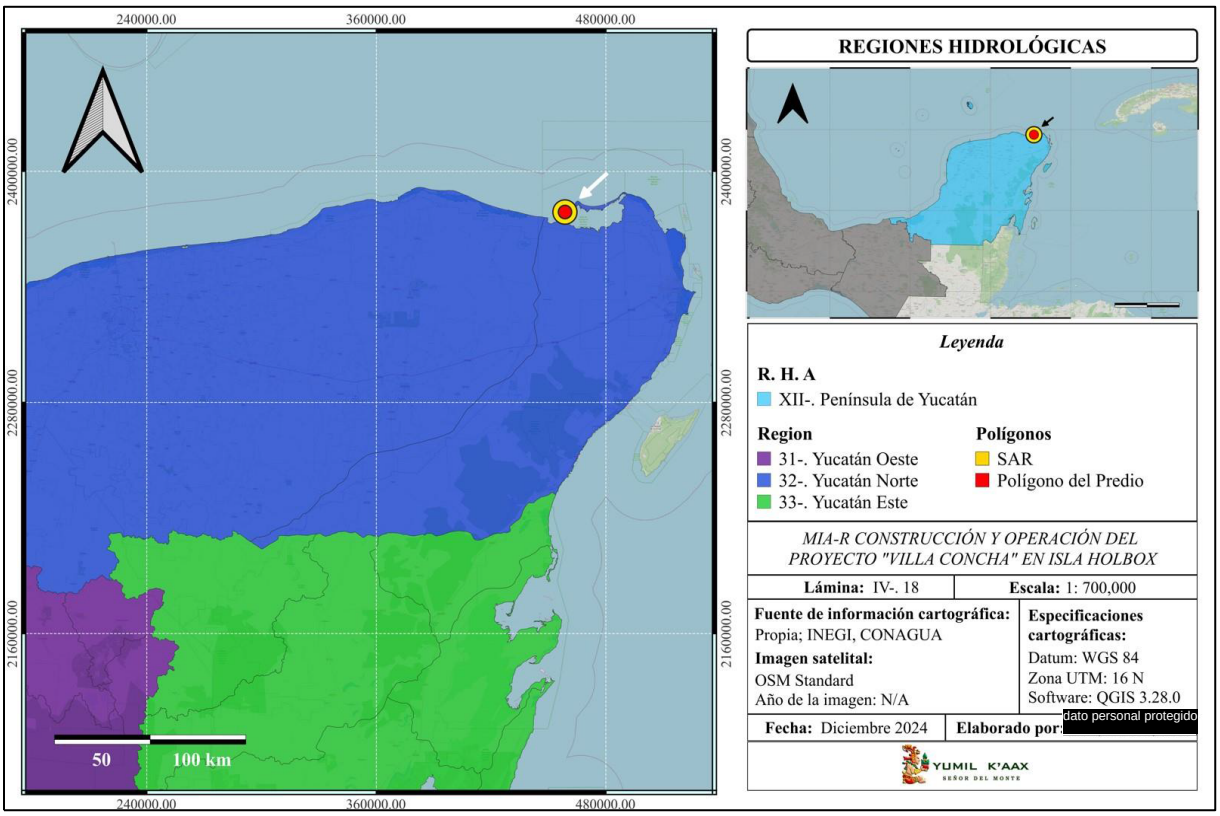


Lámina IV.20. Región Hidrológica Administrativa y Región Hidrológica donde se ubica el área de interés. Fuente: Conjuntos de datos vectoriales "Regiones Hidrológicas Administrativas (Organismos de cuenca)", "Regiones Hidrológicas". Escalas 1: 250,000 (CONAGUA, 2017).

Por lo tanto, se ubicó el área de interés dentro de la RH 32 "Yucatán Norte", perteneciente a la RHA XII "Península de Yucatán", con base en la delimitación establecida por la CONAGUA.

- **RHA XII**: Península de Yucatán. Esta región tiene una extensión territorial total de 139,897 km^2 y presenta una precipitación anual que varía entre 458 mm y 1,615 mm. Está formada por las Regiones Hidrológicas (RH) 31 (Yucatán Oeste), 32 (Yucatán Norte) y 33 (Yucatán Este).
- **RH 32:** Yucatán Norte. Se extiende por los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, con una superficie total de 54,443km^2, sus límites son: al norte con el Golfo de México, al este con el Mar caribe, al sur la RH 33 y al oeste con el estado de Yucatán donde continúa. Presenta dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo y 32B Yucatán.

Cuencas Hidrológicas

Podemos definir una cuenca hidrológica como una unidad morfológica superficial, definida por el curso de un río y sus afluentes (ríos secundarios o ramificaciones que alimentan al principal). Abarcan desde la zona donde inicia el río hasta su desembocadura en algún lago, laguna o el mar, generalmente son delimitadas por cadenas de montañas que reciben el nombre de divisoria de aguas, porque ante la presencia de lluvias, el agua se precipitará en ambos lados, hacia dos cuencas diferentes.

Se consideran también como la unidad básica para la planeación y el manejo de los recursos naturales. En la cuenca hidrológica se ubican todos los elementos naturales y actividades que realiza el ser humano, allí interactúan el sistema biofísico con el socioeconómico y están en una dinámica integrada que permite valorar el nivel de intervención de la población y problemas generados. (García *et al*. 2005).

Los siguientes criterios fueron establecidos en conjunto por el INEGI, el Instituto Nacional de Ecología y la CONAGUA para la delimitación de las cuencas hidrológicas en México.

1. La delimitación se realizó únicamente por variables topográficas e hidrográficas, presentando consistencia y homogeneidad para todo el terreno nacional.
2. Se delimitaron a partir del tipo de desembocadura que presenta su sistema de causes habiéndose identificado tres tipos principales (endorreica, exorreica y arreica).

- **Endorreica**: Se caracteriza porque todas sus aguas son descargadas hacía un cuerpo de agua interior.
- **Exorreica**: Los escurrimientos confluyen y desembocan en el mar o en un sistema lagunar costero.
- **Arreica:** No tiene salida hacia el mar ni tampoco drena hacía un cuerpo de agua colector observable.

Siguiendo la delimitación de la CONAGUA, la RH 32 Yucatán Norte se divide en las cuencas 32A (Quintana Roo) y 32B (Yucatán). El área del SAR se encuentra en la porción correspondiente a la cuenca 32A

(Quintana Roo), la cual se caracteriza por su falta de corrientes superficiales y su dependencia a los acuíferos subterráneos, lo que es típico en toda la península.

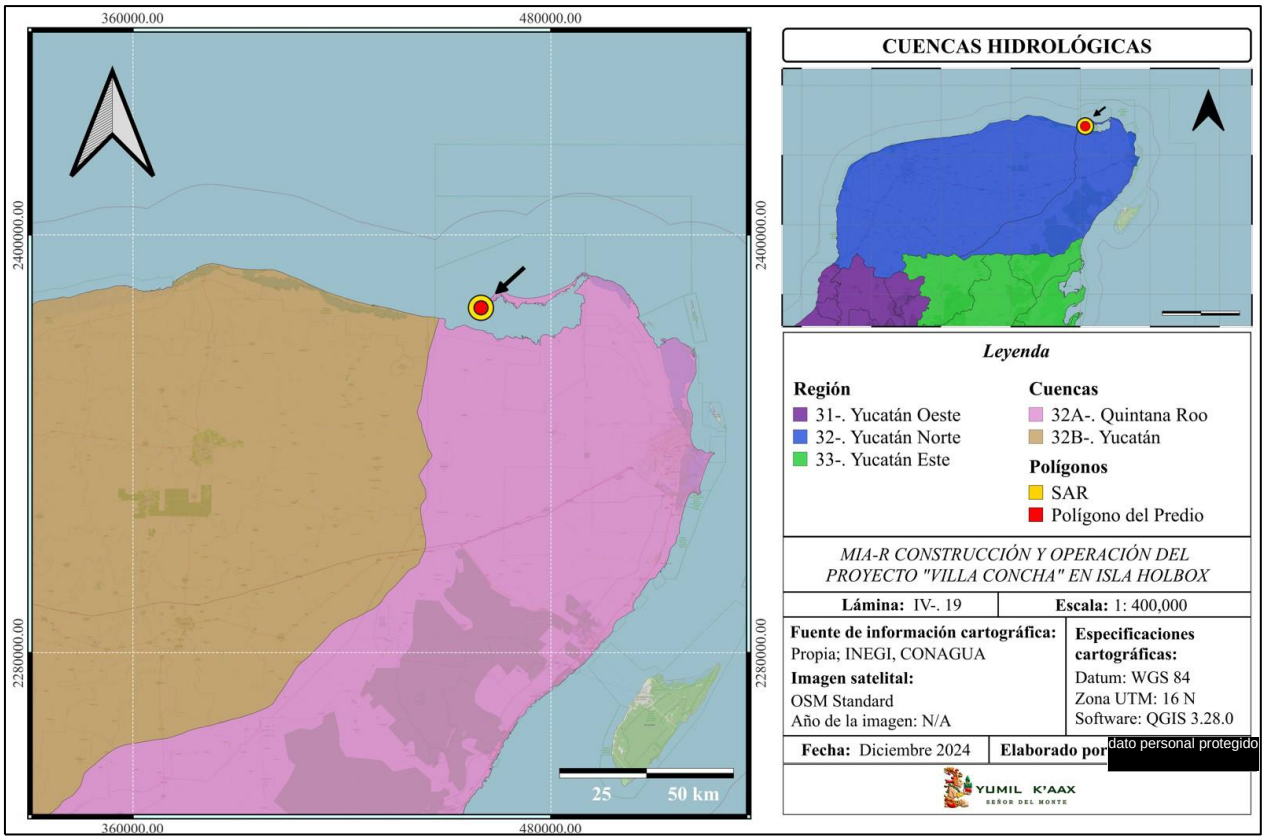


Lámina IV.21. Cuencas hidrológicas.

La temperatura media anual ronda en los 26 °C, con una precipitación que va de 800 mm en el norte a más de 1,500 al sureste de la cuenca y presenta un rango de escurrimiento de 0 a 5%, exceptuando las franjas costeras que tienen de 5 a 10% o 10 a 20% debido a la presencia de suelos con algo grado de arcillas y limos. La cuenca es de tipo endorreica, lo que significa que no tiene una salida directa hacía el mar o hacia grandes cuerpos de agua superficiales.

El agua se infiltra principalmente en el suelo o se pierde por evaporación, la falta de corrientes superficiales hace que el flujo de agua se canalice principalmente hacia los acuíferos subterráneos, como sistemas de ríos subterráneos y cenotes.

Aguas Superficiales

Al no poderse desarrollar 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 forma de cavernosidades. Los cuerpos de agua que podemos encontrar en la región son principalmente costeros y los que se ubican en el interior se encuentran al sur de la Península, cuyo uso es principalmente doméstico, acuícola o recreativo.

Dentro de la Isla podemos identificar un sistema de corrientes resultado de la acción del oleaje sobre una ramificación de la corriente proveniente del Caribe, que pasa a través del canal de Yucatán internándose en el Golfo de México, donde por la influencia de los vientos y el oleaje que provocan, generan una tendencia Este a Oeste respecto a su dirección. Se encuentra delimitada por canales naturales separando la zona poblada al Oeste, estos son el Río Kuká en punta Mosquito y el canal de Santa Paula cerca de Cabo Catoche en el extremo Este.

La hidrografía del área de estudio está estrechamente vinculada con los ecosistemas acuáticos costeros, como los mangles, estuarios, y sistemas de lagunas, que son fundamentales para la biodiversidad local.

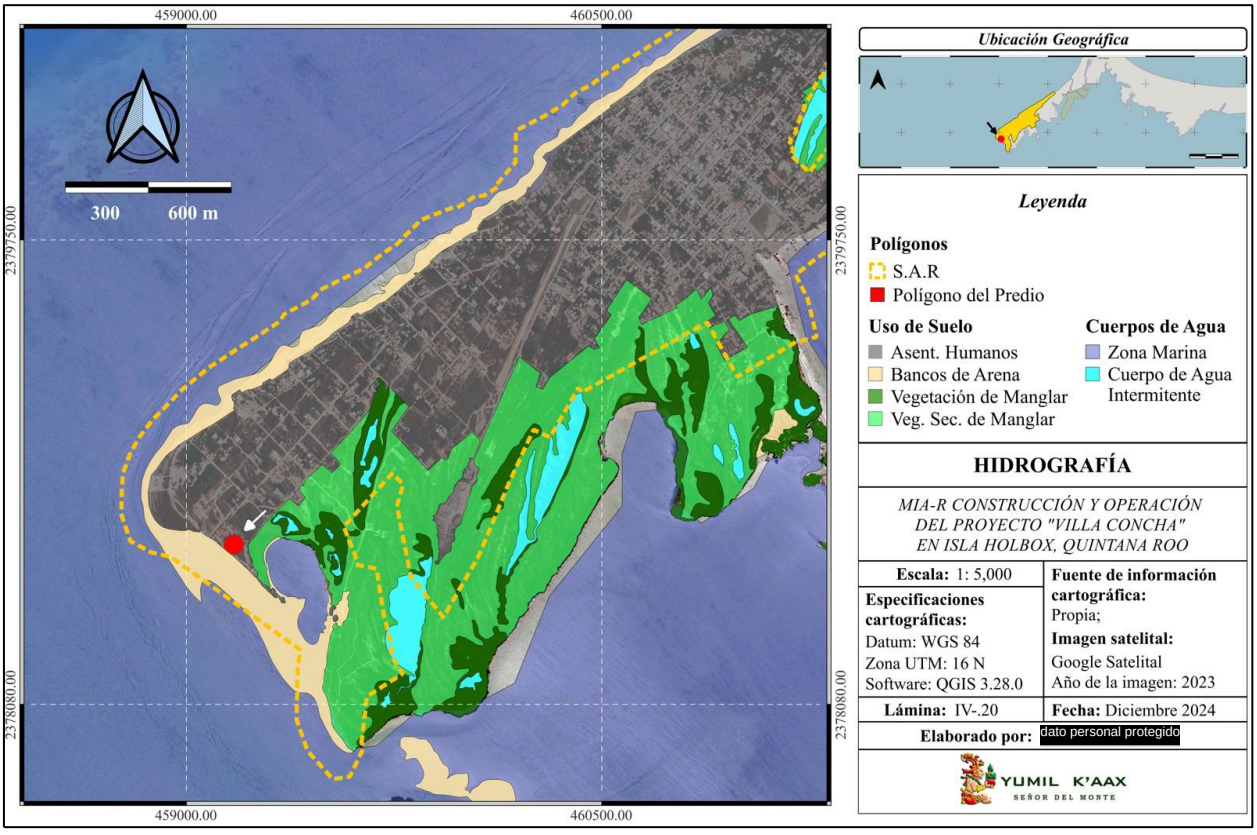


Lámina IV.22. Localización de los cuerpos de agua intermitentes propios de la Isla.

Los ecosistemas costeros no solo proporcionan hábitats importantes para especies de aves y peces, sino que también actúan como filtros naturales de agua. Asimismo, dentro de la isla se generan arroyos y cuerpos de agua intermitentes durante las temporadas de lluvias que evidencian el terreno kárstico de la región.

Sistemas Lagunares

Las lagunas costeras son un rasgo fisiográfico principal de las costas de la Península de Yucatán, distinguiéndose por su alta productividad, atractivo escénico y biodiversidad (Herrera-Silveira, 2006). Son considerados como ambientes delicados por sus condiciones ambientales, las cuales son susceptibles a modificaciones hidrológicas, cambios en el uso de suelo y descargas de aguas residuales en zonas con perturbación antropogénica, reduciendo así los servicios ambientales que pueden ofrecer.

La laguna costera Yalahau (Conil), es un área de importante crecimiento, reproducción, reclutamiento y alimentación de diversos grupos de animales vertebrados e invertebrados (Aguilar et al., 2003). Tiene una extensión aproximada de 22 kilómetros de longitud en dirección este-oeste, con 8 a 9 kilómetros de ancho dirección norte-sur y un área cercana a los 275km^2.

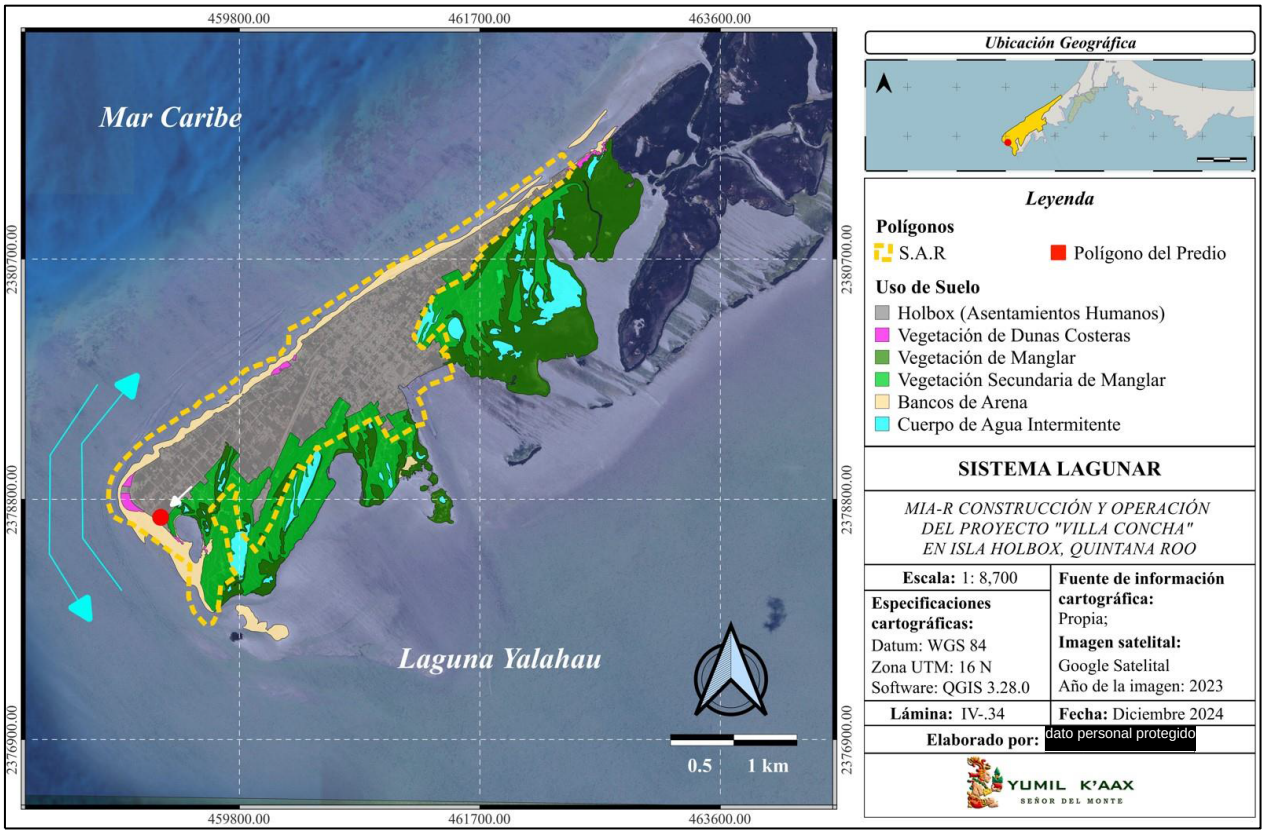


Lámina IV.23. Ubicación de la Laguna Yalahau, respecto al área de estudio. Las flechas azules representan el intercambio de aguas (salada y dulce) que se realiza a través del oleaje y las mareas.

La laguna Yalahau presenta peculiaridades, debido a que se encuentra en una zona de transición oceanográfica en la parte norte del estado de Quintana Roo, geográficamente forma parte del Golfo de México por su conexión con la barrera de arena que constituye a la Isla. En el año de 1994 es decretada como Área de Protección de la Flora (APFF), nombrándola "Yum-Balam" (Gómez, 1993). En el lado Oeste

mantiene comunicación con el mar, con un fuerte intercambio de mareas, con márgenes ubicados en el norte de la Isla Holbox y al sur del poblado de Chiquilá (Contreras, 1993).

Los cambios graduales en sus variables físico-químicas durante la temporada de secas son influenciados por un canal amplio que comunica al sistema lagunar con el mar, durante la época de lluvias presenta discontinuidades en dos regiones debido a la concentración de nutrientes, sobrepasando los límites máximos permisibles en la concentración de nutrientes, no recomendable para su uso recreativo o el contacto directo (Cervantes et al., 2015).

Aguas Subterráneas

En Quintana Roo, se identifican tres acuíferos, que por el origen geológico de la zona son del tipo kárstico, sin embargo, para fines prácticos la CONAGUA los considera como una sola unidad de donde se extrae el 100% de las aguas subterráneas para todos los usos. Producto de las condiciones kársticas del acuífero, se forman los cenotes, las cuevas secas e inundables, que son tan particulares de la región. Algunos factores que derivaron a estas condiciones fueron, el clima, las condiciones meteorológicas, las condiciones estratigráficas vinculadas a los sedimentos originales, entre otras.

En general, el acuífero de Quintana Roo es altamente vulnerable a la contaminación, debido al gran fracturamiento y abundancia de oquedades de disolución de las rocas que lo constituyen, su alta conductividad hidráulica, el escaso espesor de los suelos y de la zona no saturada, propician la casi inmediata respuesta del medio hidrogeológico al agente externo (aguas residuales, agroquímicos, efluentes industriales y materia orgánica); asimismo, el acuífero es susceptible a degradación por el movimiento de la interfase salina a consecuencia de cualquier variación en las condiciones de flujo (entradas y salidas) del agua a su interior. Por ello, es importante aplicar medidas de manejo ambiental para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas.

El acuífero se explota por medio de cientos de captaciones, la mayoria de las cuales están emplazadas en las porciones del centro oriental y norte de la región, agrupados en 11 zonas de explotación que comprenden el 40% de la superficie estatal, con un balance geohídrico positivo desde el punto de vista cuantitativo.

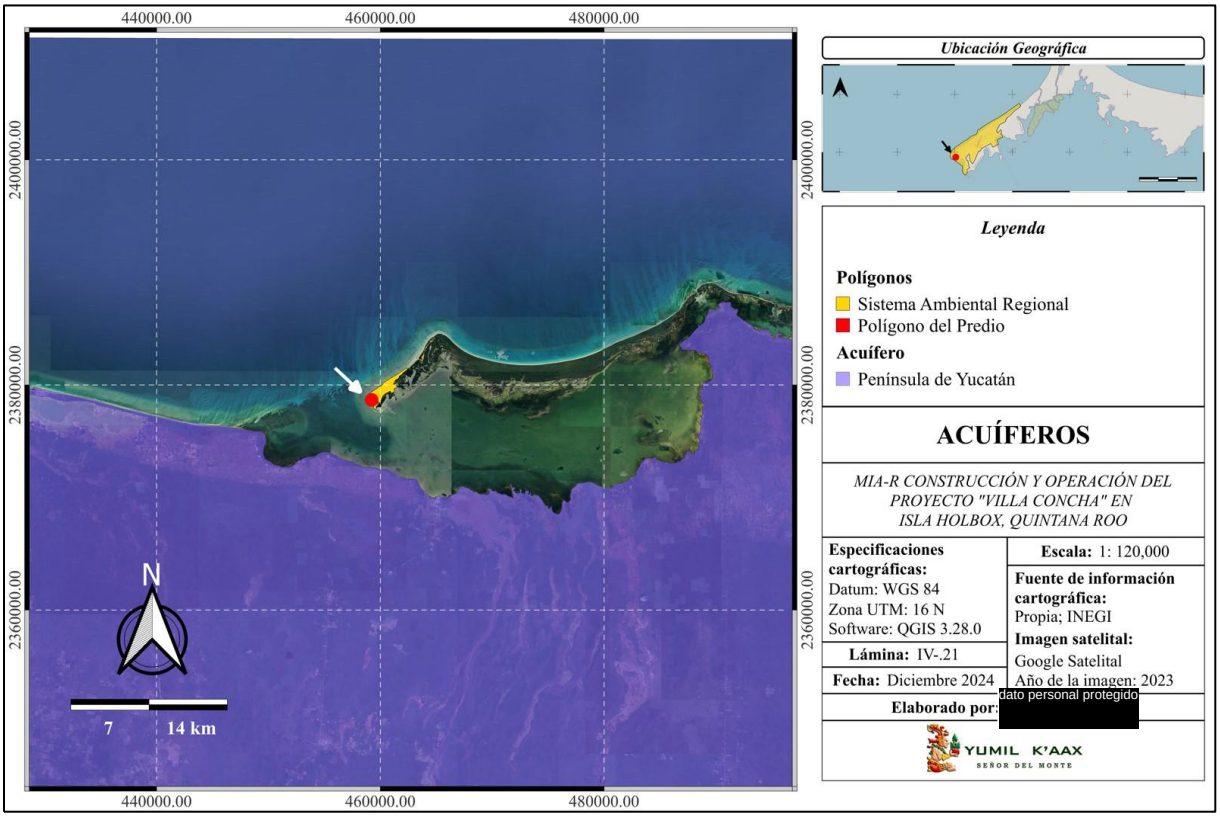


Lámina IV.24. Ubicación del SAR, respecto al área de explotación del acuífero.

Unidades Geohidrológicas

De manera general, las unidades geohidrológicas están constituidas por uno o varios tipos de roca, cuyas características fisicoquímicas le permiten en diferente grado, almacenar y transmitir el agua al acuífero. Estas se clasifican con base en su rendimiento y posibilidad de captación de agua. Para conocer las unidades geohidrológicas presentes en el SAR, se utilizó la información de la Carta de Aguas Subterráneas F16-8 Escala 1: 250,000 Serie I Cancún (INEGI).

Por lo tanto, dentro de la región correspondiente a la isla y los alrededores del sistema lagunar, se identificaron las siguientes unidades geohidrológicas:

- **Material consolidado con posibilidades altas:** Se encuentra distribuido en toda la región aglomerándose en la zona continental y está constituida por calizas de texturas medias. Presenta cavernas de disolución, lo que aumenta su permeabilidad secundaria, su acuífero se recarga por la infiltración directa del agua de lluvia. La calidad del agua extraída es tolerable, a excepción de la zona costera donde el agua tiene un grado de salobridad (agua salada y dulce).

- **Material consolidado con posibilidades medias:** Formada por calizas del Cuaternario de texturas gruesas, presenta estratos masivos a delgados, con una abundante presencia de fósiles, fracturamiento escaso y con cavernas de disolución; su permeabilidad es de moderada a alta. Por su posición estructural y su cercanía al mar es una zona sujeta a inundaciones y presenta agua salobre.
- **Material no consolidado con posibilidades bajas:** Ubicado en las zonas lagunares, palustres, litorales, fluviales y áreas de inundación; se compone por depósitos detríticos cuaternarios formados por arcillas, limos, arenas, gravas, un alto porcentaje de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no son capaces de conformar acuíferos.

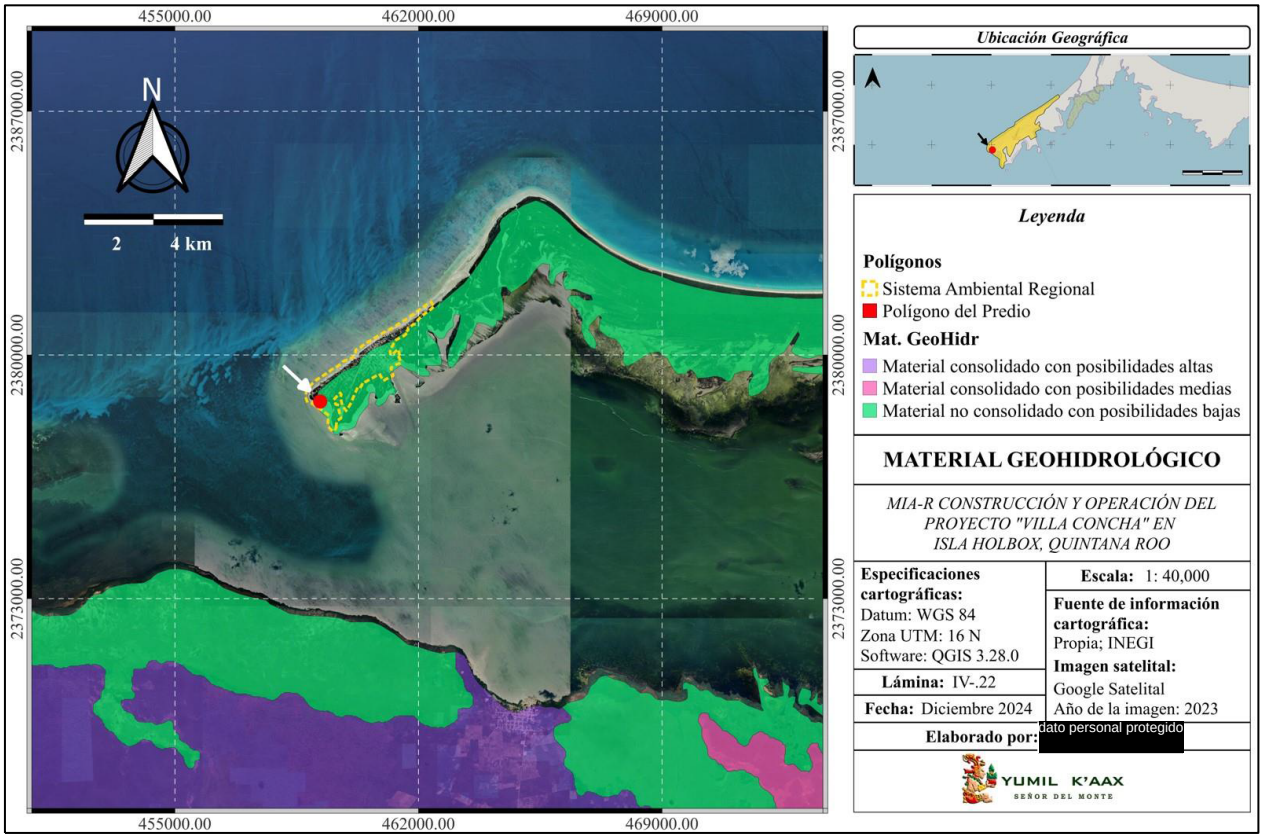


Lámina IV.25. Unidades geohidrológicas de la región donde se ubica el SAR.

Cabe señalar, que dentro de la superficie del SAR solo se identificó la unidad de material no consolidado con posibilidades bajas, lo que es congruente con la morfología y características de la isla. Asimismo, el nivel del manto freático por precipitaciones o eventos extremos, provoca inundaciones en los canales internos de la isla, generando zonas inundables que dan lugar a cuerpos de agua intermitentes.

IV.2.1.7. Riesgos, Peligro y Vulnerabilidad

El riesgo natural es la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita se vean afectados por un fenómeno natural de carácter extremo. La catástrofe es el efecto perturbador que provoca sobre un territorio un episodio natural extraordinario y que a menudo supone la pérdida de vidas humanas.

El concepto de desastre alude al impacto de deterioro que sufre la economía de una región y el drama social provocado por la pérdida de numerosas vidas (Olcina y Ayala, 2002; Birkmann & Winser, 2006), cuando las consecuencias de dicho episodio alcanzan una magnitud tal que ese territorio necesita ayuda externa en alto grado. En el estudio de los desastres, el análisis de los factores determinantes (peligros o amenazas) y de la vulnerabilidad (socio-ambiental) permite determinar el riesgo local ante fenómenos extraordinarios (Palacio, 2004; Frausto, 2008; Ihl *et al*., 2007).

El estudio de los riesgos se aborda de acuerdo con los fundamentos teóricos y metodológicos de cada ciencia. Las ciencias naturales, con base en los parámetros geológicos, geofísicos, biológicos, climáticos y ecológicos proporcionan elementos básicos para el conocimiento de la génesis, evolución, dinámica y ciclos de ocurrencia de los peligros (amenazas) naturales que inducen a situaciones de desastre.

La vulnerabilidad de cualquier sistema es una función de la sensibilidad de ese sistema para cambiar su grado de respuesta y el grado que puede adaptar o absorber ese cambio. En los que los ecosistemas costeros naturales de Quintana Roo se presentan esta capacidad, ante el incremento en el nivel del mar y por la reorganización de la dinámica física de los materiales sedimentarios a largo plazo (Pilkey y Cooper, 1994).

"El análisis de riesgo y desastre provocado por fenómenos naturales peligrosos donde el agente, proceso y factor determinante son los aspectos hidrometeorológicos y climáticos tiene tres fases" (Ramos, 2010; Frausto, 2010; Frausto, O. 2008; Palacio, *et al*. 2005; Olcina y Ayala, 2002). Por lo que es necesario definir y conceptuar a la amenaza como un fenómeno de la naturaleza o humano que afecta directa o indirectamente a una comunidad, y depende del grado de probabilidad de ocurrencia en cierto lugar y en un intervalo de tiempo (Wilches, 1993). Las amenazas se caracterizan por su magnitud, contraste espacial y patrón temporal; también existen otras clasificaciones de la amenaza que se centran en la génesis: naturales, por acciones bélicas, tecnológicas y por negligencia humana.

El estudio de los fenómenos peligrosos extremos vinculados con los eventos hidrometeorológicos y climáticos, permite dar instrumentos de la gestión de riesgo, entendida como la capacidad de los actores sociales de desarrollar y conducir una propuesta de intervención consistente, concertada y planificada para prevenir, mitigar o reducir el riesgo existente de una localidad**.** Los cambios en la morfología de las zonas costeras son el resultado de la influencia de muchos procesos, siendo uno de ellos el aumento en el nivel del

mar. Entre los procesos más importantes se puede mencionar el balance entre el aporte y la remoción de sedimentos, el transporte litoral de sedimentos, la incidencia de eventos extremos y los movimientos verticales de la corteza terrestre.

Los cambios en el nivel del mar medidos en una localidad son la respuesta a una gran variedad de fenómenos, como las mareas; los seiches; las corrientes costeras; los fenómenos meteorológicos de escala sinóptica como nortes y huracanes; los fenómenos oceanográficos de gran escala como el fenómeno de El Niño; variaciones interdecadales como la oscilación decadal del Pacífico; condiciones oceanográficas que son la respuesta a fenómenos que se originan lejos de la zona de influencia, como las ondas atrapadas a la costa; los tsunamis; los movimientos verticales de la corteza terrestre; los cambios en la presión atmosférica y, por supuesto, la señal del cambio del nivel del mar debida al calentamiento global del planeta.

Las condiciones climáticas varían como resultado de la radiación solar, la inestabilidad atmosférica o incluso, por actividades antropogénicas como el cambio de uso de suelo y la quema de combustibles fósiles, por lo que los cambios climáticos atribuibles a causas naturales en una escala temporal mayor a los cambios observados actualmente rebasan la capacidad de los sistemas naturales de recuperarse y adaptarse.

Riesgos y Peligros de Origen Geológico

Debido a las características geológicas y al casi nulo relieve de la región, el riesgo ante fenómenos de origen geológico se considera bajo. Asimismo, no existen fallas activas que generen movimiento en el terreno y no se presentan elevaciones cercanas que pudieran generar un deslizamiento de tierra. Sin embargo, por la constitución kárstica de la isla, se forman estructuras (cavernas, grutas, hundimientos, cenotes, dolinas, entre otras) de diversos tamaños las cuales podrían colapsar por un debilitamiento estructural.

Tabla IV.15. Clasificación de los peligros y riesgos de origen geológico.

Peligro	Características	Presencia en el SAR
Fallas y Fracturas	EL SAR se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la península de Yucatán, sus características son diferentes a las del resto de nuestro país, tanto en lo que hace a la uniformidad de su superficie, como a las persistentes formaciones kársticas (calizas) que le cubren y a la ausencia de corrientes. La Provincia de Yucatán es una masa compacta a la que no se le han encontrado fracturas tectónicas. Se considera que está formada por rocas sedimentarlas cretácicas, que descansan en formaciones terciarias y que no han recibido movimientos orogénicos notables. Sólo a partir del plioceno se manifestaron esfuerzos epirogénicos generales con algunos movimientos de inmersión y de emersión, esto último es aún perceptible, como ocurre en puerto Progreso, donde en 110 años el mar se ha retirado aproximadamente 200 m.	No se han registrado antecedentes de fallas geológicas que impacten a la isla o hayan impactado el municipio.

Peligro	Características	Presencia en el SAR
Sismos	La península de Yucatán es una zona considerada históricamente libre de temblores, podría ser incluida en breve en la lista de las regiones del país con actividad sísmica. Una reciente reanudación del movimiento rotativo de la Península (un fenómeno que se creía había cesado hace miles de años) podría ser la causa de la ocurrencia en la zona de los temblores presentados en los últimos cuatro años. En la Península los temblores no ocurren con frecuencia, pero si podemos decir que hay sismicidad de vez en cuando (Servicio Sismológico Nacional), debido a las repercusiones de otros sismos que ocurren en el centro del país o en Centroamérica, pero con epicentro fuera del territorio peninsular. La ausencia de procesos tectónicos pasados y presentes dificulta la explicación de un fenómeno sísmico en la región. Es por ello que no se analizará con mayor detalle, ya que al no existir antecedentes significativos se define que este fenómeno no sea significativo en la región.	No se han encontrado registros de sismos que impacten significativamente a la región.
Tsunamis o Maremotos	A pesar de la ubicación geográfica del SAR, este no está considerado dentro de la zona de tsunamis, durante los meses de enero y febrero del 2010, se recibieron 12 alertas sobre la presencia de fenómenos de este tipo en el municipio isla, según el capitán de Puerto, Ismael González Gil, a raíz del temblor de Haití, registrado el pasado 12 de enero del mismo 2010. La probabilidad de la presencia de este tipo de fenómenos en esta zona es muy baja, no se deja de monitorear los movimientos marítimos, a través del mareógrafo instalado para ese fin en la capitanía de puerto local.	No se han encontrado registros de este fenómeno, que impacten significativamente a la región.
Vulcanismo	La Península de Yucatán se localiza fuera de la principal franja continental de actividad tectónica y volcánica, es por ello que la actividad volcánica es nula. El área geográfica ocupada por el SAR, presenta una gran planicie con una leve inclinación no mayor del 0.01 % con pendiente de dirección Oeste hacia el Mar Caribe, en la cual no se encuentran elevaciones de importancia.	Debido a la ubicación geográfica, así como las características del relieve, el SAR no presenta riesgo o vulnerabilidad ante fenómenos de vulcanismo.
Deslizamientos	En el territorio no se presentan elevaciones del terreno significantes que pudieran ocasionar deslizamiento. Además de esto, el SAR se ubica sobre una masa compacta de tierra la que no se le han encontrado fracturas tectónicas, por lo que no es susceptible de sufrir deslizamientos.	Este tipo de fenómeno natural se descarta como generador de riesgo y vulnerabilidad en el SAR.
Derrumbes	El SAR no se encuentra dentro o cerca de un área montañosa, por lo que no es susceptible a sufrir derrumbes.	Por la ubicación geográfica este fenómeno natural, se descarta como generador de riesgo y vulnerabilidad en el SAR.
Flujos	Las características geológicas e hidrológicas de la Península permiten reconocer cuatro zonas geohidrológicas en el estado de Quintana Roo, en el que la microcuenca se encuentra dentro de la zona geohidrológica conocida como Planicie Interior; siendo la dirección del flujo del agua subterránea	En la Isla no se presentan flujos de corrientes superficiales o subterráneas. Sin embargo, se identificaron áreas semipermeables que forman los

Peligro	Características	Presencia en el SAR
	hacia el Norte. Las características de esta caliza marina de esta planicie en la microcuenca dan lugar a un gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad en la zona por lo que en su superficie caliza se presenta la percolación de las aguas de lluvia y la presencia de una zona de saturación con mayor o menor velocidad de circulación, ocasiona que las aguas desagüen en el mar. La ausencia de corrientes superficiales que son características geográficas del estado de Quintana Roo, se debe a la alta permeabilidad del suelo, debido a que un porcentaje muy elevado del agua pluvial se infiltra a las capas inferiores, creando corrientes subterráneas, las cuales se reflejan a través de cenotes, lagunas y aguadas. No obstante, existen áreas impermeables que permiten la formación de llanuras de inundación, las cuales permanecen temporal o permanentemente inundadas (Merino y Otero, 1983; INEGI, 2002).	sistemas lagunares de las Salinas y un flujo intermareal con la Laguna Yalahau.
Hundimientos	Un hundimiento de tierra se refiere a un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas aclinales o de muy baja pendiente. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad. Si el movimiento vertical es lento (metros o centímetros/año) y afecta a una superficie amplia (km^2) con frecuencia se habla de subsidencia. Si el movimiento es muy rápido (m/s) se suele hablar de colapso. Las causas de la subsidencia pueden ser, entre otras: • La respuesta de los materiales geológicos ante los esfuerzos tectónicos distensivos, por ejemplo, ante la formación de fosas tectónicas o "grabens" que con el tiempo pueden dar lugar a rifts. • La respuesta de los materiales geológicos ante los esfuerzos tectónicos localmente distensivos en un marco de tectónica epidérmicos con juegos de fallas superficiales con trazados flexionados, por ejemplo, en cuencas de tipo "pull-apart". • Reajustes litosféricos por isostasia, por ejemplo, al final de una colisión continental tras el cese del levantamiento cortical o fin de la formación de un orógeno. • Las variaciones en el nivel freático o en el estado de humedad del suelo, por ejemplo, como consecuencia de la explotación de acuíferos. • La actividad minera subterránea, por ejemplo, tras el abandono de galerías subterráneas.	En el municipio de Lázaro Cárdenas no se han registrado casos de este fenómeno, impidiendo un diagnóstico o análisis. Sin embargo, en la Isla Holbox, existe una compactación de los sedimentos, en las áreas urbanas, lo que significa que, el fenómeno se pudiera generar por actividades humanas a largo plazo.
Erosión Marina	La parte del acuífero que subyace a la microcuenca se le considera como libre, en los cuales los primeros 50 m de profundidad están constituidos por calizas fosilíferas que alternan con delgadas capas de calizas densas recristalizadas y margas calcáreas, probablemente equivalentes a la	El área donde se ubica el SAR cuenta con un litoral costero constituido por depósitos de arena; por ello, las playas están más expuestas a procesos de acreción y erosión.

Peligro	Características	Presencia en el SAR
	formación Carrillo Puerto, que han sido interpretadas como caliche (Buckley *et al.*,1994). La baja porosidad de las capas ha sido inferida, basada en la elevada resistividad de estas. Se cree que estuvieron expuestas en la superficie, dando oportunidad a que los procesos que forman este tipo de roca estuvieran activos. La SARH (1989), reporta la presencia de gruesas capas de margas, lutitas y calcarenita coquinoidea pulvurenta a profundidades de 150 m. Las líneas costeras están en proceso constante de mutación por acción de las olas que es particularmente intensa durante las marejadas causadas por las mareas y durante las tempestades. La costa es básicamente erosiva la cual se caracteriza por presentar una plataforma consolidada, zonas con arenas finas y salientes rocosas. Las unidades carbonatadas que constituyen el subsuelo de Quintana Roo y sus alrededores comprenden un acuífero libre de doble porosidad, el cual tiene una litología que varía de coquinas a calcilutitas blanquecinas bien cementadas, parcialmente recristalizadas de caliza detrítica.	Dentro de la Isla se han identificado zonas que reportan una tasa significativa de erosión, así como áreas donde la acreción ha cambiado radicalmente la morfología de la línea de costa.
Erosión Costera	El Peligro y Riesgo por Erosión costera en el SAR se clasificaron en 3 categorías: Alto, Muy Alto y Sin Riesgo. Para este caso, considerando la infraestructura hotelera de la zona costera la zona podría considerarse con Vulnerabilidad Alta. De acuerdo con los estudios de la erosión costera en Cancún y la Riviera Maya la salida de sedimentos por transporte litoral es mayor y no presenta entrada de sedimentos al sistema por lo que la recuperación natural de la zona de playa es baja o nula. La erosión costera es un fenómeno originado por la relación entre los procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentarios con la morfología costera y con la batimetría del fondo del área cerca de la costa, y se manifiesta como un retroceso de la línea de costa. Este fenómeno ocasiona preocupación a los gobiernos y asociaciones civiles de todos los países costeros. Por una parte, las zonas costeras se encuentran, por lo general, sometidas a demandas competitivas respecto del uso del espacio, y por otra, a las transformaciones de la línea de costa por procesos geológicos naturales. Los cambios en la línea de costa se encuentran relacionados con la dinámica del agua en la superficie y al interior de la corteza terrestre. Esta puede deberse, en parte, a las inundaciones lentas en planicie y las inundaciones súbitas de alta pendiente o de régimen torrencial y el anegamiento de zonas bajas por el aumento inusitado de volúmenes de agua o caudal.	En el caso del SAR la erosión en la línea de costa se debe, principalmente, a los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos, que como consecuencia conllevan sedimentación, salinización, desertificación y sequías, que influyen en la transformación de la línea de costa. En otras palabras, cuando la fuente principal de sedimento que se incorpora a la costa se reduce o deja de facilitar material, el mar sigue transportando material a lo largo de la costa que lo de toma de la playa, y causa erosión sino llega material de reposición. En la isla el área litoral se ve afectada todo el año, principalmente en los meses de la temporada de huracanes, debido a inundaciones generalizadas en la zona costera a causa del oleaje provocado por lluvias fuertes o vientos huracanados.

Peligro	Características	Presencia en el SAR
Erosión Kárstica	Este tipo de erosión se refleja en las rocas situadas por encima de las aguas subterráneas, puede provocar el hundimiento del techo de la gruta y dejarla al descubierto. Estas formaciones son características de la península de Yucatán y reciben el nombre de cenotes. Se han encontrado cenotes, pero no todos se encuentran registrados en la microcuenca; sobre todo de se han encontrado pequeñas cavidades de poca profundidad, que van apareciendo en el proceso de urbanización.	Es necesario un estudio de mecánica de suelos exhaustiva para determinar la existencia o no de cavidades significativas que presenten algún riesgo a los posibles habitantes de unidades particulares a establecer. En el caso del predio no se identificaron cavidades o canales subterráneos

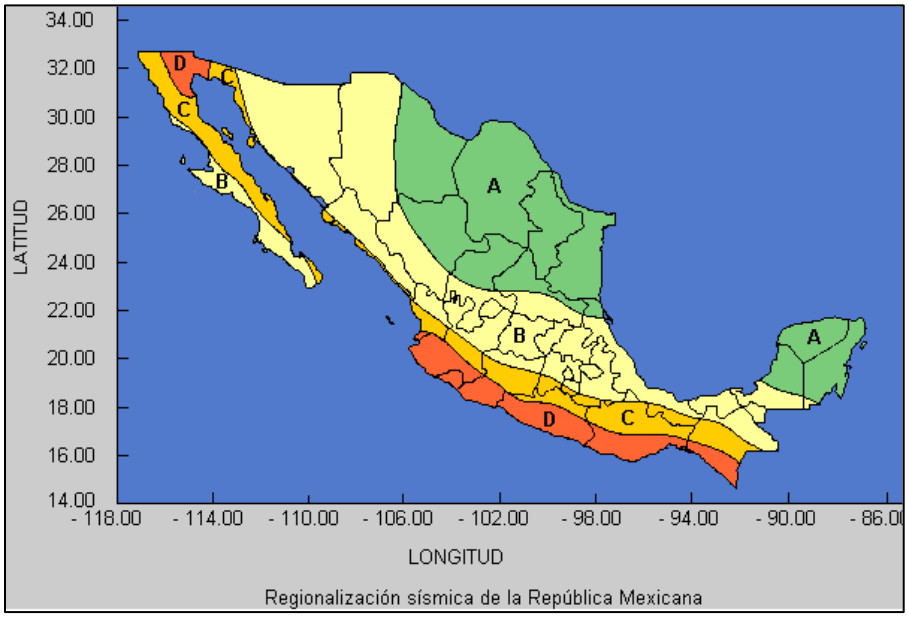


Figura IV.8.- Regiones Sísmicas en México. Zona A sin registros históricos de sismos. Zonas B y C son intermedias, se registran sismos no tan frecuentemente o afectaciones por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Zona D se han reportado grandes sismos históricos, ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Riesgos y Peligros de Origen Meteorológico

Debido a que el proyecto se desarrollará dentro de una isla, las afectaciones por fenómenos meteorológicos serán las que tengan mayor relevancia. En general, todas las localidades del estado de Quintana Roo presentan algún grado de vulnerabilidad ante fenómenos como las sequías, ciclones, huracanes, inundaciones, entre otras.

De acuerdo con el "*Diagnostico de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático del Destino Turístico de Holbox, Quintana Roo"*, elaborado por la Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. (ANIDE, 2018), los ecosistemas costeros dentro de la isla muestran una alta vulnerabilidad ante el cambio climático,

siendo la exposición a mareas de tormenta y los procesos erosivos en la costa las principales amenazas. Asimismo, el impacto antropogénico sobre los ecosistemas por el cambio de uso de suelo, contaminación del manto freático y el desplante de obras en sitios vulnerables, afectan los ecosistemas costeros.

Los procesos de acreción y erosión afectan de manera significativa algunas zonas de playa, en donde el índice de vulnerabilidad costera (IVC), registró áreas de "Muy Alta" vulnerabilidad en el extremo NE, donde existen bocas de canales intermareales que presentan procesos erosivos y en la parte NE del área urbana, resaltando el área de espigones al SW de la población y en Punta Cocos, asociando esta vulnerabilidad a la pérdida de playa.

A continuación, se presentan los principales riesgos y peligros de origen meteorológico para la región:

- **Ciclones (Huracanes y Ondas Tropicales)**

Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida, cuando las temperaturas del mar son del orden de 26° C. Las regiones donde se originan los ciclones se les conocen como zonas ciclogenéticas. Los que llegan a México provienen de la sonda de Campeche, Golfo de Tehuantepec, Caribe (alrededor de los 13° latitud norte y 65° longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12 grados latitud norte y 57 grados longitud oeste). Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia.

Los ciclones tropicales como fenómenos naturales cuentan con aspectos destructivos que permiten su clasificación de acuerdo a su intensidad, así como llevar a cabo planes de prevención en caso de ocurrencia.

Tabla IV.16. Aspectos de la escala Saffir-Simpson.

Categoría	Presión central (milibares)	Marea de tormenta (metros)	Vientos (km/h)	Afectaciones potenciales
1	>980	1.2-1.5	119-153	Daños a casas móviles, árboles y arbustos y señalizaciones débiles. Daños menores por inundaciones en carreteras costeras. Daños leves en muelles y no significativos en edificios.
2	965-979	1.6-2.4	154-177	Daños en viviendas (puertas, ventanas y algunos techos). Daños considerables a arbustos y árboles, casas móviles, señalizaciones y muelles. En zonas costeras se pueden presentar inundaciones y las embarcaciones menores pueden presentar amarres rotos.

Categoría	Presión central (milibares)	Marea de tormenta (metros)	Vientos (km/h)	Afectaciones potenciales
3	945-964	2.5-3.6	178-209	Daños estructurales en construcciones, daños, así como a árboles y arbustos (caída de árboles de gran tamaño). Destrucción de casas móviles y señalizaciones. Las zonas costeras pueden inundarse de 3 a 5 horas previas a la llegada del centro del fenómeno provocando la destrucción de estructuras pequeñas. El oleaje daña las grandes estructuras. De igual manera, la inundación de las zonas costeras alcanza hasta 1.5 sobre el nivel de mar y el agua penetra hasta 13 km mar adentro.
4	920-944	3.7-5.5	210-249	Daño estructural en construcciones, árboles, arbustos y señalizaciones completamente arrancados. Destrucción de casas móviles Daño en viviendas (puertas y ventanas). Zonas costeras inundadas con daños en pisos bajos de las construcciones cercanas a la costa. Se alcanza un aumento del nivel del mar de hasta 3m por lo que es necesario evacuar las áreas residenciales de hasta 10 km tierra adentro.
5	<920	>5.5	>249	Daño total de techos en construcciones. Fallas totales en los suministros de agua y energía. Todos los árboles, arbustos y señalizaciones completamente arrancadas. Destrucción total de casas

Tabla IV.17-. Aspectos destructivos de los ciclones tropicales.

Aspectos destructivos	Características
Viento	Es el factor distintivo de un ciclón tropical diferenciándolo de las tormentas severas. Este factor es causante de manera directa o indirecta de otras amenazas como el oleaje, la marea de tormenta y la precipitación pluvial. Es también un aspecto que se toma en cuenta para la clasificación de la evolución e intensidad de estos fenómenos, siendo utilizada la velocidad máxima sostenida de los vientos como el punto clave. A diferencia de los tornados, los fenómenos que presentan las mayores intensidades de viento que, en ocasiones, sobrepasan velocidades de 300 km/h. En el caso del huracán Gilberto el viento alcanzó una velocidad máxima en ráfagas de 280 km/h y una velocidad máxima sostenida de 210 km/h. Conocer la velocidad de los vientos toma importancia durante las medidas de prevención ya que nos prevén del daño potencial que pudieran presentarse.
Marea de tormenta	El efecto menos conocido entre la población y aún a nivel técnico en nuestro país, es la marea de tormenta o sobreelevación del nivel medio del mar (más de 1 metro) cuando un ciclón tropical se acerca a la costa. La marea se agrega al oleaje que físicamente se está produciendo en el momento que se aproxima el huracán y por esta razón no es tan obvio percatarse de la existencia de dicha sobreelevación por lo que simplemente se reportan olas que tienen mayores alcances tierra adentro. El principal efecto de la marea de tormenta es la inundación de las zonas costeras con agua de mar que, dependiendo de la topografía, puede llegar a cubrir franjas de varios kilómetros.

Aspectos destructivos	Características
Oleaje	Como se mencionó anteriormente el oleaje es causado principalmente por el viento, cuando este sobrepasa la superficie del agua, la fuerza de fricción ocasiona que se formen ondas. La altura que el oleaje pudiera alcanzar está definida por la fuerza del viento, la distancia que mantiene y su duración. La gran intensidad y extensión del campo de vientos generan fuertes oleajes que, al trasladarse pueden afectar en gran medida inclusive por las zonas alejadas del punto de incidencia del huracán sobre la tierra. En México, los ciclones tropicales producen las condiciones de oleaje más severas y, por lo que no es conveniente la navegación en esas condiciones y se considera en el diseño de las obras de protección costeras. El huracán Wilma del 2005 registró vientos sostenidos de 220 km/h y rachas de hasta 2070 los cuales provocaron olas de 10 metros de altura e inundaciones de hasta 8 msnm en Cancún y Playa del Carmen. Las olas del mar atravesaron la playa y zona hotelera hasta llegar a la laguna Nichupté
Precipitación	En algunas ocasiones, los ciclones tropicales producen lluvias intensas o por el contrario pueden atravesar la región sin causar efectos significativos. Lo anterior dificulta el trabajo al momento de relacionar la cantidad de lluvia con la intensidad del ciclón. La precipitación es un factor importante para la economía agrícola, especialmente en las regiones semiáridas de México ya que la lluvia contribuye de manera significativa los niveles de las reservas de agua que se requieren para la producción de los alimentos. La mayor precipitación en toda la historia se registró durante el paso del huracán Wilma del 2005.

La Península de Yucatán está directamente influenciada por la presencia de fenómenos meteorológicos como los huracanes, estos se presentan durante la época del verano y otoño, en los meses de mayo a noviembre se presentan con mayor incidencia, que generalmente siguen una dirección este-oeste y que, al acercarse a la Península, toman un rumbo cercano al noreste liberándose para internarse en el Golfo de México a través del canal de Yucatán.

De los huracanes de gran magnitud que han impactado la península, destaca el paso del Huracán Gilberto (septiembre de 1988), con ráfagas de vientos mayor a los 250 km/h, considerado categoría 5, en la clasificación del Zafiro/Simpson como la escala más alta. Otros huracanes que han impactado la península de Yucatán fueron Opal en 1995, Diana en 1990 (categoría 3), Roxanne en 1995 (categoría 3) e Isidoro en 2002 (categoría 3).

En los últimos años, los huracanes que han afectado las costas de Quintana Roo por su cercanía a la Península fueron Iván en Agosto 2004, provocando la erosión de las playas, Emily en julio 2005 (categoría 3), causando serias afectaciones en las costas de la Riviera Maya y en particular entre Puerto Aventuras y Akumal, y por último Wilma en Octubre del 2005 (categoría 4), este último ocasionando graves estragos en toda la costa del Estado en especial en los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres, Solidaridad y Lázaro Cárdenas, ya que a pesar de no tener tanta velocidad como el Gilberto, permaneció cerca de 60 horas estacionado en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres ocasionando graves daños e inundaciones.

De acuerdo con los datos recabados en el Atlas de Riesgo del estado de Quintana Roo, el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales en los municipios circundantes al SAR, oscila entre muy alto y medio. Para el municipio de Lázaro Cárdenas, el grado al peligro por ciclones tropicales se mantiene en un rango muy alto, esto es debido a las condiciones climáticas y la presencia de fenómenos extremos que son regulares en periodos concretos del año. Sin embargo, debido a las campañas de concientización y condiciones naturales tales como, el tipo de vegetación costera que funge como una barrera natural, mitigando los daños que se pudieran ocasionar en eventos extremos, la vulnerabilidad de la población ante estos fenómenos es baja.

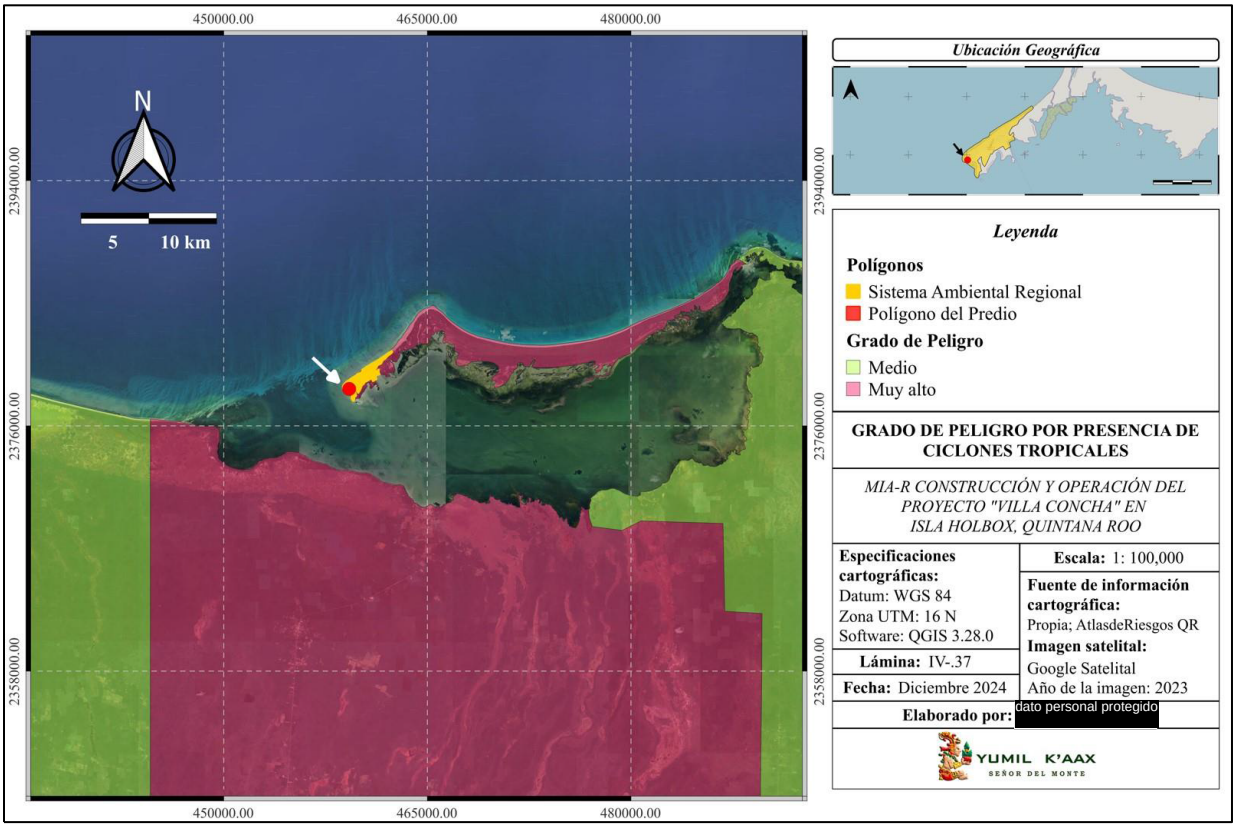


Lámina IV.26. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales en el municipio donde se sitúa el SAR.

- **Nortes**

Además de los ciclones, los "nortes" son otros fenómenos meteorológicos que se presentan afectando al Municipio, los cuales ocurren a finales del mes de noviembre, con el término de la temporada de huracanes, se caracteriza por estar formados de masas de aire polar de alta velocidad, provenientes del norte y noreste que alcanzan la península de Yucatán, durante el otoño e invierno, estos vientos llegan a alcanzar hasta los

100 km/h, provocando el descenso de la temperatura que generalmente se acompañan de abundantes lluvias, presentes desde los meses de noviembre a marzo.

Tabla IV.18. Clasificación de categoría, velocidad y vulnerabilidad.

Categoría	Velocidad Km/h	Vulnerabilidad
1	119-153	No provoca ningún daño efectivo a los edificios. Daños menores a arbustos y árboles. Algunas inundaciones de carreteras y costeras y daños leves a muelles.
2	154-177	Provoca algunos daños a los tejados, puertas y ventanas de edificios. Daños considerables a la vegetación, casas y muelles. Las carreteras costeras se inundan dos horas antes de la entrada del centro del huracán.
3	178-209	Provoca algunos daños estructurales a pequeñas residencias y construcciones auxiliares, con pequeñas fisuras en los muros. Las inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas y los escombros flotantes dañan a las mayores. La erosión y el transporte de objetos se incrementan.
4	210-250	Provoca fisuras más generalizadas en los muros, con derrumbe completo de toda la estructura del techo de las viviendas pequeñas. Las inundaciones de los terrenos planos debajo de tres metros situados a 10 kilómetros de la costa. La erosión es muy fuerte en las playas.
5	> 250	Derrumbe total de los techos en muchas residencias y edificios. Algunos edificios se desmoronan y el viento se lleva las construcciones. Los daños son graves en los pisos bajos de todas las estructuras. La erosión de las playas y la remoción en masa del relieve son muy elevadas.

La vulnerabilidad física está relacionada con el impacto de las lluvias y las consecuentes inundaciones, sobre todo, cerca de las costas. Los fenómenos son más intensos en otoño que en verano. Durante el verano las lluvias provocan erosión en las costas y en los litorales que actúan como barrera pluviométrica. Los cultivos tropicales cercanos a las costas se caen o se inundan. Las viviendas mal construidas se dañan por el exceso de humedad. Mientras que, en otoño, las lluvias se vuelven más copiosas por la manifestación de otros fenómenos que acompañan a las ondas tropicales.

- **Tormentas Eléctricas**

Fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos y sus efectos sonoros en la atmósfera terrestre. El tipo de nubes meteorológicas que caracterizan a las tormentas eléctricas son las denominadas cumulonimbos. Las tormentas eléctricas por lo general están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces nieve, granizo, o sin ninguna precipitación.

Las tormentas eléctricas fuertes o severas pueden rotar, en lo que se denomina super celdas. Mientras que la mayoría de las tormentas eléctricas se desplazan con la velocidad de desplazamiento promedio del viento

en la capa de la tropósfera que ocupan, cortes de viento verticales pueden causar una desviación en su curso de desplazamiento, en dirección perpendicular a la dirección de corte del viento. Pueden formarse dentro de las masas de aire de la convección del aire elevada, común en las tardes de verano, cuando se calienta la superficie. El efecto orográfico (a barlovento en las grandes montañas) puede estar asociados a los frentes, siendo más intensa en el caso de los frentes fríos. Las tormentas más fuertes se generan cuando el aire cálido y húmedo se eleva rápidamente, con velocidades que pueden alcanzar 160 Km/h.

En temporada franca de Huracanes y Tormentas Tropicales se pueden observar lluvias de moderadas a fuertes de entre 70 a 150 mm con vientos que corren del Norte al Noreste, de 25 a 35 Km/h, con rachas de 55 Km/h y con esto la producción de tormentas eléctricas. Esto puede fenómenos meteorológicos se pueden representar mediante las isoyetas o isohietas, la cual es una isolínea que une los puntos en un plano cartográfico que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo. De igual manera las isotermas son líneas con la misma temperatura que garantizan no tener condensaciones en las claraboyas o los lucernarios de las cubiertas ya que tienen un valor constante de temperatura.

- **Sequías e Incendios Forestales**

Debido a la ubicación del SAR, y sus condiciones climatológicas (velocidad, orientación del viento, humedad del ambiente, estaciones de canícula muy marcadas, etc.), se propicia que durante el verano se sufra de tormentas eléctricas, siendo estas en algunos casos el inicio de un incendio forestal.

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios de las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, generados por modificaciones en el albedo superficial, la existencia de una espesa capa de polvo en la atmósfera, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos y mares e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono, ocasionan variaciones espaciotemporales de las precipitaciones. El aumento de temperatura generado por el cambio climático, genera estrés sobre los ecosistemas, al aumentar la temperatura del suelo, lo cual generará mortandad de especies tanto marinas como terrestres.

Tabla IV.19. Clasificación de las sequías.

Tipo	Características
Meteorológica	Se presenta en un período de tiempo cuando la lluvia registrada es menor al promedio
Hidrológica	Se presenta en un período de tiempo cuando los escurrimientos tanto superficiales como subterráneos están por debajo del promedio
Agrícola	Se presenta en un período de tiempo cuando la humedad contenida en el suelo es insuficiente para producir una cosecha.

De acuerdo con la clasificación anterior, el tipo de sequía que se presenta en la región del SAR es del tipo meteorológica, debido a las marcadas épocas de secas que se presentan durante los meses de marzo, abril y mayo. Los registros de humedad relativa, indican que los valores máximos corresponden a los meses de julio a octubre, incrementando ésta en el mes de septiembre (época de lluvias), mientras que los valores más bajos corresponden a los meses de marzo, abril y mayo (época de secas).

En el municipio de Lázaro Cárdenas se registra un riesgo alto de peligro por la presencia de sequías, de acuerdo a la información del Atlas de Riesgo del Estado. Los valores de humedad relativa oscilan de 80 al 90%, aunque esto es un rasgo que puede cambiar debido a los cambios climáticos. La zona sur del municipio, es colindante con la zona agrícola y es la más vulnerable en cuanto a este fenómeno concierne, toda vez que en época de sequía no cuentan con las herramientas necesarias para combatir estos.

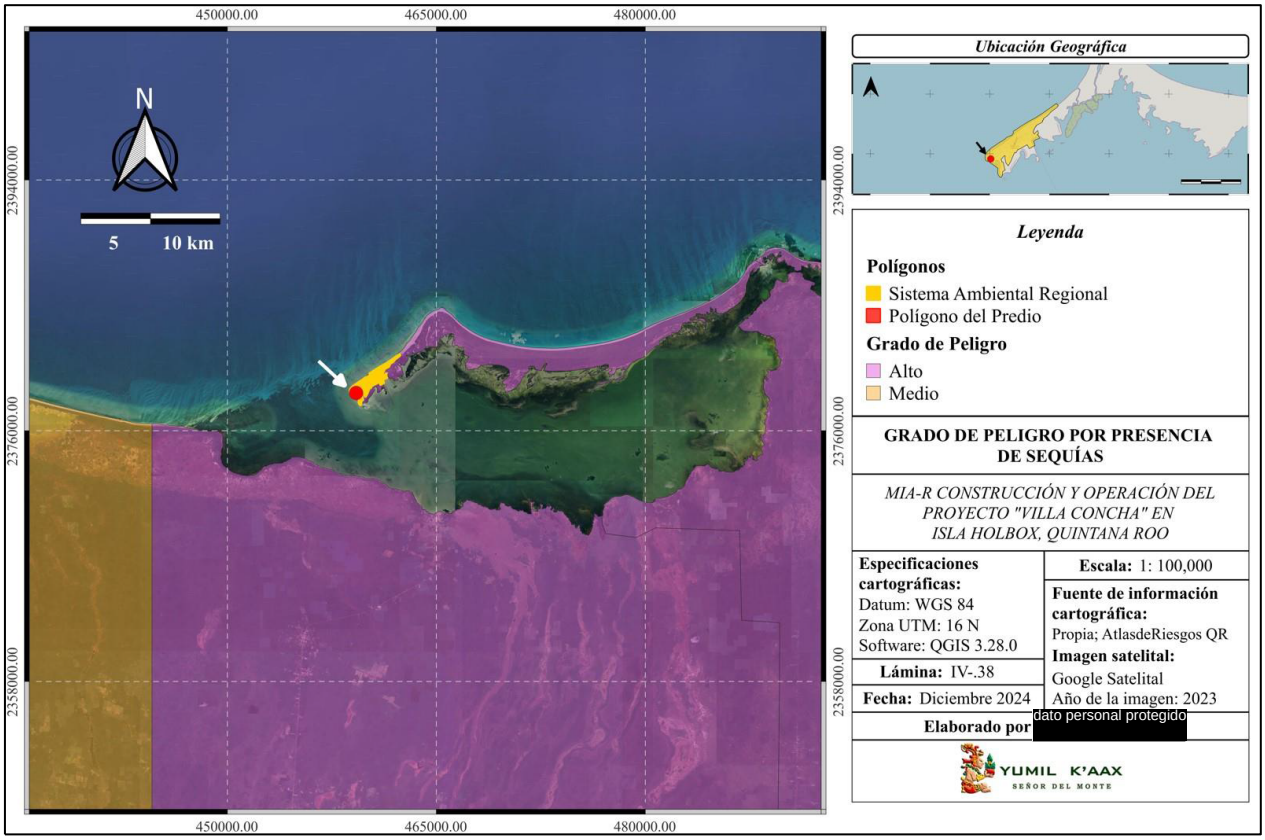


Lámina IV.26. Grado de peligro por sequía en el municipio donde se sitúa el SAR.

Dentro de la zona agrícola se encuentra la población asentada de Chiquilá, Solferino, Bravo Monte, San Ángel y el Edén (CENSO INEGI 2010), las rutas de evacuación terrestre por una única carretera Kantunilkin-Chiquilá y en la zona Insular por embarcaciones pequeñas, o los cruces de Ferri y las que carecen de servicio de energía eléctrica, agua potable, drenaje.

Los incendios forestales dependen de variables como: condiciones meteorológicas, tipos de vegetación involucradas, grado de humedad y carga de combustible consumido por unidad de área Los incendios forestales que se han presentado en el Municipio han desbastado zonas de parcelas agrarias dadas las características de la región geográfica.

Descripción	Bajo Riesgo	Medio Riesgo	Alto Riesgo	Muy Alto Riesgo
Temperatura	Hasta 25ºC	Hasta 30ºC	De 30º C a 36º C	Arriba de 36º C
Humedad Relativa	Hasta 50%	Hasta 40%	Menos del 20%	Abajo del 10%
Velocidad del viento	De 0 a 10 km/h	De 10 a 20 km/h	Arriba de 20 km/h	Más de 30km/h
Vegetación (combustible)	Semi-Húmeda	Seca	Seca o muy seca	Muy Seca
Cielo	Nublado	Nublado a medio nublado	Soleado a medio nublado	Soleado
Status	Favorable	Pre-Alerta	Alerta	Alarma
Semáforo	**Verde**	**Ámbar**	**Rojo**	**Situación crítica ROJA**
Acciones	Monitoreos normales, vigilancia de rutina, prevención de **RUTINA**	Monitoreos y medidas detección constantes, vigilancia permanente, prevención **CONSTANTE**	Monitoreo intenso detección intensa y constante de todas las áreas críticas vigilancia permanente, Prevención **URGENTE**	Monitoreo Constante, comunicación intensa con municipios y vigilancia extrema prevención **MEDIDAS EXTREMAS**

Figura IV.8. Semáforo de Riesgos por Incendio Forestal.

La temporada de incendios forestales inicia cíclicamente en el mes de enero y termina en el mes de agosto. La época crítica se agudiza durante los meses de febrero a mayo, no sólo por la falta de lluvias y las temperaturas extrema, sino por el comportamiento de los vientos. Durante el mes de mayo del 2010 se registraron incendios ubicado al sureste del municipio de Lázaro Cárdenas.

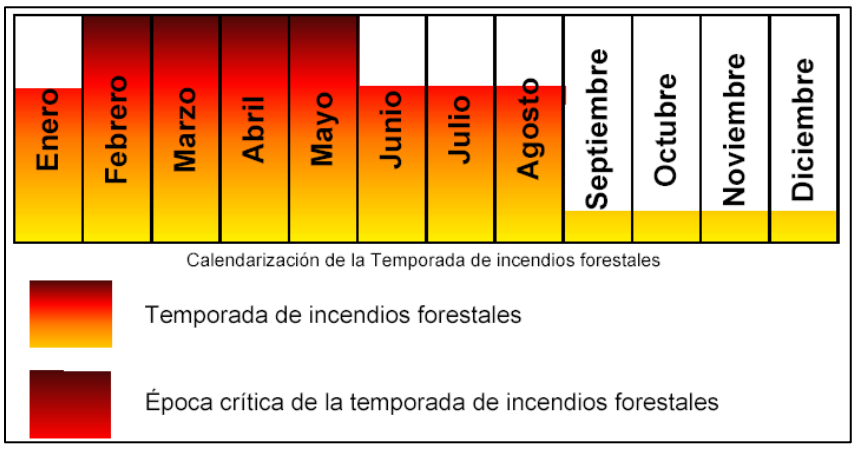


Figura IV.9-. Calendarización de la temporada de incendios forestales.

- **Vientos Fuertes y Masas de Aire (heladas, granizo y nevadas)**

Los vientos fuertes son causados por los diversos frentes fríos y huracanes que entran por la costa, ocasionando la restricción para la navegación; Se han registrado vientos de huracán de 75 Km/ h y de tormenta tropical de hasta 340 Km/h. Estos vientos muchas veces son proyectiles que pueden dañar a las personas y causar daños graves, aunado a que los patios y casas limpias de cacharros tienen menos posibilidades de albergar brotes de moscos.

Los vientos dominantes en Isla Holbox son los alisios, que soplan de forma constante entre marzo y noviembre siguiendo una dirección SE-NW y E-W provenientes del Mar Caribe; y durante el invierno se presentan los "nortes" con una dirección NE-SW; y durante el invierno los vientos cambian de dirección hacia el norte por influencia de las masas polares que descienden desde el Ártico. Estos últimos llegan a alcanzar velocidades de hasta 100 km/h, provocando fuertes lluvias. Por la posición geográfica en la que se encuentra y el tipo de clima que presenta Isla Holbox, es casi nula la presencia de nevadas, aunque las grandes tormentas arrastran vientos bastante fríos produciendo granizadas.

- **Inundaciones**

Una inundación es la ocupación por parte del agua en las zonas que habitualmente están libres de esta, bien por el desbordamiento de ríos debido a lluvias torrenciales o deshielo, o por subida de las mareas por encima del nivel habitual. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos. (*Robles, et al.,2016*).

Se estima que, en casi todos los municipios del estado de Quintana Roo, las inundaciones se presentan por la falla en el sistema de drenaje y sobre todo por intrusiones marinas durante las tormentas tropicales o sistemas ciclónicos que generan fuertes vientos y mareas de tormenta que llevan al nivel del mar a elevarse a tal grado que el oleaje lleve agua hasta las vialidades más cercanas a la zona litoral.

Un elemento a tomar en consideración, en las inundaciones causadas por fenómenos como el desbordamiento de cuerpos de agua es la incapacidad de captación pluvial por exceso de volumen de lluvia. Asimismo, la elevación dentro de la zona insular del Municipio no excede los 5 msnm, lo que determina las zonas inundables por compactación y poco o lenta lixiviación.

La franja costera al norte de la Isla Holbox, es una de las partes más bajas de la ínsula, sin embargo, la mayor parte de la Isla presenta un riesgo mayor de inundación. Las viviendas existentes en esta zona son en su mayoría de materiales como: block, lozas de concreto y pisos de cemento. Las alturas máximas de las edificaciones no exceden los 3 niveles, y en su mayoría son de uso comercial o de servicios.

De esta manera el grado de riesgo por inundaciones en el municipio de Lázaro Cárdenas, se registra como alto. Tomando la información del Atlas de Riesgo del Estado. Cabe mencionar que, debido a la existencia de corriente de agua subterránea, también es posible que el acuífero se sature por lluvias extremas, teniendo fuertes salidas de agua dulce hacia el mar y provocando la saturación del suelo por el incremento del agua subterránea, generando retención de agua en sitios con depresión muy marcada.

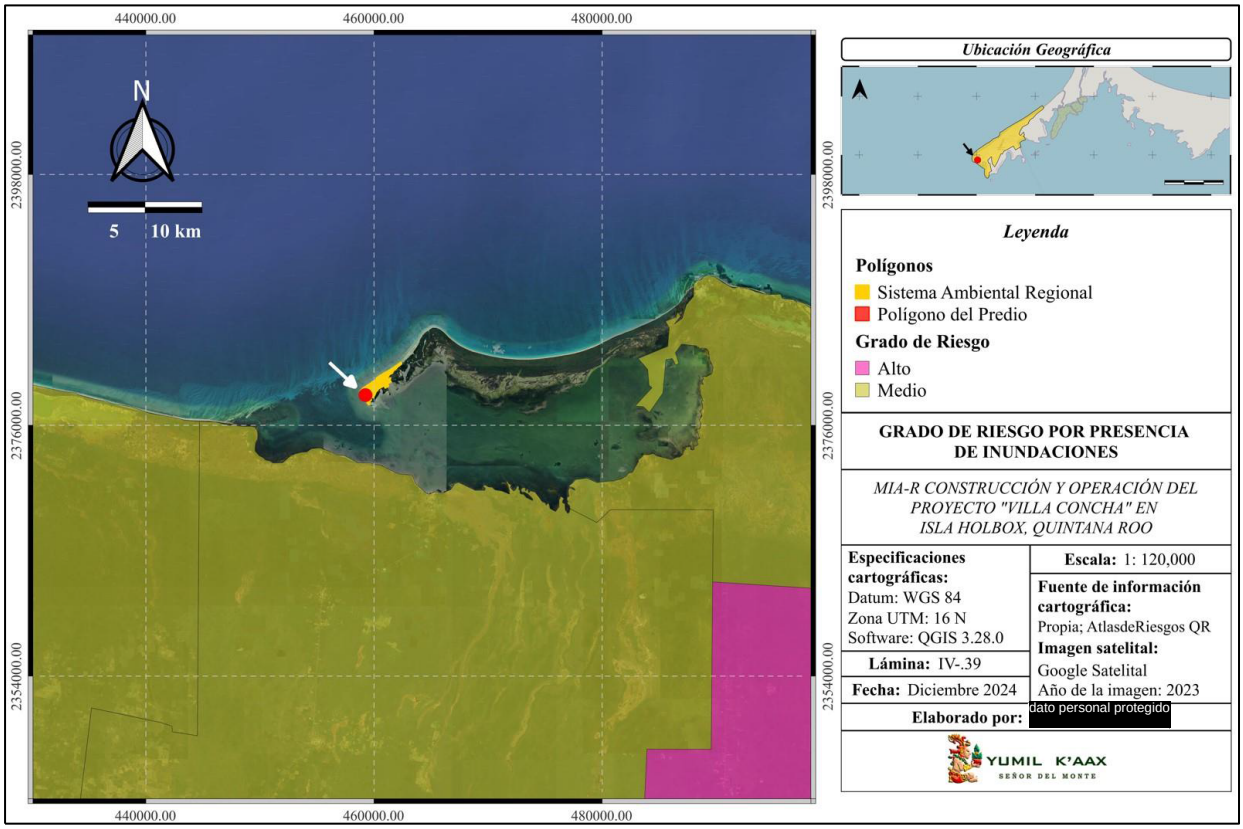


Lámina IV.28. Grado de riesgo por presencia de sequías en el municipio donde se sitúa el SAR.

Riesgos, Peligros y/o Vulnerabilidad ante otros Fenómenos

Actualmente la comunidad científica internacional plantea que los cambios climáticos vienen originando cambios globales, debido a ello se hace indispensable realizar estimaciones cualitativas y cuantitativas de los efectos que este podría causar.

Los aspectos físicos o medioambientales, son dos las causas de cambios climáticos: el posible cambio por incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (el considerado cambio global antropogénicos) y las alteraciones debidas a la urbanización. Otras causas estudiadas las variaciones en la órbita terrestre o la deforestación.

La principal fuente de energía de nuestro planeta es la radiación solar, de acuerdo a la ubicación latitudinal ésta la absorben los continentes, mares, océanos y atmósfera, lo que permite que se originen los estados del tiempo y climas. Dentro de una escala geológica, existen cambios climáticos, los cuales involucran miles o millones de años entre las cuales se han descrito, las variaciones de la posición del planeta, actividad de las manchas solares, o el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera, etc. La creciente emanación de gases de efecto de invernadero a la atmósfera, ha aumento la temperatura global del aire para los próximos 100 años, teniendo como posibles consecuencias un incremento del nivel del mar entre 0.35 a 0.85 m.

Estos cambios climáticos afectarán profundamente los ecosistemas de nuestra zona costera y mar territorial, afectando de igual manera el ambiente marino. No obstante, dichas consecuencias no se pueden estimar.

- **Vulnerabilidad Social**

La vulnerabilidad social es parcialmente producto de las inequidades sociales (influyen o modelan la susceptibilidad de varios grupos al daño y que también determinan su capacidad para responder). Sin embargo, también incluye a las desigualdades del lugar (características de las comunidades y del ambiente construido, tales como el nivel de urbanización, las tasas de crecimiento, la vitalidad económica, que contribuyen a la vulnerabilidad social de los lugares). Cutter *et al.* (2003) han construido un modelo de vulnerabilidad para examinar los componentes de la vulnerabilidad social. En su conceptualización, el riesgo (una medida objetiva de la probabilidad de experimentar un evento peligroso) interactúa con la mitigación (medidas para atenuar riesgos o reducir su impacto) para producir el peligro potencial.

El peligro potencial es tanto moderado o acentuado por un filtro geográfico (ubicación y situación del lugar, proximidad) como por la producción social del lugar. La producción social incluye la experiencia del peligro que tiene la comunidad, la habilidad de la comunidad para responder, enfrentarse, recuperarse y adaptarse a los peligros, que a su vez influyen por sus características económicas, demográficas y habitacionales. Las vulnerabilidades sociales y biofísicas interactúan para producir la vulnerabilidad del lugar, se cuantifican a partir de la construcción de un índice de vulnerabilidad con base en la información estadística disponible. La vulnerabilidad social señala situaciones en las cuales la población se encuentra expuesta a fenómenos (un evento natural) que pueden causar daños que podrían ser evitados. La razón por la cual la población se encuentra en esa situación de vulnerabilidad o riesgo puede obedecer no a un problema de percepción (información sobre las amenazas) o a un problema práctico o de cálculo de la seguridad (aceptabilidad del riesgo ante una evaluación de la situación y de las defensas disponibles) (Rodríguez y Bozada, 2010).

Las situaciones prácticas que generan amenazas están cambiando rápidamente y han adquirido gran complejidad. El término "cambio climático" puede estar cubriendo, una diversidad de fenómenos de gran complejidad: cambios en las temperaturas, cambios en las mareas, cambios en los patrones de precipitación

pluvial, cambios en los ecosistemas, cambios en las capacidades del suelo para asimilar la creciente humedad, cambios en la magnitud de los huracanes, etc. La coincidencia o confluencia de algunos de estos fenómenos, es lo que explica en un momento dado la envergadura de una amenaza, la cual adquiere, de manera súbita, proporciones que rebasan la capacidad de respuesta del grupo social.

- **Manejo de Residuos Sólidos**

El estilo de vida de las sociedades actuales, por el incremento poblacional en los centros urbanos o por la modificación en los patrones de consumo, contribuyen a que el problema de los residuos sólidos urbanos sea más grave, el aumento en el consumo de productos con envolturas y embalajes es cada vez más frecuente e incide directamente en la degradación ambiental y el deterioro de la salud pública (Minuzzi *et al*., 2002). Según el Banco Interamericano de Desarrollo (1997) establece que un "residuo sólido es cualquier producto, materia o sustancia, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene más función para la actividad que lo generó". En México, la generación de residuos urbanos aumento de 30,000 ton/día de 1950 a 88,100 ton/día desde el 2000. De los 32 millones de toneladas anuales que se generan actualmente, el 53% está constituida por residuos orgánicos, 14% es papel y cartón, 6% vidrio, 4% plástico, 2% textiles y 3 hojalata; el 18% restante se integra con madera, cuero, hule, envases de cartón encerado, trapo, fibras diversas, entre otros (GTZ, 2003).

Debido a que las actividades turísticas se consideran de bajo impacto, su desarrollo se lleva a cabo con mínimas regulaciones. El resultado de este fenómeno administrativo y político social son sitios turísticos con fuertes problemas ambientales como la disposición final de los residuos sólidos o la falta de un sistema de recolecta adecuado. Los rellenos sanitarios son una forma común para disposición final, sin embargo, cuando se carece de espacio suficiente y de un manejo adecuado se generan problemas tanto ambientales como sociales. Al presentarse este tipo de problemas por el incremento de residuos sólidos urbanos generados principalmente en las zonas más urbanizadas (incremento poblacional o exceso en el consumo de tiraderos a cielo abierto) se convierte en una práctica común que origina un problema de control (basureros clandestinos). La implementación de programas y tecnologías para el manejo eficiente y transformación de residuos depende en gran medida del involucramiento de los diversos sectores de la sociedad para la gestión integral que además de la recuperación de materiales reciclables, promueva la modificación de los patrones de consumo, reduciendo la generación de residuos sólidos urbanos.

En el municipio de Lázaro Cárdenas, tanto en la zona insular y otra continental, se han observado un impacto por el mal manejo de residuos, el destino final de los residuos sólidos el cual sería un relleno sanitario, el cual se define con base en la Norma NOM-083-SEMARNAT-2003, como una "obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y manejo

especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructuras adicionales, los impactos ambientales"; considerando además la existencia de una adecuada impermeabilización del suelo antes de iniciar la operación, sistemas de drenaje de lixiviados, de captación del biogás producido y una correcta compactación y cobertura de las capas con tierra (Fallenberg, citado por Minuzzi *et al*. 2002).

Los lixiviados se generan principalmente con aguas meteóricas que se han percolado a través de la masa de residuos cargando a su paso ciertos microorganismos, sustancias químicas minerales y orgánicas, cuyas concentraciones son difíciles de determinar debido a que los rellenos sanitarios con considerados como "reactores complejos" al contener una mezcla heterogénea de residuos que cambian de forma espontánea como consecuencia de la actividad microbiológica (Robles, 2005). Asimismo, el biogás está formado principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), seguido por diferentes componentes que incluyen el hidrógeno (H_2), el sulfuro de hidrógeno (H_2S) y trazas de vapor de agua, dependiendo de la presión, la temperatura y el contenido de humedad, las concentraciones de estos gases (Colmenares y Santos, 2007), así como de la composición de los residuos, de la forma de explotación y de la edad del relleno sanitario (Robles, 2005).

Cada tipo de desecho tiene un ciclo de vida diferente, el cual depende de sus características y composición; el manejo inadecuado, o la mezcla de diferentes tipos de residuos, puede generar diversos impactos en los medios físico, biológico y antrópico. Un tiradero no controlado o un relleno sanitario manejado de forma inadecuada genera contaminación del suelo lo cual causa daños a la flora y fauna aledaña, y contaminación de aguas subterráneas en caso de encontrarse cerca del manto freático; causa también contaminación de aire por el metano que es uno de los principales gases de efectos invernadero producido por la descomposición de los residuos orgánicos (BID, 1997). De tal manera, que al no existir un programa de manejo de residuos sólidos en una región dada compromete a todo un ecosistema, pues la naturaleza debe ser vista como un sistema (Minuzzi *et al*., 2002). Además de que puede generar la transmisión de enfermedades por exposición a sustancias volátiles, debido a que a los contaminantes químicos y biológicos pueden ser transportados por aire, agua y suelos pudiendo contaminar residencias y alimentos. Así, las comunidades más susceptibles a ser afectadas son las situadas en áreas periféricas.

Usualmente, son áreas marginales urbanas y áreas continuas a los basurales clandestinos o vertederos abiertos que, por lo general, casi siempre en situación de pobreza que además no cuentan con un sistema adecuado de recolección, además de la generación de polvo que es uno de los vectores más dañinos, su diseminación porta organismos patógenos y materiales peligrosos, gases emitidos durante la biodegradación o quema de la materia orgánica que generan gases orgánicos volátiles, tóxicos y algunos carcinógenos, así como subproductos típicos de la biodegradación; el humo puede ser irritante para el sistema respiratorio

causando mayor sensibilidad a enfermedades de las vías respiratorias que se relacionan directamente con los residuos y puedan transmitirse por contacto directo o bien por vectores (BID, 1997).

Tabla IV.20. Enfermedades transmitidas por vectores relacionados con residuos sólidos.

Vectores	Forma de transmisión	Principales enfermedades
Ratas	A través del mordisco, orina y heces, a través de las pulgas que viven en el cuerpo de la rata	Peste bubónica, Tifus murino, Leptospirosis
Moscas	Por vía mecánica (a través de las alas, patas y cuerpo), a través de las heces y saliva	Fiebre tifoidea, Salmonelosis, Cólera, Amebiasis, Disentería, Giardiasis
Mosquitos	A través de la picazón del mosquito hembra	Malaria, Leishmaniosis, Fiebre amarilla, Dengue, Filariosis
Cucarachas	Por vía mecánica (a través de alas, patas y cuerpo) y por las heces	Fiebre tifoidea, Cólera, Giardiasis
Cerdos y ganado	Por ingestión de carne contaminada	Cisticercosis, Toxoplasmosis, Triquinosis, Teniasis
Aves	A través de las heces	Toxoplasmosis

En los años 70's el turismo tomó un nuevo giro sobre o las rutas del turismo nacional y mundial, las comunidades de pescadores y pequeñas poblaciones ribereñas pasaron a centros turísticos, algunos de estos sitios han crecido aceleradamente buscando la mayor inversión inmobiliaria posible, tal es el caso de Isla Mujeres, Cozumel e Isla Holbox en Quintana Roo. Para los pobladores originarios de estas zonas, los costos, principalmente sociales y ambientales, que pagaron por un "progreso y modernización" con resultaron elevados, tangibles por:

- La pérdida de control de sus procesos de desarrollo económico y social y de los recursos naturales con los que tradicionalmente lograban una relación relativamente armónica.
- Asumir los riesgos y el impacto de una inversión turística sin que se haya creado la infraestructura y condiciones necesarias para la conservación de sus recursos naturales y ecosistemas costeros, así como para el tratamiento apropiado de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) resultantes y de la contaminación adyacente.
- La responsabilidad de un deterioro, muchas veces irreversible, del medio ambiente y de sus recursos naturales; y
- El desgaste del tejido social generado por un constante regateo para la obtención de los recursos presupuestales requeridos, incluyendo los del posible usufructo para el tratamiento y manejo adecuado de los RSU y evitar la contaminación y ruptura del frágil equilibrio de sus ecosistemas.

En el caso de Holbox, el problema de generación y atención a los residuos sólidos, después de más de un siglo de haber sido habitada de forma permanente por pescadores con una generación menor de desechos

(principalmente orgánicos), transita a un cambio en el tipo y volumen de residuos sólidos y a la necesidad de un manejo público, a partir de que la localidad se convierte en un atractivo turístico internacional, hacia los años ochenta (Gamboa, 2010). Los volúmenes de generación de RSU rebasan los métodos rústicos domiciliarios, por lo que se requiere de un sistema público de recolección y confinamiento, de los cuales no había un antecedente en la estructurara mental de la población, ni la experiencia técnica o administrativa, infraestructura, equipamiento adecuado, personal y recursos financieros para realizarlo. En este contexto los residuos sólidos se convierten en riesgos para la salud pública y en impacto al medio ambiente. La improvisación, la aplicación parcial y desconectada de medidas y procedimientos para atender el creciente problema (tiraderos a cielo abierto), sin resolver, contribuye a una visión pesimista y desconfiada de los habitantes, hoteleros y empresarios de la isla sobre los esfuerzos dirigidos a una solución adecuada.

Los registros, en México, muestran que del año 1950 al 2000, la generación de RSU se incrementó en aproximadamente 600 % (SEMARNAT, 2010). Esto impulsó que se implementaran acciones relativas al manejo adecuado de los RSU. Paralelamente la sociedad civil actuó como catalizadora a través de demandas e iniciativas encaminadas a solucionar el problema que representaban los RSU, contribuyendo a construir una conciencia ciudadana para un manejo ambientalmente adecuado de los mismos.

El artículo 115 constitucional de la legislación mexicana establece la responsabilidad municipal en los servicios públicos de limpia, sin embargo, estos no han sido suficiente para eliminar la disposición final en enormes tiraderos a cielo abierto. Debido a lo anterior, se han ido incorporando diferentes leyes y programas gubernamentales que abordan esta problemática en sus distintas expresiones y dimensiones de orden federal, estatal y municipal. Entre las incorporaciones destacan: la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental por parte de la Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública, emitida en 1971; más de una década después, en el año 1982, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología publica la Ley Federal de Protección al Ambiente, y poco después, en el año de 1988, el Instituto Mexicano de Ecología emite la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA); seis años más tarde, en 1994, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales difunde el Programa Nacional del Medio Ambiente; en el año 2001 se publica el Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2012:22).

En el 2003 se crea la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos Sólidos (LGPGIR) y es hasta octubre del 2009 cuando se elabora el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PNPGIR) que comprende el periodo 2009- 2013. En octubre de ese mismo año, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, publica el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, que sirve de sustento a modificaciones a la LGPGIR en el 2013, así como para el diseño

del PNPGIR 2013-2018 (SEMARNAT-INECC 2013). No obstante, el marco normativo, en materia de residuos sólidos siempre prevalece la polémica acerca de la intervención del Estado y sus alcances. A pesar de las regulaciones existentes, creadas y aprobadas con todo entusiasmo, el problema del incremento en la generación de RSU, el manejo, tratamiento y disposición final adecuado no está resuelto en México; es una asignatura pendiente de los estados y la federación, que adquiere relevancia en las zonas costeras y áreas naturales protegidas por la importancia y fragilidad de sus ecosistemas.

Cuando las cantidades de generación y las características más "rebeldes" de los residuos sólidos superaron las condiciones del manejo domiciliario, en Holbox se eligió la forma tradicional un sitio en las afueras de la localidad para disponer a "cielo abierto" su degradación natural y la quema sistemática como forma de "control" del manejo de los RSU. Al crecer el turismo este sitio fue incrementando la superficie de disposición, que sumado al hecho de que los residuos ya no tenían tiempos cortos de biodegradación, provocó que el manejo y control se hicieran cada vez más ineficientes. El sitio de disposición final de los desechos en Holbox existe desde hace más de 15 años y las referencias que los pobladores proporcionan es, precisamente, que en los últimos años la basura se ha incrementado paralelamente al desarrollo de las actividades turísticas; aspecto que como mostraremos más adelante, confirma el estudio de generación de RSU, un problema cada vez más sentido y visible y con los consecuentes riesgos a la salud, la contaminación del agua, de los sistemas lagunares y manglares y la pérdida de la belleza escénica para el turismo (el vertedero de desechos se ubicaba junto al aeropuerto).

Por otra parte, acorde a las normas establecidas para las islas y áreas naturales protegidas, Holbox debe depositar sus RSU en Kantunilkín, cabecera municipal de Lázaro Cárdenas, pero aunque en el 2008 en esta cabecera se contaba con un relleno sanitario recién construido que más bien operaba como un "tiradero a cielo abierto", tanto por la falta de un programa integral de manejo, como de personal organizado y capacitado y de equipamiento apropiado, además del poco interés de las autoridades municipales y una fuerte presión de grupos ejidales de Kantunilkin que se negaban a aceptar el depósito de los desechos de Holbox en este espacio. Marrufo y Hernández (2014), reportaron que en Holbox para el 2008 se identificaron 346 domicilios, más de 80 hoteles (con y sin restaurante), 15 comercios y 30 restaurantes y fondas., estos generaban aproximadamente 1.07 ton/día de residuos sólidos ordinarios y .3689 kg/personas/día en promedio; una tercera parte de la generación mensual de residuos sólidos proviene de sus habitantes originarios, mientras que las otras dos tercera partes se originan por el crecimiento turístico registrado en la última década y de una población flotante considerable.

- **Calidad del Aire**

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener una temperatura del planeta apropiada para la vida, al retener parte de la energía que proviene del sol, y es el mismo que incide para que los parámetros térmicos de la superficie terrestre se vean alterados. La atmósfera terrestre es una delgada capa de gases que rodea a la Tierra. Su composición química incluye mayoritariamente a dos gases: nitrógeno (N), en un 78% y oxígeno (O) en un 21%. El 1% restante está formado por diversos gases entre los que los más abundantes son el argón (Ar) en un 0,9% y el dióxido de carbono (CO_2) en aproximadamente un 0,03% (Caballero, *et al.*, 2007). Este último gas, presente en proporciones tan bajas, pero es de crucial importancia en el proceso de calentamiento de la atmósfera. Los GEI's que se pueden encontrar naturalmente en la atmósfera son principalmente el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Por lo que se pueden inyectar a la misma por actividad humana, la que también incluye ciertos gases que solamente se generan de forma antrópica; entre los más importantes, se destacan los hidrofluorocarbonos (HFC), el perfluorocarbono (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6) (PNUMA & Unión Mundial para la Naturaleza, 2005).

La superficie terrestre al absorber la radiación solar incidente, tiende a calentarse, pero se mantienen en un equilibrio dinámico y no superar la temperatura media que requiere, emite radiación infrarroja para eliminar parte del calor recibido. Esa radiación infrarroja en parte se pierde en el espacio y en parte es captada en la baja atmósfera por los GEI's que allí se encuentran, aumentando la temperatura del planeta en 33° C (de -18° a 15°C) y permitiendo de este modo condiciones favorables para el desarrollo de las formas de vida que actualmente habitan la Tierra (PNUMA & Unión Mundial para la Naturaleza, 2005).

El sector de la energía comprende dos actividades principales relacionadas con la quema de combustibles fósiles. El CO_2, se genera cuando el elemento carbono se convierte en un gas. Una molécula de carbono (C) se combina con dos moléculas de O del aire y se convierte en el CO_2. La respiración y la quema de combustibles (madera, combustibles fósiles) liberan el C, produciéndose CO_2. Las fuentes estacionarias de combustión hacen referencia a la extracción, la producción y la transformación energética, teniendo en cuenta también la generación de electricidad, el refinado de petróleo, producción de hierro y acero, elaboración de productos químicos, procesamiento de alimentos, producción de metales no ferrosos, producción de papel e imprenta, agricultura, pesca, etc. Las fuentes móviles, en cambio, incluyen a la aviación, el transporte por carretera, el ferroviario y la navegación (GCE, 1996). La deforestación es otra de las causas de emisión de GEI's, ya que las masas forestales cumplen el rol de un sumidero de carbono puesto que consumen CO_2 y emiten O. El 50% de cada árbol está compuesto de carbono y cuando se eliminan las

masas forestales todo el CO_2 que debería ser retenido por las mismas queda liberado en la atmósfera (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2006).

En México los estudios al respecto comprueban que el aumento en la temperatura global incrementa la mortalidad debido a golpes de calor y un mayor número de personas afectadas por casos de dengue, paludismo y enfermedades diarreicas, así como de enfermedades respiratorias relacionadas tanto con el aumento en la temperatura cómo con la contaminación atmosférica (Sanchez, 2017). Algunas de las enfermedades infecciosas existentes transmitidas por vectores, los alimentos y el agua, son sensibles a cambios de las condiciones climáticas, por lo que sus efectos están clasificados por el IPCC (1998) de acuerdo a si ellos ocurren predominantemente por efecto directo de los valores extremos de una o más variables climáticas (Rojas *et al*., 2006).

También cabe destacar que el estado de Quintana Roo es uno de los dos estados que no fueron incluidos en el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire, por lo que no existen datos exactos de dicho lugar. Sin embargo, según datos de estaciones cercanas, la calidad del aire es buena, por lo que es un factor importante a tener en cuenta, ya que el riesgo a que se propague en mayor medida enfermedades respiratorias transmisibles es menor. Igualmente, no es una problemática para desatender ya que las emisiones de GEI's seguirán en aumento, al igual que la temperatura global. Adicionalmente, las proyecciones de desarrollo para la zona de la parte continental del Municipio Lázaro Cárdenas muestran que muy probablemente el número de embarcaciones de particulares aumentará significativamente representando una presión muy fuerte para las Áreas Naturales Protegidas de la porción noreste del estado de Quintana Roo.

- **Calidad del Agua**

En los últimos 20 años, científicos, gestores y autoridades públicas, han reconocido que los ecosistemas costeros sufren diferentes problemas ambientales, como consecuencia de una compleja cadena de eventos que varían de un sitio a otro y que pueden, en parte, ser atribuidos al enriquecimiento de los nutrientes, nitrógeno y fósforo, que provienen de las descargas de agua residuales. La escorrentía de las tierras agrícolas, las actividades de engorda de animales, áreas urbanas, el vertimiento de aguas residuales, la precipitación atmosférica de compuestos liberados durante la ignición de combustibles fósiles, son actividades que añaden nutrientes al agua dulce antes de alcanzar el medio marino (NRC, 2000).

Todas estas actividades tienen el común denominador de modificar el sistema hidrológico desbalanceando los procesos de aporte-acumulación y procesamiento exportación de nutrientes con cambios en la calidad de agua, la cual se refleja generalmente en forma de un aumento desproporcionado en la producción primaria (aumento de biomasas del fitoplancton o macroalgas) y condiciones de anoxia en los sedimentos de las

zonas costeras de menor renovación del agua, originando menor calidad ambiental para un adecuado funcionamiento del ecosistema. Este tipo de contaminación que altera la calidad del agua costera, se conoce como proceso de eutrofización.

En general, la condición de calidad del agua de los polígonos presenta diferencias espaciales, debido a las diversas fuentes de impacto (infraestructura turística) y condiciones ambientales (tiempo de residencia del agua) que contribuyen a tener una menor calidad del agua. Las zonas con mayor influencia marina presentan condiciones de buenos a muy buenos. Sin embargo, las zonas con mayor influencia terrestre y donde se desarrollan la mayor parte de las actividades recreativas, presentan condiciones promedio de regular a mala, de acuerdo a su estado trófico, lo cual tiene implicaciones directas a la vida acuática y los ecosistemas.

También se resalta la importancia de tener presente la conectividad ecosistémica que hay principalmente entre los ambientes lagunares y los ecosistemas marinos. En el polígono de Isla Holbox, las actividades e infraestructura turística están teniendo un impacto directo en la condición de la calidad del agua de la zona aledaña a la línea de playa, poniendo en riesgo la conservación, restauración y creación de arrecifes someros. Cualquier acción para minimizar las filtraciones de aguas residuales a la zona marino-costera tendrá un impacto positivo en la calidad del agua para la vida acuática.

Tabla IV.21. Enfermedades transmitidas por agua y alimentos contaminados.

Enfermedades	Causas	Contaminantes
La Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)	Es ocasionada por diferentes microorganismos, entre los cuales se encuentran los virus, bacterias y parásitos. Los mismos pueden estar presentes en el agua y alimentos contaminados por falta de higiene en la preparación, manejo y conservación. Este tipo de agentes pueden ocasionar deshidratación como consecuencia de la pérdida de líquidos y sales del organismo, incluso la muerte. Uno de los factores de riesgo es la desnutrición que puede presentarse principalmente en menores de cinco años y adultos con diarrea crónica, esto es por pérdida de nutrientes durante los episodios agudos de esta enfermedad. "*En México estas enfermedades continúan siendo la segunda causa de morbilidad, están dentro de las 20 principales causas de mortalidad general, y se encuentra entre las primeras cinco causas de decesos entre los menores de cinco años*" Durante la temporada de calor	Los diferentes factores climáticos son una gran influencia para el crecimiento, desarrollo y propagación de estos patógenos. Las fuertes precipitaciones pueden producir descargas de contaminantes de aguas pluviales en cuerpos de agua si la cantidad de milímetros que llueve excede la capacidad de contención del sistema de alcantarillado o planta de tratamiento, los cuales están diseñados para una cierta cantidad de agua (Patz *et al*., 2008, citado en Delgado *et al*., 2013). Es de esta manera en que la contaminación de aguas superficiales puede explicar los casos estacionales de diversos tipos de infecciones transmitidas por agua.

Enfermedades	Causas	Contaminantes
	aumenta la frecuencia de estas enfermedades entre la población y sobre todo con un mayor riesgo de sufrir deshidratación (CENAPRECE, 2014).	
Enfermedades Transmitidas por Vectores Según la Secretaría de Salud de México (2015)	Se conocen como enfermedades transmitidas por vector, a aquellas enfermedades virales que son provocadas por la picadura de un mosquito, en particular se habla del género *Aedes aegypti*, que es el vector para la transmisión de Dengue, Chikunguya y Zika. Aunque el vector es el mismo, el virus es diferente para cada padecimiento. En los últimos 20 años se han registrado invasiones de *A. aegypti* y *A. albipictus* en nuevas regiones geográficas debidas al comercio internacional de neumáticos usados y a la construcción de caminos en zonas rurales.	También la migración de los portadores asintomáticos y vectores del dengue hacia las zonas no endémicas parece ser considerablemente más importante para la propagación de la enfermedad que El Niño o el cambio climático (OPS & OMS, 1998). Por otro lado, "Se ha argumentado que la precipitación y la temperatura son factores importantes que prolongan los períodos de transmisión intensa del dengue" (OPS & OMS, 1998, p.19). Los casos de dengue en México han aumentado más de 600 % desde 2001, según anota el Centro Nacional de Epidemiología y Control de Enfermedades (National Geographic, 2020). En 2015 los casos contabilizados de dengue en México al mes de octubre fueron de 15.755 (658 en Quintana Roo) y los acumulados al finalizar el año fueron 27.178, de los cuales 1.038 corresponden al estado de Quintana Roo. En 2016, el total acumulado fue de 10.622 al mes de octubre, de los cuales 205 pertenecen a Quintana Roo (Secretaría de Salud de México, 2016).
Enfermedades Antrópicas	Actualmente uno de los principales problemas en torno al agua radica en la contaminación originada por las actividades humanas (Rojas *et al*., 2016).	Particularmente en los humedales, las poblaciones humanas se asientan en los márgenes y en el caso de las ciudades, los patrones de crecimiento y urbanización no planificados ocasionan el deterioro y la perdida de estos importantes ecosistemas (Rojas *et al*., 2015).

IV.2.1. MEDIO NATURAL BIÓTICO

A continuación, se determinará y analizará la calidad ambiental del sistema Ambiental correspondiente a los elementos de flora y fauna propia del área de estudio, partiendo de la identificación de especies y de los principales procesos biológicos de sus comunidades o poblaciones, empleando indicadores que permitan corroborar los resultados de los análisis. Asimismo, se realizaron recorridos en el Sistema Ambiental Regional, censos visuales y fotográficos, muestreos de fauna y flora en el predio y en los alrededores, para corroborar la información obtenida en gabinete.

VEGETACIÓN

El estado de Quintana Roo ha sido de gran interés por sus paisajes atractivos, esto debido a su particular ubicación, ya que se encuentra en la zona del Mar Caribe, además de tener frontera con Guatemala y Belice; por lo que sus selvas, playas y arrecifes presentan un gran atractivo visual; aunado a la parte cultural, con zonas arqueológicas y tradiciones pertenecientes a la cultura maya. Uno de estos lugares es Holbox, una isla de barrera que se encuentra localizada al norte del estado de Quintana Roo, perteneciente al Municipio de Lázaro Cárdenas. Holbox cuenta con una extensión de unos 40 km de largo y 2 km de ancho. De manera intermitente la isla se une a la península por una barra de arena, con varios canales que se unen al mar o a la Laguna Yalahau (Rodríguez y García, 2021).

La isla se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Faura de Yum Balam, además es considerado un Sitio Ramsar, debido a que, es una región marina y terrestre prioritaria por la diversidad de fauna, asi como las comunidades de manglar que presenta. Gran parte de la isla se encuentra dominada por esta comunidad vegetal, donde es posible observar a las cuatro especies de mangle reportadas en el estado: *Avicennia germinans* (mangle negro), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo); todas bajo la categoría de Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. También es posible encontrar comunidades de matorral costero con presencia de palmas, las cuales se desarrollan entre los manglares y las dunas costeras de las playas (DIGAOHM, 2022).

Debido a la importancia ambiental de la isla, el desarrollo de proyectos requiere considerar el impacto ambiental en cada aspecto del diseño y la construcción, garantizando la conservación de los ecosistemas presentes; además, si estos proyectos armonizan con el entorno natural, pueden enriquecer la calidad estética y funcional de los espacios construidos. Como resultado, se promueve el desarrollo urbano equilibrado y sin comprometer la salud de los ecosistemas naturales.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Las comunidades vegetales encontradas fueron analizadas de acuerdo a sus parámetros estructurales, el Índice de Valor de Importancia (IVI) y con el Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), los cuales se aplicaron para cada tipo de vegetación, así como uno general para el SAR y el predio

En cuanto a la composición estructural, se registró la abundancia, frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el IVI. La abundancia se refiere al número de individuos por especie presentes en cada sitio de muestreo. La frecuencia se consideró tomando a los sitios como unidad muestral, contando por especie el número de sitios en donde se observó su presencia. Para la dominancia, se consideró la medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) o la medición de la cobertura.

El IVI empleado por Curtis (1959) y por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Este análisis proporciona información para realizar comparaciones en la estructura de las especies que componen las comunidades vegetales.

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Área basal relativa}$$

En donde:

$$\text{Densidad relativa} = \left(\frac{\text{Nº de individuos de la especie X}}{\text{Total de individuos de todas las spp}}\right) \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \left(\frac{\text{Frecuencia de la especie X}}{\text{Suma de la frecuencia de todas las spp}}\right) \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \left(\frac{\text{Área basal de la especie X}}{\text{Área basal de todas las spp}}\right) \times 100$$

El Índice de Shannon-Wiener (H') es uno de los más utilizados para medir la diversidad en comunidades vegetales, permite predecir la especie a la que pertenecerá un individuo si es elegido al azar en la muestra, su valor presenta variaciones, donde los valores menores a 2 son considerados como diversidad baja, de 2 a 3 como un valor de diversidad normal y superiores a 3 como diversidad alta.

Para la obtención de este índice se utiliza la siguiente formula:

$$H' = -\Sigma (Pi)\ (\log 2\ Pi)$$

En donde: H' = Índice de diversidad.

Pi = Proporción con la cual participa la especie i en la comunidad

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

El Sistema Ambiental Regional del predio del proyecto *"Villa Concha"* se encuentra ubicado en la isla Holbox, perteneciente al municipio de Lázaro Cárdenas, en el estado de Quintana Roo. El SAR se encuentra inmerso a su vez en el Área de Protección de Flora y Faura de Yum Balam, ANP importante ya que dentro de su superficie se distribuyen comunidades de manglar, matorral de duna costera selva baja espinosa, selva baja inundable, selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, petenes, pastizal inundable y tasistal (CONANP, 2019). Dentro del SAR la comunidad vegetal dominante es el manglar, también es posible observar, en menor medida, comunidades de vegetación costera. El clima corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano, teniendo una temperatura anual de 27° C.

- **USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN**

Con el objetivo de conocer y representar los diferentes tipos de vegetación presentes dentro de la superficie del SAR, se utilizó la cartografía del INEGI en su versión más reciente (Serie VII). La cartografía del INEGI representa la distribución de los grandes grupos de vegetación según la agrupación de las comunidades vegetales definidas de acuerdo con sus afinidades ecológicas y florísticas.

A partir del polígono elaborado en la delimitación del SAR del proyecto *"Villa Concha"*, se identificó que la superficie del mismo cuenta con 3,268,258.27 m^2 (326.82 ha). De acuerdo con la cartografía del INEGI anteriormente mencionada, dentro de los usos de suelo y vegetación que se encuentran dentro del SAR se reporta manglar, vegetación secundaria arbórea de manglar, cuerpos de agua ya sentamientos humanos.

Tabla. IV.22. Superficies de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR de acuerdo con el INEGI.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (SAR) (INEGI)			
Uso de Suelo	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**%**
Asentamientos Humanos	1,433,784.96	143.37	43.87
Manglar	821.55	0.08	0.03
Vegetación Secundaria Arborea de Manglar	1,179,516.25	117.95	36.09
Cuerpos de Agua	654,135.51	65.41	20.01
TOTALMENTE	**3,268,258.27**	**326.82**	**100.00**

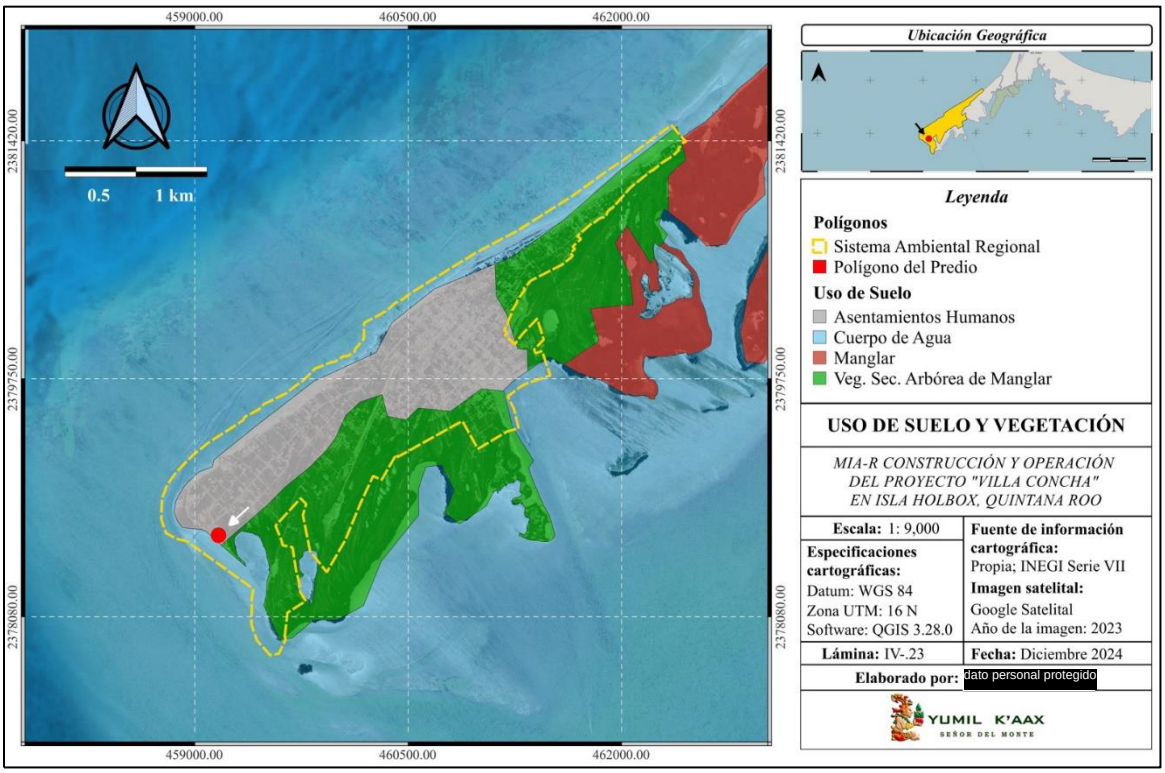


Lámina. IV.29. Uso de suelo y vegetación presente en el SAR de acuerdo con el

Los sistemas de información geográfica (SIG) son importantes para obtener un contexto general de las condiciones de un área de interés, sin embargo, en ocasiones carecen de imágenes que muestren las condiciones actuales precisas. Se realizaron recorridos en campo para identificar el uso de suelo y vegetación presentes en el SAR, siendo en este caso similar a lo presentado por el INEGI (Serie VII), siendo que se reporta asentamientos humanos, manglar y un pequeño manchón de vegetación de dunas costeras.

Tabla. IV.23. Superficies de uso de suelo y vegetación identificados en el SAR.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (SAR)			
Uso de Suelo	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**%**
Asentamientos Humanos	1,808,743.98	180.87	55.34
Comunidades de Manglar	89,296.46	8.93	2.73
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	519,711.29	51.97	15.90
Vegetación de Dunas Costeras	27,718.83	2.77	0.85
Bancos de Arena	324,752.23	32.47	9.94
Cuerpos de Agua Intermitentes	16,714.64	1.67	0.51
Cuerpos de Agua Perennes	481,320.84	48.13	14.73
TOTAL	**3,268,258.27**	**326.82**	**100.00**

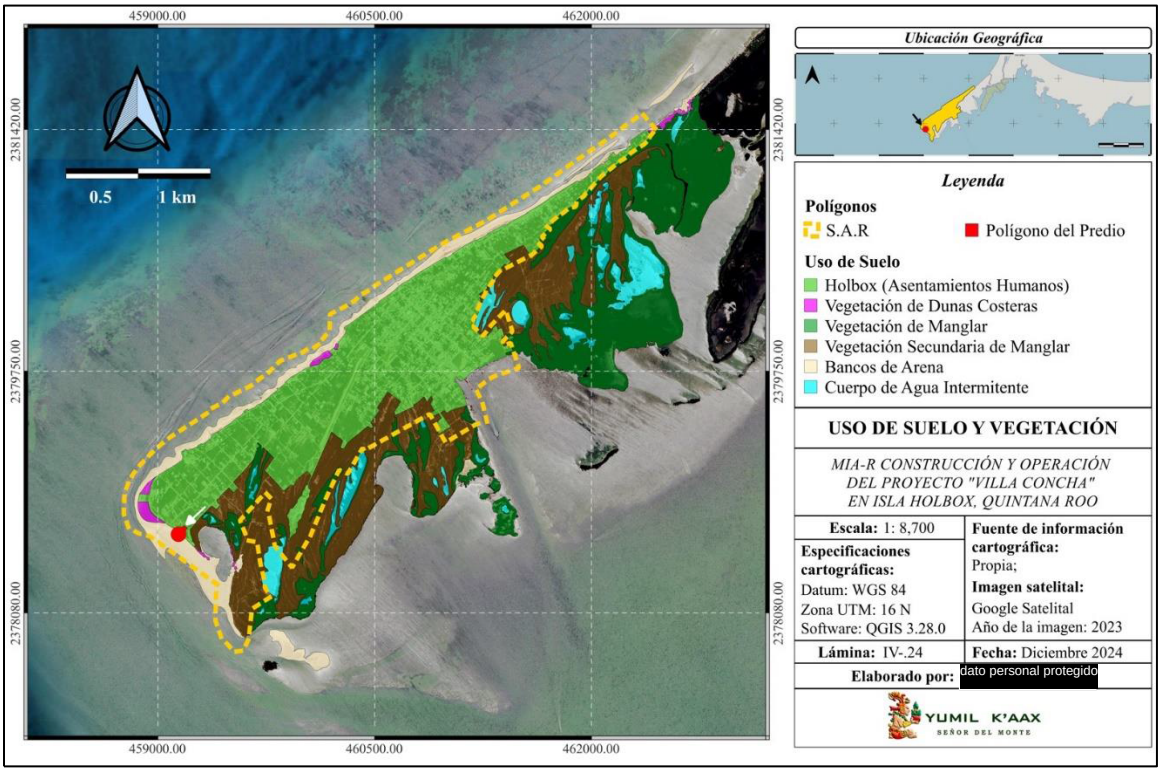


Lámina. IV.30. Usos de suelo y vegetación identificados en el SAR.

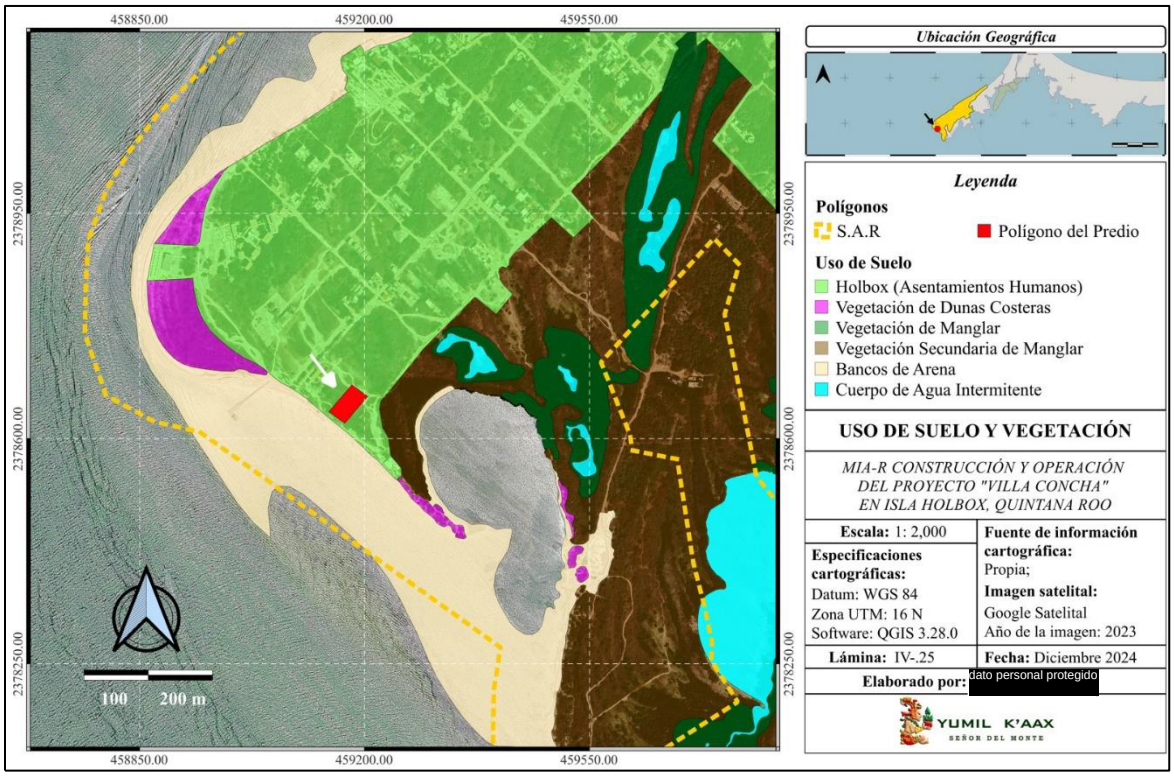


Lámina. IV.31. Usos de suelo y vegetación identificados en el SAR a mayor

A continuación, se presenta una breve descripción de las comunidades vegetales identificadas en la superficie del SAR del proyecto "*Villa Concha"*.

- **Asentamientos humanos**

Los asentamientos humanos se definen como un conglomerado demográfico el cual es el conjunto de sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. Es originado del proceso de poblamiento de un territorio el cual incluye la existencia, desarrollo y transformación constante de las diferentes formas de utilización y organización social del espacio nacional incluidos los recursos naturales (CPAL, 1981). Los asentamientos humanos de la isla Holbox se encuentran rodeados por una comunidad de manglar, así como la presencia de un pequeño parche de vegetación de dunas costeras ubicado al norte.

- **Comunidades de manglar**

Compuesta por arbustos o árboles en zonas pantanosas y esteros, presentando alturas de hasta 30 m, las especies son hidrófilas con una alta tolerancia a la salinidad y brisa marina (Flores y Espejel, 1994). El tipo de suelo en el que se desarrollan estas comunidades generalmente se encuentran inundados, aunque en algunas zonas el terreno puede secarse en la temporada de sequía. Constituyen un importante sistema filtrador de nutrientes, sintetizador de materia orgánica, además de sustentar las cadenas tróficas cercanas a la costa. Es un estabilizador de la línea de costa, las raíces forman una barrera que reduce el oleaje y las corrientes, y retienen partículas sedimentarias, es una zona de alimentación y crianza de varias especies de peces, moluscos y crustáceos; además sirve como hábitat crítico y refugio de aves (CONABIO, 2009).

El manglar presente en el SAR se encuentra conformado por las cuatro especies reportadas para la zona: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), todas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada (A). Frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia (Guadarrama *et al.,* 2016). Sin embrago, cabe destacar que la especie de mangle dominante en la zona es *C. erectus*, seguido de *A. germinans*.




Fotografías IV.13 y IV.14. Aspecto de la vegetación de manglar en el SAR.

- **Vegetación de dunas costeras**

Las comunidades vegetales de dunas costeras se encuentran distribuidas a lo largo de los litorales de todo nuestro país. Actualmente se reconoce que estas comunidades aportan importantes servicios ambientales, siendo el más relevante su función como barrera de protección a la acción de vientos y mareas, protegiendo a las construcciones en caso de tormentas tropicales y huracanes (Miller *et al*., 2010). Además, estas comunidades vegetales proveen refugio, alimento y protección a numerosas especies de insectos, reptiles, aves y mamíferos (Martínez *et al*., 1993; Flores y Espejel, 1994; Torres y Bojórquez, 2002).

Para este tipo de vegetación dominan las herbáceas y rastreras, especializadas por adherirse a los sustratos, fuertes vientos, oleaje, erosión y un alto drenaje. Entre las especies observadas en esta área están las siguientes: *Hymenocalis littoralis, Sesuvium portulacastrum, Flaveria linearis, Batis marítima*.



Fotografía IV.15. Aspecto de la vegetación de duna costera en el SAR.

- **MUESTREOS**

Para caracterizar la vegetación en el SAR del proyecto se establecieron 8 sitios de muestreo con el fin de cubrir los diferentes tipos de vegetación presentes en el área. Dentro de los sitios de muestreo realizados, 6 se ubicaron en comunidades de manglar y 2 en vegetación de dunas costeras.

Los sitios de muestreo realizados consistieron en rodales con un área de 500 m^2, tomando en cuenta que se realizaron 8 sitios, se tiene una superficie de 4,000 m^2. Para el establecimiento de los sitios, una vez ubicado el punto de interés, se identificó el centro tomando como referencia un árbol o en su caso, se colocó una estaca, el cual fue marcado, partiendo de este, con ayuda de un GPS se extendió una primera línea de 12.62 m en dirección al Norte, marcando el punto límite. Este mismo proceso fue realizado para cada uno de los puntos cardinales; una vez colocados y marcados los radios de la circunferencia, el sitio de muestreo se dividió en 4 subcudrantes de 125 m^2 cada uno, los cuales se nombraron A, B, C y D. La toma de datos se realizó de subcuadrante en subcuadrante, avanzando en sentido de las manecillas del reloj. Dentro de los datos dasométricos que se tomaron a los individuos, se consideró el diámetro a la altura del pecho (DAP a partir de 5 cm), la altura total, cobertura, y si se presentaba, altura del fuste. También se consideró la presencia de individuos epifitos, así como de cactáceas.

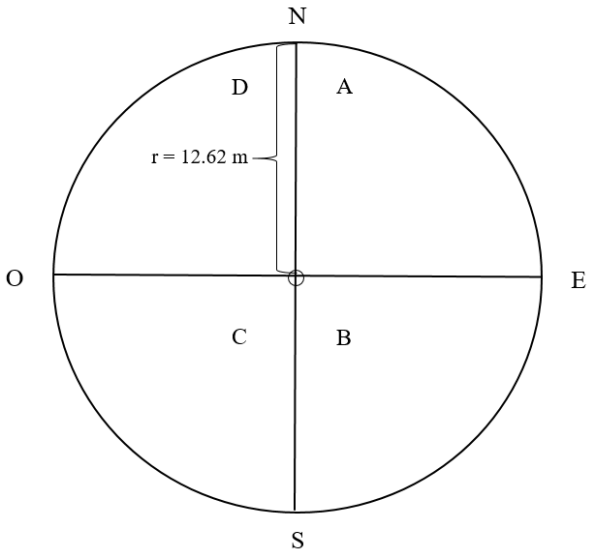


Figura IV.10. Representación de los sitios de muestreo (rodales).

Las especies fueron identificadas en campo, donde se tomaron fotografías de las partes más representativas de los individuos, como tallo, hojas y en caso de presentarse, flor y/o fruto. Las especies, así como los nombres científicos fueron cotejadas en la base de datos de la "World Flora Online" (WFO). Esta información fue complementada con bases de datos y bibliografía bien documentada de la zona.

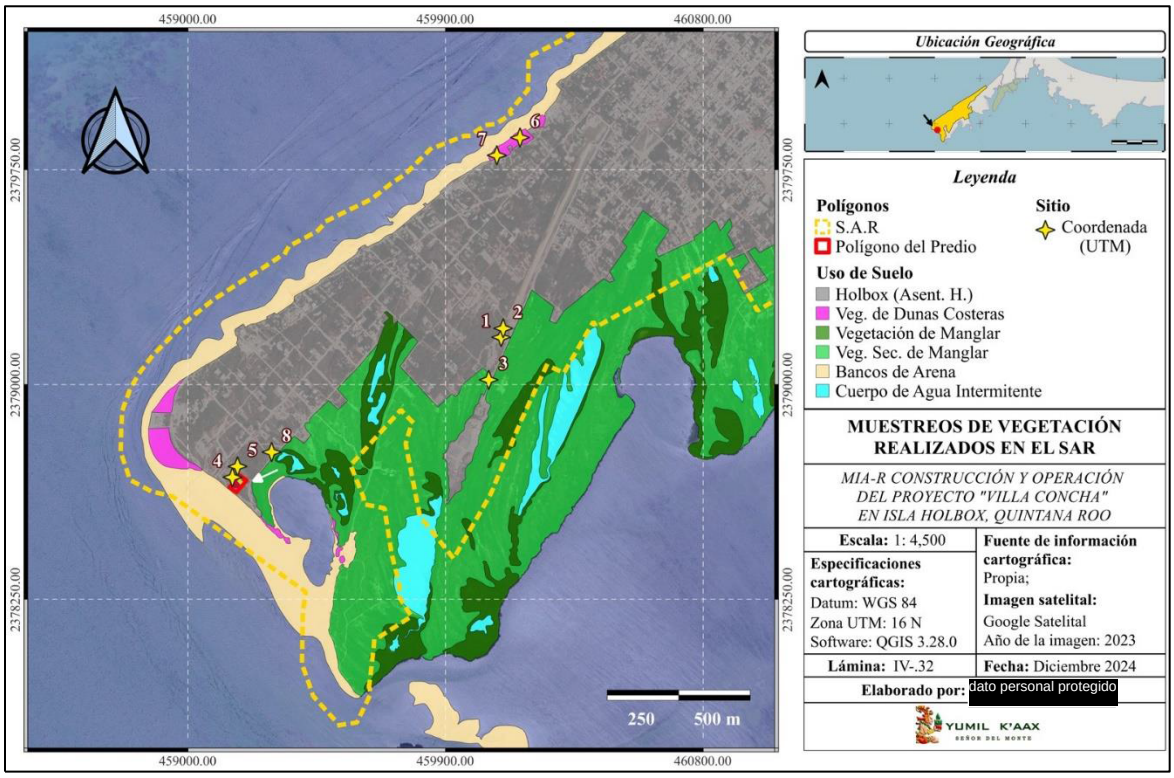


Lámina IV.32. Ubicación de los sitios de muestreo en el SAR.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas en formato UTM de los sitios de muestreo realizados en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.23. Coordenadas UTM del sitio de muestreo en el SAR.

MUESTREOS DE VEGETACIÓN EN EL SAR		
ZONA UTM :16N		
Clave	**Coordenadas**	
	X	**Y**
1	460101.3	2379195.92
2	460094.28	2379164.94
3	460050.62	2379016.18
4	459155	2378676

MUESTREOS DE VEGETACIÓN EN EL SAR		
ZONA UTM :16N		
Clave	**Coordenadas**	
	X	**Y**
5	460160.94	2379862.96
6	460079.58	2379800.07
7	459292	2378764
8	459520.16	2378202.44

- **RIQUEZA**

Se elaboró un listado florístico con base en bibliografía consultada, bases de datos de iNaturalistMX y EncicloVida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como la información recabada en los 8 muestreos y recorridos en campo realizados en el SAR. Para la correcta nomenclatura y nombre científico de las especies identificadas, se consultó y cotejó la base de datos de la World Flora Online (WFO).

El listado florístico cuenta con un total de 118 especies repartidas en 56 familias botánicas. Se encuentra integrado por especies pertenecientes a duna costera como *Ambrosia hispida, Hymenocallis littoralis, Flaveria linearis, Suaeda linearis* y *Tournefortia gnaphalode*; las 4 especies de manglar, siendo esta la comunidad vegetal con mayor superficie en la isla. Al encontrase en el SAR asentamientos humanos, el listado también se compone de especies introducidas, usadas en su gran mayoría por las personas como plantas de ornato, ya sea por sus flores o el consumo de sus frutos, dentro de estas especies encontramos a *Araucaria heterophylla*, *Adonidia merrillii*, *Delonix regia*, *Scaevola taccada*, entre otras.

Las familias que presentaron un mayor número de especies son la familia Fabaceae con 10, le sigue la familia Asteraceae**,** con 7 especies, la familia Apocynaceae y Poaceae con 6 y las familia Euphorbiaceae con 6 especies.

Tabla. IV.24. Listado florístico potencial en el SAR

No.	**Nombre científico**	**Nombre común**
ACANTHACEAE		
1	*Avicennia germinans* (L.) L. *	Mangle negro
2	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F.Daniel	Julub
AIZOACEAE		
3	*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.	Verdolaga de playa
AMARANTHACEAE		
4	*Blutaparon vermiculare* (L.) Mears	Bicho parao
5	*Salicornia bigelovii* Torr.	Vinagrillo

No.	Nombre científico	Nombre común
6	*Suaeda linearis* (Elliott) Moq.	-
AMARYLLIDACEAE		
7	*Crinum asiaticum* L. **	Lirio listado
8	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
9	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
APOCYNACEAE		
10	*Allamanda cathartica* L. **	Copa de oro
11	*Cascabela thevetia* (L.) Lippold	Campanita
12	*Catharanthus roseus* (L.) G.Don **	Jabonera de Madagascar
13	*Nerium oleander* L. **	Adelfa
14	*Plumeria obtusa* L.	Nikte'ch'oom
15	*Plumeria rubra* L.	Flor de mayo
ARACEAE		
16	*Epipremnum aureum* (Linden ex André) G.S.Bunting **	Teléfono
ARALIACEAE		
17	*Polyscias balfouriana* (André) L.H.Bailey **	Aralia baulfuris
ARAUCARIACEAE		
18	*Araucaria heterophylla* (Franco) Franco **	Pino de Norfolk
ARECACEAE		
19	*Adonidia merrillii* (Becc.) Becc. **	Kerpis
20	*Bismarckia nobilis* Hildebrandt & H.Wendl **	Palmera de Bismarck
21	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
22	*Thrinax radiata* Lodd. ex Schult. & Schult.f. *	Chit
ASCLEPIADACEAE		
23	*Calotropis procera* (Aiton) Dryand. **	Algodoncillo gigante
ASPARAGACEAE		
24	*Agave angustifolia* Haw.	Henequén de playa
25	*Dracaena angustifolia* (Medik.) Roxb.	Drago de Madagascar
26	*Dracaena trifasciata* (Prain) Mabb. **	Lengua de vaca
ASPHODELACEAE		
27	*Aloe vera* (L.) Burm.f. **	Sábila
ASTELIACEAE		
28	*Cordyline fruticosa* (L.) A.Chev. **	Planta ti
ASTERACEAE		
29	*Ageratum littorale* Kunth	-
30	*Ambrosia hispida* Pursh	Altanisa de mar
31	*Bidens pilosa* L.	Acahual blanco
32	*Borrichia arborescens* (L.) DC.	Té de playa
33	*Flaveria linearis* Lag.	K'anlol xiiw
34	*Melanthera nivea* (L.) Small	Totolquelite
35	*Tridax procumbens* L.	Hierba del toro
BATACEAE		
36	*Batis maritima* L.	Saladilla

No.	Nombre científico	Nombre común
BORAGINACEAE		
37	*Cordia sebestena* L.	Siricote de playa
38	*Heliotropium curassavicum* L.	Hierba de fuego
39	*Tournefortia gnaphalodes* (L.) Roem. & Schult.	Tabaquillo
BROMELIACEAE		
40	*Tillandsia dasyliriifolia* Baker	Gallinita
BURSERACEAE		
41	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CACTACEAE		
42	*Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck	Cruceta
43	*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.	Nopal de caballo
44	*Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton & Rose	Dama de noche
CASUARINACEAE		
45	*Casuarina equisetifolia* L. **	Casuarina
CHRYSOBALANACEAE		
46	*Chrysobalanus icaco* L.	Icaco
COMBRETACEAE		
47	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo
48	*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn. *	Mangle blanco
49	*Terminalia catappa* L. **	Almendro
COMMELINACEAE		
50	*Tradescantia spathacea* Sw.	Magueyito morado
51	*Callisia fragans* (Lindl.) Woodson	Falsa bromelia
52	*Commelina erecta* L.	Pah-tsá
CONVOLVULACEAE		
53	*Ipomea pes-caprae* (L.) R.Br.	Bejuco de mar
54	*Ipomoea violacea* L.	Manto del cielo
CYPERACEAE		
55	*Cyperus ligularis* L.	Chiquita
56	*Cyperus planifolius* Rich.	Xtup-suk
57	*Fimbristylis cymosa* R.Br.	Ki'ch'em
58	*Fimbristylis spadicea* (L.) Vahl	Camalote
EUPHORBIACEAE		
59	*Codiaeum variegatum* (L.) A.Juss. **	Crotón asiático
60	*Croton punctatus* Jacq.	Hierba jabalí
61	*Euphorbia mesembryanthemifolia* Jacq.	Alfombra de arena costera
62	*Euphorbia hypericifolia* L.	Golondrina
63	*Euphorbia prostrata* Aiton	Golondrina
FABACEAE		
64	*Canavalia rosea* (Sw.) DC.	Frijol de playa
65	*Cassia fistula* L. **	Lluvia de oro
66	*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. **	Flamboyán
67	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	Uaxim
68	*Moringa oleifera* Lam. **	Moringa

No.	Nombre científico	Nombre común
69	*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.	Jabín
70	*Pithecellobium keyense* Britton	Guamúchil yucateco
71	*Senna pallida* (Vahl) H.S.Irwin & Barneby	Abejón
72	*Sophora tomentosa* L.	-
73	*Vachellia cornigera* (L.) Seigler & Ebinger.	Subín
GENTIANACEAE		
74	*Eustoma exaltatum* (L.) Salisb	Violeta
GOODENIACEAE		
75	*Scaevola plumieri* (L.) Vahl	Chunup
76	*Scaevola taccada* (Gaertn.) Roxb. **	Lechuga de mar
LAMIACEAE		
77	*Vitex trifolia* L **	Purpurea
LAURACEAE		
78	*Cassytha filiformis* L.	Fideo de monte
LOGANIACEAE		
79	*Spigelia anthelmia* L.	Lombricera
MALPIGHIACEAE		
80	*Byrsonima crassifolia* Kunth	Nance
MALVACEAE		
81	*Hibiscus rosa-sinensis* L. **	Tulipán chino
82	*Malvaviscus arboreus* Dill. Ex Cav.	Tulipán de monte
83	*Thespesia populnea* Sol. ex Corrêa **	Algodoncillo
84	*Waltheria indica* L.	Malva de monte
MORACEAE		
85	*Ficus benjamina* L. **	Laurel de la India
86	*Ficus obtusifolia* Kunth	Higuerilla
MUSACEAE		
87	*Musa paradisiaca* L. **	Plátano
MYRTACEAE		
88	*Psidium guajava* L.	Guayaba
NYCTAGINACEAE		
89	*Bougainvillea* Comm. ex Juss. **	Bugambilia
ORCHIDACEAE		
90	*Myrmecophila tibicinis* (Bateman ex Lindl.) Rolfe	Lirio
PASSIFLORACEAE		
91	*Passiflora ciliata* Aiton	Maracuyá
PHYLLANTHACEAE		
92	*Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn.	Rocío
POACEAE		
93	*Cenchrus echinatus* L.	Zacate cadillo
94	*Cenchrus spinifex* Cav.	Zacate abrojo de la costa
95	*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.C **	Pasto pata de pollo
96	*Distichlis spicata* (L.) Greene	Grama de la costa
97	*Lasiacis divaricata* (L.) Hitchc.	Carricillo

No.	Nombre científico	Nombre común
98	*Melinis repens* (Willd.) Zizka	Pasto africano rosa
POLYGONACEAE		
99	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar
PORTULACACEAE		
100	*Portulaca oleracea* L.	Verdolaga
PRIMULACEAE		
101	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	Amole
RHAMNACEAE		
102	*Colubrina asiatica* Brongn. **	Pimienta che'
RHIZOPHORACEAE		
103	*Rhizophora mangle* L. *	Mangle rojo
RUBIACEAE		
104	*Ixora coccinea* L. **	Coralito asiático enano
105	*Morinda citrifolia* L.**	Noni
106	*Strumpfia maritima* Jacq.	-
107	*Spermacoe verticillata* L.	Culantrillo
RUTACEAE		
108	*Murraya paniculata* (L.) Jack **	Limonaria
SAPOTACEAE		
109	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote
110	*Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D.Penn.	Caimitillo
SCROPHULARIACEAE		
111	*Capraria biflora* L.	Claudiosa
SOLANACEAE		
112	*Lycium carolinianum* Walter	Saladilla
113	*Solanum donianum* Walp.	Berenjena
STERCULIACEAE		
114	*Whalteria americana* L.	Malva del monte
SURIANACEAE		
115	*Suriana maritima* L.	Tabaquillo
VERBENACEAE		
116	*Lantana involucrata* L.	Orégano xiiw
117	*Phyla nodiflora* (L.) Greene	Bella alfombra
118	*Stachytarpheta cayannensis* (Rich.) Vahl	Verbena

Obsv. = Observación directa, * = NOM-059, ** = Introducida.

Del total de las especies enlistadas en el SAR, 5 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, todas bajo la categoría de amenaza (A). También se consideró la lista roja de la IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) y los anexos de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Tabla IV.25. Especies de bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059, IUCN y CITES.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
ACANTHACEAE					
1	*Avicennia germinans* (L.) L.	Mangle negro	A	NT	-
ARECACEAE					
2	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf.	Chit	A	LC	-
COMBRETACEAE					
3	*Conocarpus erectus* L.	Mangle botoncillo	A	LC	-
4	*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn.	Mangle blanco	A	LC	-
RHIZOPHORACEAE					
5	*Rhizophora mangle* L.	Mangle rojo	A	NT	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada, **IUCN**: LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada.

Se procedió a realizar un listado con las especies que fueron registradas únicamente en los 8 sitios de muestreo, considerando las especies a las cuales se les tomaron datos dasométricos (altura, diámetro y cobertura). De acuerdo datos obtenidos en los muestreos, se obtuvo un listado con 32 especies vegetales distribuías en 23 familias botánicas.

Tabla. IV.26. Listado florístico de los sitios de muestreo en el SAR

No.	Nombre científico	Nombre común
ACANTHACEAE		
1	*Avicennia germinans* (L.) L. *	Mangle negro
AIZOACEAE		
2	*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.	Verdolaga de playa
AMARANTHACEAE		
3	*Blutaparon vermiculare* (L.) Mears	Bicho parao
4	*Salicornia bigelovii* Torr.	Vinagrillo
5	*Suaeda linearis* (Elliott) Moq.	-
AMARYLLIDACEAE		
6	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
7	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
ASTERACEAE		
8	*Flaveria linearis* Lag.	K'anlol xiiw
BATACEAE		
9	*Batis maritima* L.	Saladilla
BORAGINACEAE		
10	*Cordia sebestena* L.	Siricote de playa
BURSERACEAE		
11	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CACTACEAE		
12	*Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck	Cruceta
13	*Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton & Rose	Dama de noche
COMBRETACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
14	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo
15	*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn. *	Mangle blanco
CYPERACEAE		
16	*Fimbristylis cymosa* R.Br.	Ki'ch'em
17	*Fimbristylis spadicea* (L.) Vahl	Camalote
EUPHORBIACEAE		
18	*Euphorbia mesembryanthemifolia* Jacq.	Alfombra de arena costera
FABACEAE		
19	*Pithecellobium keyense* Britton	Guamúchil yucateco
LAURACEAE		
20	*Cassytha filiformis* L.	Fideo de monte
PASSIFLORACEAE		
21	*Passiflora ciliata* Aiton	Maracuyá
POACEAE		
22	*Cenchrus echinatus* L.	Zacate cadillo
23	*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.C **	Pasto pata de pollo
24	*Distichlis spicata* (L.) Greene	Grama de la costa
POLYGONACEAE		
25	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar
PRIMULACEAE		
26	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	Amole
RUBIACEAE		
27	*Spermacoe verticillata* L.	Culantrillo
SOLANACEAE		
28	*Lycium carolinianum* Walter	Saladilla
29	*Solanum donianum* Walp.	Berenjena
SURIANACEAE		
30	*Suriana maritima* L.	Tabaquillo
VERBENACEAE		
31	*Lantana involucrata* L.	Orégano xiiw
32	*Phyla nodiflora* (L.) Greene	Bella alfombra

* = NOM-059, ** = Introducida.

Del total de las especies registradas en los sitios de muestreo realizados en el SAR, 3 especies de mangle se encuentran bajo la categoría de amenaza (A), siendo estas *A.* germinans, *C. erectus* y *L. racemosa*. También se consideró la lista roja de la IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) y los anexos de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Tabla IV.27. Especies de bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059, IUCN y CITES.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
ACANTHACEAE					
1	*Avicennia germinans* (L.) L.	Mangle negro	A	NT	-
COMBRETACEAE					
2	*Conocarpus erectus* L.	Mangle botoncillo	A	LC	-
3	*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn.	Mangle blanco	A	LC	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada; **IUCN**: LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada.

Posterior a la elaboración de los anteriores listados, se procedió a elaborar un listado florístico por cada comunidad muestreada en el SAR.

– **Manglar**

En esta comunidad se registró un total de 22 especies y 15 familias.

Tabla. IV.28. Listado florístico del manglar en el SAR

No.	Nombre científico	Nombre común
ACANTHACEAE		
1	*Avicennia germinans* (L.) L. *	Mangle negro
AIZOACEAE		
2	*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.	Verdolaga de playa
AMARANTHACEAE		
3	*Blutaparon vermiculare* (L.) Mears	Bicho parao
4	*Salicornia bigelovii* Torr.	Vinagrillo
AMARYLLIDACEAE		
5	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
6	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
ASTERACEAE		
7	*Flaveria linearis* Lag.	K'anlol xiiw
BATACEAE		
8	*Batis maritima* L.	Saladilla
BURSERACEAE		
9	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CACTACEAE		
10	*Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck	Cruceta
11	*Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton & Rose	Dama de noche
COMBRETACEAE		
12	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo
13	*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn. *	Mangle blanco
CYPERACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
14	*Fimbristylis cymosa* R.Br.	Ki'ch'em
15	*Fimbristylis spadicea* (L.) Vahl	Camalote
FABACEAE		
16	*Pithecellobium keyense* Britton	Guamúchil yucateco
LAURACEAE		
17	*Cassytha filiformis* L.	Fideo de monte
18	*Distichlis spicata* (L.) Greene	Grama de la costa
PRIMULACEAE		
19	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	Amole
RUBIACEAE		
20	*Spermacoe verticillata* L.	Culantrillo
SOLANACEAE		
21	*Lycium carolinianum* Walter	Saladilla
22	*Solanum donianum* Walp.	Berenjena

* = NOM-059.

– **Vegetación de dunas costeras**

Para la vegetación de dunas costeras se registraron 16 especies y 14 familias.

Tabla. IV.29. Listado florístico de la vegetación de dunas costeras en el SAR

No.	Nombre científico	Nombre común
AIZOACEAE		
1	*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.	Verdolaga de playa
AMARANTHACEAE		
2	*Suaeda linearis* (Elliott) Moq.	-
AMARYLLIDACEAE		
3	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ASTERACEAE		
4	*Flaveria linearis* Lag.	K'anlol xiiw
BORAGINACEAE		
5	*Cordia sebestena* L.	Siricote de playa
COMBRETACEAE		
6	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo
EUPHORBIACEAE		
7	*Euphorbia mesembryanthemifolia* Jacq.	Alfombra de arena costera
LAURACEAE		
8	*Cassytha filiformis* L.	Fideo de monte
PASSIFLORACEAE		
8	*Passiflora ciliata* Aiton	Maracuyá
POACEAE		
10	*Cenchrus echinatus* L.	Zacate cadillo
11	*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.C **	Pasto pata de pollo
POLYGONACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
12	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar
SOLANACEAE		
13	*Solanum donianum* Walp.	Berenjena
SURIANACEAE		
14	*Suriana maritima* L.	Tabaquillo
VERBENACEAE		
15	*Lantana involucrata* L.	Orégano xiiw
16	*Phyla nodiflora* (L.) Greene	Bella alfombra

* = NOM-059, ** = Introducida.

– **ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)**

Con los datos recabados en los sitios de muestreos se realizó un análisis del índice de Valor de Importancia para cada tipo de comunidad vegetal muestreada en el SAR, así como uno general, con la finalidad de conocer la estructura de las especies vegetales que las componen. Para el análisis se utilizó la medición de la cobertura para la dominancia.

Manglar

En la vegetación de manglar se contabilizó un total de 22 especies y 194 individuos, siendo *Conocarpus erectus* la especie que obtuvo el mayor valor de IVI con 127.919, seguido de *Avicennia germinans* con 30.940, *Sesuvium portulacastrum* con 23.593, *Distichlis spicata* con 16.761 y *Flaveria linearis* con 14.455.

T**abla IV.30.** Índice de Valor de Importancia para el manglar.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	90	46.392	6	10.526	694.25	71.001	127.919
2	*Avicennia germinans*	Mangle negro	19	9.794	5	8.772	121	12.375	30.940
3	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	19	9.794	6	10.526	32	3.273	23.593
4	*Distichlis spicata*	Grama de la costa	13	6.701	4	7.018	29.75	3.043	16.761
5	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	8	4.124	5	8.772	15.25	1.560	14.455
6	*Batis maritima*	Saladilla	9	4.639	5	8.772	8.75	0.895	14.306
7	*Fimbristylis spadicea*	Camalote	6	3.093	4	7.018	5.25	0.537	10.647
8	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	5	2.577	3	5.263	20	2.045	9.886
9	*Bonellia macrocarpa*	Amole	4	2.062	2	3.509	4	0.409	5.980
10	*Solanum donianum*	Berenjena	3	1.546	2	3.509	3	0.307	5.362
11	*Pithecellobium keyense*	Guamúchil yucateco	2	1.031	1	1.754	25	2.557	5.342
12	*Salicornia bigelovii*	Vinagrillo	3	1.546	2	3.509	2.56	0.262	5.317

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
13	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	2	1.031	2	3.509	1.75	0.179	4.719
14	*Fimbristylis cymosa*	Ki'ch'em	2	1.031	2	3.509	1.75	0.179	4.719
15	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	2	1.031	1	1.754	1.5	0.153	2.939
16	*Metopium brownei*	Chechem	1	0.515	1	1.754	4	0.409	2.679
17	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte	1	0.515	1	1.754	2.5	0.256	2.526
18	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	1	0.515	1	1.754	2	0.205	2.474
19	*Bursera simaruba*	Chaká	1	0.515	1	1.754	2	0.205	2.474
20	*Selenicereus grandiflorus*	Dama de noche	1	0.515	1	1.754	1	0.102	2.372
21	*Lycium carolinianum*	Saladilla	1	0.515	1	1.754	0.25	0.026	2.295
22	*Spermacoe verticillata*	Culantrillo	1	0.515	1	1.754	0.25	0.026	2.295
TOTAL			**194**	**100.000**	**57**	**100.000**	**977.81**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Dominancia absoluta, DR = Dominancia relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

Vegetación de dunas costeras

Para la vegetación de dunas costeras se contabilizó un total de 16 especies y 53 individuos, donde *Flaveria linearis* es la especie con el mayor valor de IVI con 39.469, seguido de *Sesuvium portulacastrum* con 29.393, *Passiflora ciliata* con 24.957, *Suaeda linearis* con 24.170 y *Conocarpus erectus* con 24.033.

T**abla IV.31.** Índice de Valor de Importancia para la vegetación de dunas costeras.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	8	15.094	2	8.696	15.5	15.679	39.469
2	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	4	7.547	2	8.696	13	13.150	29.393
3	*Passiflora ciliata*	Maracuyá	5	9.434	2	8.696	6.75	6.828	24.957
4	*Suaeda linearis*	-	3	5.660	1	4.348	14	14.161	24.170
5	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	4	7.547	1	4.348	12	12.138	24.033
6	*Cenchrus echinatus*	Zacate cadillo	3	5.660	2	8.696	9	9.104	23.460
7	*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de pollo	4	7.547	2	8.696	6	6.069	22.312
8	*Phyla nodiflora*	Bella alfombra	5	9.434	2	8.696	3	3.035	21.164
9	*Euphorbia mesembryanthemifolia*	Alfombra de arena costera	4	7.547	2	8.696	4	4.046	20.289
10	*Coccoloba uvifera*	Uvero	3	5.660	1	4.348	5	5.058	15.066
11	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte	3	5.660	1	4.348	4	4.046	14.054
12	*Lantana involucrata*	Orégano xiiw	3	5.660	1	4.348	1.61	1.629	11.637
13	*Cordia sebestena*	Siricote de playa	1	1.887	1	4.348	2	2.023	8.258
14	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	1	1.887	1	4.348	1	1.012	7.246
15	*Solanum donianum*	Berenjena	1	1.887	1	4.348	1	1.012	7.246

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
16	*Suriana maritima*	Tabaquillo	1	1.887	1	4.348	1	1.012	7.246
TOTAL			**53**	**100.000**	**23**	**100.000**	**98.860**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Dominancia absoluta, DR = Dominancia relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

General

De manera general, se tomó en cuenta a todos los individuos registrados en las comunidades vegetales muestreadas. Después de realizar los cálculos, *Conocarpus erectus* resultó la especie de mayor importancia estructural con un valor de IVI de 112.402, seguido de *Avicennia germinans* con 25.181, *Sesuvium portulacastrum* con 23.491, *Flaveria linearis* con 18.084 y *Distichlis spicata* con 13.026.

Como se observa, las especies que resultaron con el mayor valor de IVI corresponden la comunidad de manglar, esto se debe a que es la comunidad con mayor superficie en el SAR, y de manera general es la comunidad predominante en la isla Holbox. Siendo la gran mayoría de los elementos arbóreos y arbustivos pertenecientes a especies de mangle. Por otra parte, destacan especies herbáceas *Sesuvium portulacastrum, Flaveria linearis* y *Distichlis spicata* como las siguientes especies con mayor IVI.

Tabla IV.32. Índice de Valor de Importancia general.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	94	38.057	7	8.75	706.25	65.596	112.402
2	*Avicennia germinans*	Mangle negro	19	7.692	5	6.25	121	11.238	25.181
3	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	23	9.312	8	10	45	4.180	23.491
4	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	16	6.478	7	8.75	30.75	2.856	18.084
5	*Distichlis spicata*	Grama de la costa	13	5.263	4	5	29.75	2.763	13.026
6	*Batis maritima*	Saladilla	9	3.644	5	6.25	8.75	0.813	10.706
7	*Fimbristylis spadicea*	Camalote	6	2.429	4	5	5.25	0.488	7.917
8	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	5	2.024	3	3.75	20	1.858	7.632
9	*Solanum donianum*	Berenjena	4	1.619	3	3.75	4	0.372	5.741
10	*Passiflora ciliata*	Maracuyá	5	2.024	2	2.5	6.75	0.627	5.151
11	*Phyla nodiflora*	Bella alfombra	5	2.024	2	2.5	3	0.279	4.803
12	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte	4	1.619	2	2.5	6.5	0.604	4.723
13	*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de pollo	4	1.619	2	2.5	6	0.557	4.677
14	*Cenchrus echinatus*	Zacate cadillo	3	1.215	2	2.5	9	0.836	4.550
15	*Bonellia macrocarpa*	Amole	4	1.619	2	2.5	4	0.372	4.491

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
16	*Euphorbia mesembryanthemifolia*	Alfombra de arena costera	4	1.619	2	2.5	4	0.372	4.491
17	*Pithecellobium keyense*	Guamúchil yucateco	2	0.810	1	1.25	25	2.322	4.382
18	*Salicornia bigelovii*	Vinagrillo	3	1.215	2	2.5	2.56	0.238	3.952
19	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	3	1.215	2	2.5	2.5	0.232	3.947
20	*Suaeda linearis*	-	3	1.215	1	1.25	14	1.300	3.765
21	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	2	0.810	2	2.5	1.75	0.163	3.472
22	*Fimbristylis cymosa*	Ki'ch'em	2	0.810	2	2.5	1.75	0.163	3.472
23	*Coccoloba uvifera*	Uvero	3	1.215	1	1.250	5	0.464	2.929
24	*Lantana involucrata*	Orégano xiiw	3	1.215	1	1.25	1.61	0.150	2.614
25	*Metopium brownei*	Chechem	1	0.405	1	1.25	4	0.372	2.026
26	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	1	0.405	1	1.250	2	0.186	1.841
27	*Bursera simaruba*	Chaká	1	0.405	1	1.250	2	0.186	1.841
28	*Cordia sebestena*	Siricote de playa	1	0.405	1	1.25	2	0.186	1.841
29	*Selenicereus grandiflorus*	Dama de noche	1	0.405	1	1.25	1	0.093	1.748
30	*Suriana maritima*	Tabaquillo	1	0.405	1	1.25	1	0.093	1.748
31	*Lycium carolinianum*	Saladilla	1	0.405	1	1.25	0.25	0.023	1.678
32	*Spermacoe verticillata*	Culantrillo	1	0.405	1	1.25	0.25	0.023	1.678
TOTAL			**247**	**100.000**	**80**	**100.000**	**1076.670**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Dominancia absoluta, DR = Dominancia relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

– **ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H')**

El análisis de la diversidad es importante porque permite conocer que tan diverso es el sitio muestreado y si se encuentra saludable. Por lo que se procedió a calcular los índices de diversidad para cada tipo de vegetación encontrada en el predio

Manglar

Esta vegetación presentó una riqueza de 22 especies, obteniendo un valor de H' de 2.056, el cual se encuentra dentro de los valores normales del índice, H'max presentó un valor de 3.091, mientras que J' obtuvo un valor de 0.665. Los valores de H'max y J' se deben a que, especies como *Conocarpus erectus, Avicennia germinans* y *Sesuvium portulacastrum* fueron las más abundantes, en especial *C. erectus*, por lo tanto, la equitatividad con respecto a las demás especies que componente a la comunidad se ve afectada.

Tabla IV.33. Índice de diversidad para el manglar.

No.	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	1	0.005	-5.268	-0.027
2	*Avicennia germinans*	Mangle negro	19	0.098	-2.323	-0.228
3	*Batis maritima*	Saladilla	9	0.046	-3.071	-0.142
4	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	2	0.010	-4.575	-0.047
5	*Bonellia macrocarpa*	Amole	4	0.021	-3.882	-0.080
6	*Bursera simaruba*	Chaká	1	0.005	-5.268	-0.027
7	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte	1	0.005	-5.268	-0.027
8	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	90	0.464	-0.768	-0.356
9	*Distichlis spicata*	Grama de la costa	13	0.067	-2.703	-0.181
10	*Fimbristylis cymosa*	Ki'ch'em	2	0.010	-4.575	-0.047
11	*Fimbristylis spadicea*	Camalote	6	0.031	-3.476	-0.108
12	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	8	0.041	-3.188	-0.131
13	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	2	0.010	-4.575	-0.047
14	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	5	0.026	-3.658	-0.094
15	*Lycium carolinianum*	Saladilla	1	0.005	-5.268	-0.027
16	*Metopium brownei*	Chechem	1	0.005	-5.268	-0.027
17	*Pithecellobium keyense*	Guamúchil yucateco	2	0.010	-4.575	-0.047
18	*Salicornia bigelovii*	Vinagrillo	3	0.015	-4.169	-0.064
19	*Selenicereusgrandiflorus*	Dama de noche	1	0.005	-5.268	-0.027
20	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	19	0.098	-2.323	-0.228
21	*Solanum donianum*	Berenjena	3	0.015	-4.169	-0.064
22	*Spermacoe verticillata*	Culantrillo	1	0.005	-5.268	-0.027
TOTAL			**194**			**-2.056**
					Riqueza (S)	**22**
					H'	**2.056**
					H'max	**3.091**
					J'	**0.665**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =Índice de equidad.

Vegetación de dunas costeras

La vegetación de dunas costeras presentó una riqueza de 16 especies, obteniendo un valor de H' de 2.623, siendo una diversidad baja, H'max presentó un valor de 2.773, mientras que J' obtuvo un valor de 0.946. Se aprecia que los valores de H' y H'max son cercanos, así como el valor de J' tiende a 1, lo cual indica que tanto el número de especies como los individuos se encuentran cercanos a la equitatividad.

Tabla IV.34. Índice de diversidad para la vegetación de dunas costeras.

No.	Nombre científico	Nombre común	Indiv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte	3	0.057	-2.872	-0.163
2	*Cenchrus echinatus*	Zacate cadillo	3	0.057	-2.872	-0.163
3	*Coccoloba uvifera*	Uvero	3	0.057	-2.872	-0.163
4	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	4	0.075	-2.584	-0.195
5	*Cordia sebestena*	Siricote de playa	1	0.019	-3.970	-0.075
6	*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de pollo	4	0.075	-2.584	-0.195
7	*Euphorbia mesembryanthemifolia*	Alfombra de arena costera	4	0.075	-2.584	-0.195
8	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	8	0.151	-1.891	-0.285
9	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	1	0.019	-3.970	-0.075
10	*Lantana involucrata*	Orégano xiiw	3	0.057	-2.872	-0.163
11	*Passiflora ciliata*	Maracuyá	5	0.094	-2.361	-0.223
12	*Phyla nodiflora*	Bella alfombra	5	0.094	-2.361	-0.223
13	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	4	0.075	-2.584	-0.195
14	*Solanum donianum*	Berenjena	1	0.019	-3.970	-0.075
15	*Suaeda linearis*	-	3	0.057	-2.872	-0.163
16	*Suriana maritima*	Tabaquillo	1	0.019	-3.970	-0.075
TOTAL			**53**			**-2.623**
					Riqueza (S)	**16**
					H'	**2.623**
					H'max	**2.773**
					J'	**0.946**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =Índice de equidad.

General

De manera general, se presentó un a riqueza de 32 especies, resultando el valor de diversidad en 2.517, encontrándose dentro de los valores normales del índice. H'max presentó un valor de 3.466, mientras que J' obtuvo un valor de 0.726. La diferencia entre los valores de H' y H'max se debe a que ciertas especies presentan una mayor abundancia en comparación con el resto, como por *C. erectus*, *A. germinans* y *S. portulacastrum*.

Tabla IV.35. Índices de diversidad general.

No.	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	1	0.004	-5.509	-0.022
2	*Avicennia germinans*	Mangle negro	19	0.077	-2.565	-0.197
3	*Batis maritima*	Saladilla	9	0.036	-3.312	-0.121

No.	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
4	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	2	0.008	-4.816	-0.039
5	*Bonellia macrocarpa*	Amole	4	0.016	-4.123	-0.067
6	*Bursera simaruba*	Chaká	1	0.004	-5.509	-0.022
7	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte	4	0.016	-4.123	-0.067
8	*Cenchrus echinatus*	Zacate cadillo	3	0.012	-4.411	-0.054
9	*Coccoloba uvifera*	Uvero	3	0.012	-4.411	-0.054
10	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	94	0.381	-0.966	-0.368
11	*Cordia sebestena*	Siricote de playa	1	0.004	-5.509	-0.022
12	*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de pollo	4	0.016	-4.123	-0.067
13	*Distichlis spicata*	Grama de la costa	13	0.053	-2.944	-0.155
14	*Euphorbia mesembryanthemifolia*	Alfombra de arena costera	4	0.016	-4.123	-0.067
15	*Fimbristylis cymosa*	Ki'ch'em	2	0.008	-4.816	-0.039
16	*Fimbristylis spadicea*	Camalote	6	0.024	-3.718	-0.090
17	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	16	0.065	-2.737	-0.177
18	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	3	0.012	-4.411	-0.054
19	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	5	0.020	-3.900	-0.079
20	*Lantana involucrata*	Orégano xiiw	3	0.012	-4.411	-0.054
21	*Lycium carolinianum*	Saladilla	1	0.004	-5.509	-0.022
22	*Metopium brownei*	Chechem	1	0.004	-5.509	-0.022
23	*Passiflora ciliata*	Maracuyá	5	0.020	-3.900	-0.079
24	*Phyla nodiflora*	Bella alfombra	5	0.020	-3.900	-0.079
25	*Pithecellobium keyense*	Guamúchil yucateco	2	0.008	-4.816	-0.039
26	*Salicornia bigelovii*	Vinagrillo	3	0.012	-4.411	-0.054
27	*Selenicereus grandiflorus*	Dama de noche	1	0.004	-5.509	-0.022
28	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	23	0.093	-2.374	-0.221
29	*Solanum donianum*	Berenjena	4	0.016	-4.123	-0.067
30	*Spermacoe verticillata*	Culantrillo	1	0.004	-5.509	-0.022
31	*Suaeda linearis*	-	3	0.012	-4.411	-0.054
32	*Suriana maritima*	Tabaquillo	1	0.004	-5.509	-0.022
TOTAL			**247**			**-2.517**
					Riqueza (S)	**32**
					H'	**2.517**
					H'max	**3.466**
					J'	**0.726**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =Índice de equidad.

De las dos comunidades muestreadas, la vegetación de dunas costeras fue la que presentó una mayor diversidad, esto a pesar de que la comunidad de manglar presentó un mayor número de especies (22), en comparación con las 16 especies encontradas en la vegetación de dunas costeras. Esto se debe a que en el manglar la mayor abundancia de individuos corresponde a las especies de mangle *C. erectus* y *A. germinans*,

caso contrario en la vegetación de dunas, en donde la abundancia de los individuos que presentan las especies es más equitativa.

PREDIO

El predio del proyecto "*Villa Concha*" se encuentra ubicado en el municipio de Lázaro Cárdenas, en el estado de Quintana Roo, cuenta con una superficie de 1,670.68 m^2. De acuerdo con la Subzonificación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, el predio se encuentra Subzona de Asentamientos Humanos Holbox. Asimismo, de acuerdo con la Carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (Serie VII), el predio se encuentra dentro del uso de suelo correspondiente a Asentamientos humanos.

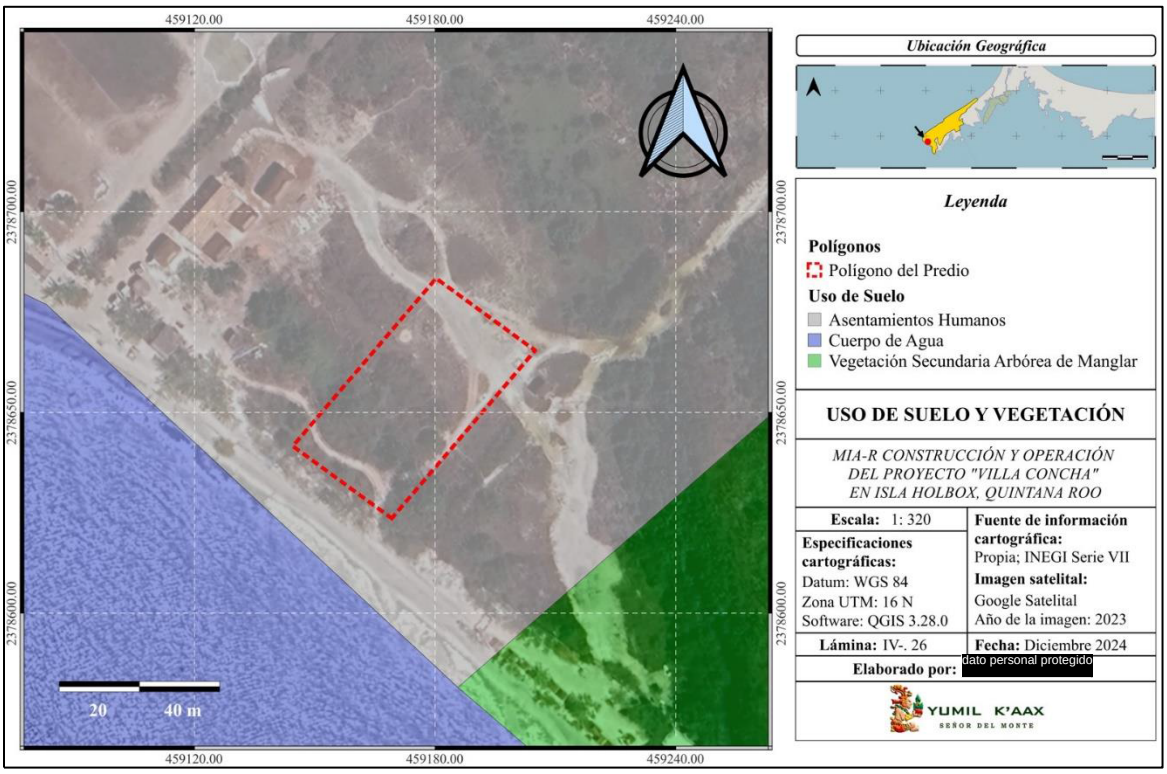


Lámina. IV.33. Uso de suelo y vegetación presente en el predio de acuerdo con el INEGI.

Tabla. IV.35. Superficies de uso de suelo y vegetación presentes en el predio de acuerdo con el INEGI.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PREDIO (INEGI Serie VII)		
Uso de suelo	**Área (m^2)**	**Área (ha)**
Asentamientos humanos	1,670.68	0.167
TOTAL	**1.670.68**	**0.167**

Si bien el predio se encuentra dentro de un área de asentamientos humanos, dentro de este no se presentan obras civiles, por lo que, se presenta una cobertura vegetal, siendo conformada por elementos de porte arbustivo pertenecientes a especies de manglar, así como individuos herbáceos, el predio también cuenta dentro de su superficie con áreas sin vegetación.

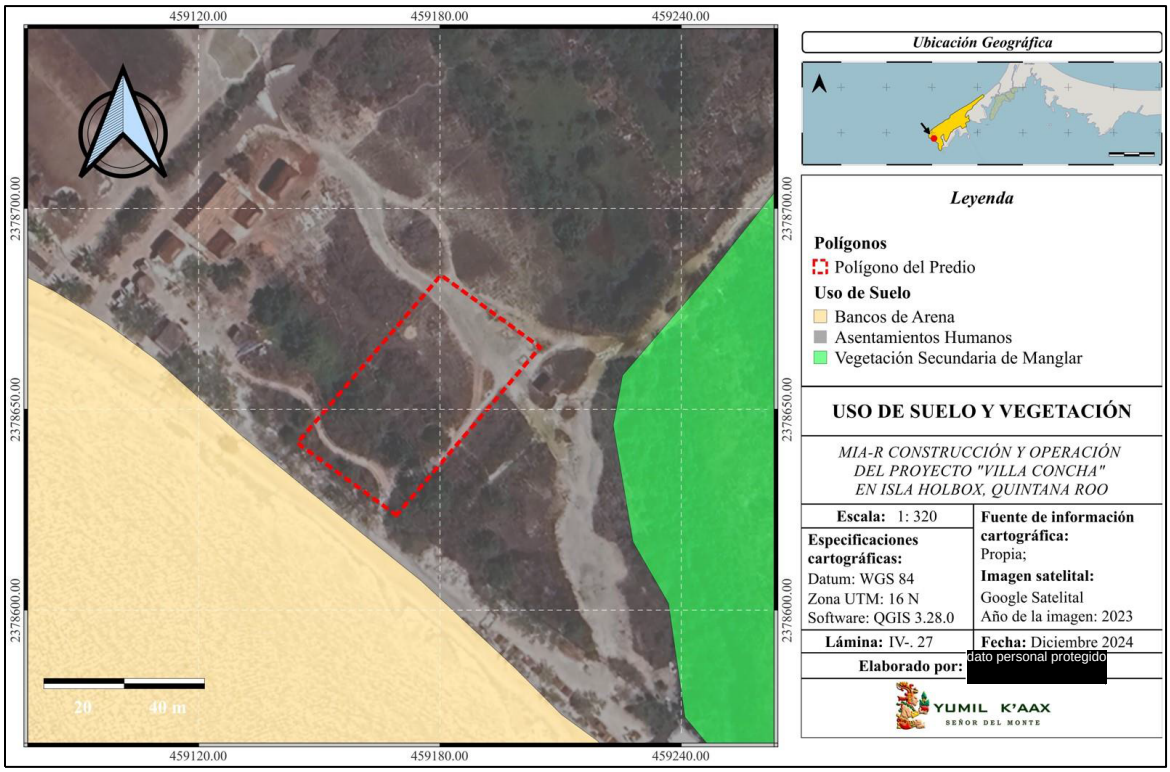


Lámina. IV.34. Uso de suelo y vegetación registrado en el predio.

Tabla. IV.36. Superficies de cobertura vegetal presente en el predio.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PREDIO		
Uso de Suelo	**Área (m^2)**	**%**
Vegetación Secundaria Arbustiva de Manglar	685.48	41.03
Cobertura Herbácea	498.33	29.83
Áreas Sin Vegetación	486.87	29.14
TOTAL	**1,670.68**	**100.00**

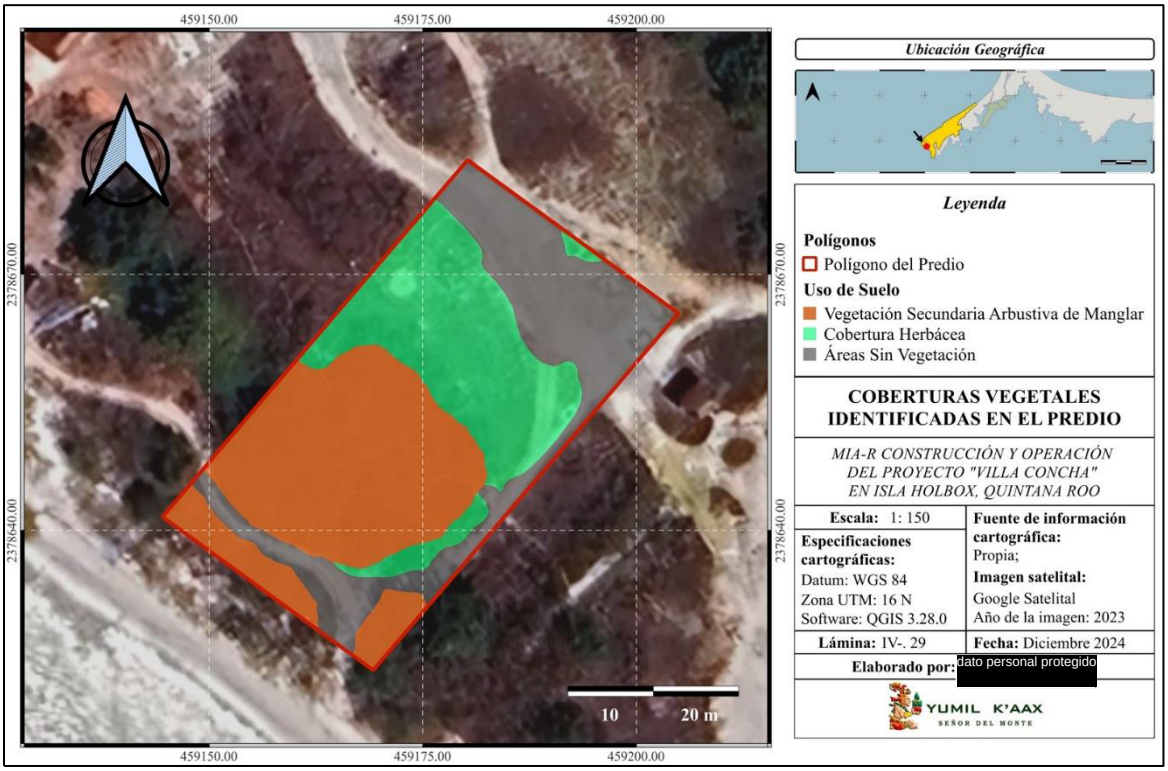


Lámina. IV.35. Cobertura vegetal registrada en el predio.

Cobertura vegetal en el predio

El predio del proyecto "*Villa Concha*" actualmente presenta una vegetación secundaria arbustiva de manglar que cuenta con una superficie de 685.48 m^2, en donde se registró la presencia de dos especies de mangle correspondientes a *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y *Avicennia germinans* (mangle negro), ambas especies están listadas bajo la categoría de amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los individuos de estas dos especies presentan alturas entre 2 y 3 m, de los cuales *C. erectus* es la más abundante. La cobertura vegetal con presencia de elementos de manglar se encuentra en la zona del predio más cercana a la costa, además de los elementos de manglar, en esta zona también se distribuyen individuos arbustivos de *Pithecellobium keyense*, así como la herbácea *Batis maritima*. Por otro lado, 498.33 m^2 corresponden a vegetación herbácea, entre las especies que lo componen, destacan *Distichlis spicata, Sesuvium portulacastrum* y *Fimbristylis spadicea.* Con esto, se tiene que la cobertura vegetal total en el predio correspondiente a 1,183.81 m^2. Además de la superficie anteriormente mencionada, se cuentan con áreas sin vegetación, las cuales corresponden a una superficie de 486.87 m^2. Con las dos últimas superficies mencionadas, se tiene la superficie total del predio (1,670.68 m^2).

Se debe recalcar que, al momento de realizar las obras del proyecto, se aprovecharán las áreas sin vegetación aparente y parte del área con presencia de individuos herbáceos, esto con el objetivo de remover la menor cantidad de plantas herbáceas. Por lo tanto, los individuos de las especies de mangle, *C. erectus* y *A. germinans* no se verán afectados, con esto, la comunidad de manglar mantendrá sus procesos ecológicos, los servicios ambientales que proporciona, así como su flujo hidrológico. Es importante mencionar que a vegetación secundaria arbustiva de manglar (685.48 m^2) será designada como un área de conservación.



Fotografía IV.16. Aspecto de la cobertura herbácea y arbustiva en el predio del

También es importante mencionar que en una parte de la zona cubierta por individuos herbáceos se observan residuos sólidos, en su mayoría troncos de madera, frutos de coco y plásticos. Lo cual indica que los habitantes y/o turistas entran al predio a desechar lo anteriormente mencionado, lo cual puede traer problemas como criaderos de mosquitos y otras plagas, lo que puede llegar a generar a su vez focos de infección. Estos desechos serán recolectados antes de que se realicen las obras, beneficiando a la comunidad eliminando estos posibles focos de infección y criaderos de plagas.



Fotografías IV.17 y IV.18. Área del predio con residuos sólidos ajenos al

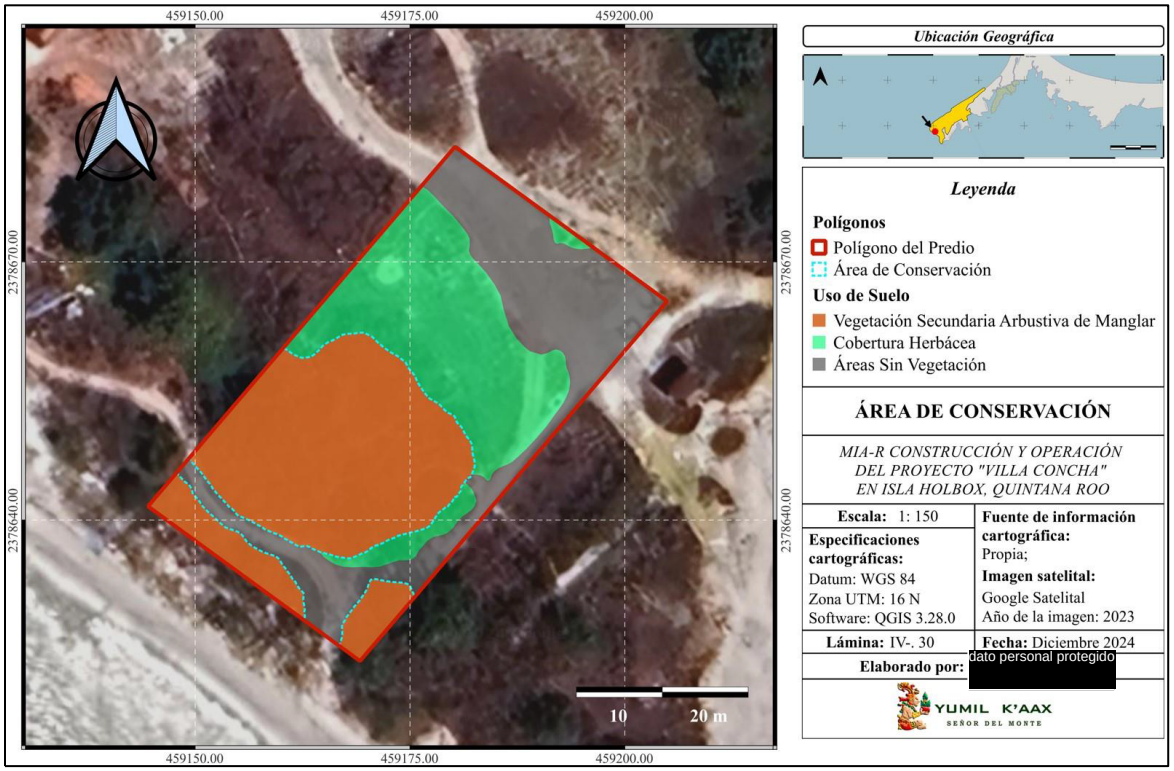


Lámina. IV.36. Área de conservación en el predio.

- **MUESTREOS**

Se establecieron 2 sitios de muestreo en el predio, siendo estos circulares (rodales) con un área de 500 m^2. Para el establecimiento de los sitios de muestreo, una vez ubicado el punto de interés, se identificó el centro

tomando como referencia un árbol o en su caso, se colocó una estaca, el cual fue marcado, partiendo de este, con ayuda de un GPS se extendió una primera línea de 12.62 m en dirección al Norte, marcando el punto límite. Este mismo proceso fue realizado para cada uno de los puntos cardinales; una vez colocados y marcados los radios de la circunferencia, el sitio de muestreo se dividió en 4 subcudrantes de 125 m^2 cada uno, los cuales se nombraron A, B, C y D. La toma de datos se realizó de subcuadrante en subcuadrante, avanzando en sentido de las manecillas del reloj. Dentro de los datos dasométricos que se tomaron a los individuos, se consideró el diámetro a la altura del pecho (DAP a partir de 5 cm), la altura total, cobertura, y si se presentaba, altura del fuste. En el sitio 1 únicamente se muestrearon individuos herbáceas, mientras que en el sitio 2 se contabilizaron los individuos arbustivos.

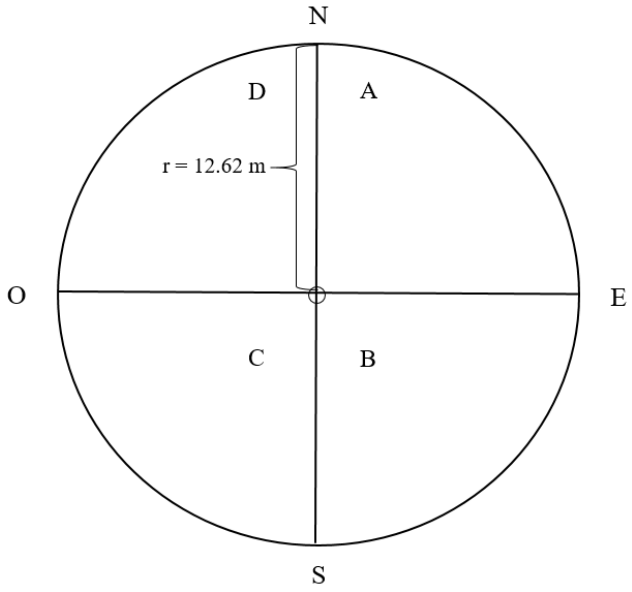


Figura IV.11. Representación de los sitios de muestreo.

Las especies fueron identificadas en campo, se tomaron fotografías de las partes más representativas de los individuos, como tallo, hojas y en caso de presentarse, flor y/o fruto. Las especies, así como los nombres científicos fueron cotejadas en la base de datos de la "World Flora Online" (WFO).

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas en formato UTM de los sitios de muestreo realizados en el predio.

Tabla IV.37. Coordenadas UTM del sitio de muestreo en el predio.

MUESTREOS DE VEGETACIÓN EN EL PREDIO		
ZONA UTM :16N		
Sitio	**Coordenadas**	
	X	**Y**
1	459187.00	2378663.00
2	459169.00	2378644.00

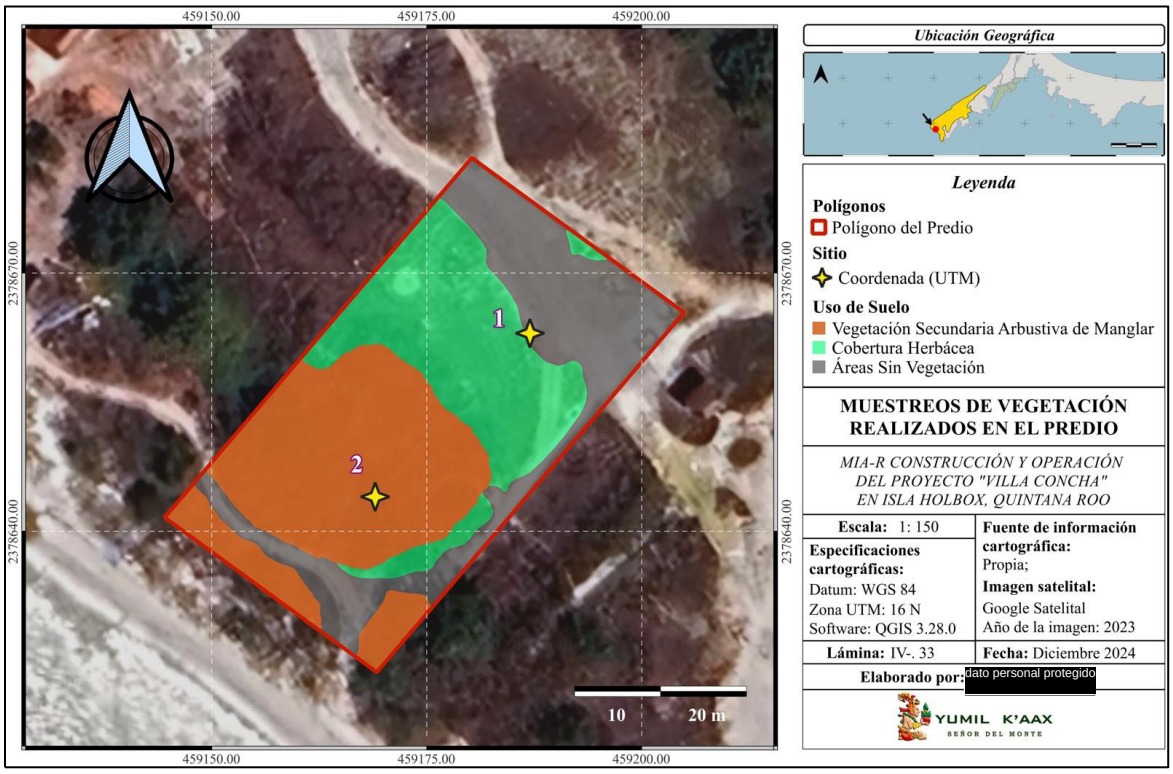


Lámina IV.37. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio.

- **RIQUEZA**

Se realizaron recorridos en el predio, con la información recabada en estos, así como en los muestreos realizados en el predio se procedió a elaborar un listado con las especies observadas, donde se contabilizó un total de 12 especies repartidas en 11 familias presentes en el predio Es importante mencionar que este listado tiene como objetivo reportar el mayor número de especies que se encuentran presentes en el predio, ya que, al realizar recorridos se pueden avistar más especies en comparación con los muestreos, los cuales son más puntuales y de acuerdo con la CONAFOR (2011a) son elementos utilizados para seleccionar una muestra representativa; en este caso de la vegetación presente en el predio.

Tabla. IV.38. Listado florístico general del predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
ACANTHACEAE		
1	*Avicennia germinans* (L.) L. *	Mangle negro
AIZOACEAE		
2	*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.	Verdolaga de playa
AMARANTHACEAE		
3	*Blutaparon vermiculare* (L.) Mears	Bicho parao
4	*Salicornia bigelovii* Torr.	Vinagrillo
ASTERACEAE		
5	*Flaveria linearis* Lag.	K'anlol xiiw
BATACEAE		
6	*Batis maritima* L.	Saladilla
COMBRETACEAE		
7	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo
CYPERACEAE		
8	*Fimbristylis spadicea* (L.) Vahl	Camalote
FABACEAE		
9	*Pithecellobium keyense* Britton	Guamúchil yucateco
LAURACEAE		
10	*Cassytha filiformis* L.	Fideo de monte
POACEAE		
11	*Distichlis spicata* (L.) Greene	Grama de la costa
SOLANACEAE		
12	*Lycium carolinianum* Walter	Saladilla

* = NOM-059.

Del total de especies observadas, dos se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo dos las especies de mangle anteriormente mencionadas, el mangle blanco (*A. germinans*) y el mangle botoncillo (*C. erectus*), especies que se encuentran bajo la categoría de amenazada. También se consideró las categorías de riesgo según lista roja de la IUCN y los anexos de la CITES.

Tabla. IV.39. Especies de bajo alguna categoría de amenaza de acuerdo con la NOM-059, IUCN y CITES observadas en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
ACANTHACEAE					
1	*Avicennia germinans* (L.) L.	Mangle negro	A	NT	-
COMBRETACEAE					
2	*Conocarpus erectus* L.	Mangle botoncillo	A	LC	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada, Pr = Sujeta a protección especial; **IUCN**: LC = Preocupación menor, VU = Vulnerable.

Se procedió a la realización del listado de las especies que se registraron únicamente en los 2 sitios de muestreo en el predio, considerando las especies a las cuales se les tomaron datos dasométricos (altura, diámetro y cobertura).

La familia Amaranthaceae cuenta con dos especies, mientras que el resto de las familias se encuentran representadas con solo una especie. Destacan las especies de manglar *Avicennia germinans* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), como especies con fisonomía arbustiva, el resto de especies registradas en el predio presentan una forma de vida herbácea.

Tabla. IV.40. Listado de especies registradas en los sitios de muestreo en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
ACANTHACEAE		
1	*Avicennia germinans* (L.) L. *	Mangle negro
AIZOACEAE		
2	*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.	Verdolaga de playa
AMARANTHACEAE		
3	*Blutaparon vermiculare* (L.) Mears	Bicho parao
4	*Salicornia bigelovii* Torr.	Vinagrillo
ASTERACEAE		
5	*Flaveria linearis* Lag.	K'anlol xiiw
COMBRETACEAE		
6	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo
CYPERACEAE		
7	*Fimbristylis spadicea* (L.) Vahl	Camalote
POACEAE		
8	*Distichlis spicata* (L.) Greene	Grama de la costa
SOLANACEAE		
9	*Lycium carolinianum* Walter	Saladilla

* = NOM-059.

Del total de especies registradas, únicamente el mangle blanco (*A. germinans*) y el mangle botoncillo (*C. erectus*) se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo ambos catalogados como amenazada (A). También se consideró las categorías de riesgo según lista roja de la IUCN y los anexos de la CITES.

Tabla. IV.41. Especies de bajo alguna categoría de amenaza de acuerdo con la NOM-059, IUCN y CITES registradas en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
ACANTHACEAE					
1	*Avicennia germinans* (L.) L.	Mangle negro	A	NT	-
COMBRETACEAE					

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
2	*Conocarpus erectus* L.	Mangle botoncillo	A	LC	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada, Pr = Sujeta a protección especial; **IUCN**: LC = Preocupación menor, VU = Vulnerable.

- **ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)**

Con los datos recabados en los 2 sitios de muestreo se realizó un análisis del Índice de Valor de Importancia para la vegetación encontrada en el predio, así como uno general, con la finalidad de conocer la estructura de las especies vegetales presentes. Para la vegetación herbácea y el general, se utilizó la medición de la cobertura para la dominancia, mientras que para la vegetación arbustiva se utilizó el DAP.

Cobertura herbácea

En la vegetación herbácea se contabilizó un total de 7 especies y 26 individuos, donde la especie que obtuvo el mayor valor de IVI es *Distichlis spicata* con 118.062, seguido de *Sesuvium portulacastrum* con 46.663, *Salicornia bigelovii* con 35.739, *Fimbristylis spadicea* con 34.115 y *Blutaparon vermiculare* con 28.652.

T**abla IV.42.** Índice de Valor de Importancia para la vegetación herbácea.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Distichlis spicata*	Grama de la costa	5	19.231	1	14.286	209.25	84.545	118.062
2	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	7	26.923	1	14.286	13.5	5.455	46.663
3	*Salicornia bigelovii*	Vinagrillo	5	19.231	1	14.286	5.5	2.222	35.739
4	*Fimbristylis spadicea*	Camalote	4	15.385	1	14.286	11	4.444	34.115
5	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	3	11.538	1	14.286	7	2.828	28.652
6	*Lycium carolinianum*	Saladilla	1	3.846	1	14.286	1	0.404	18.536
7	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	1	3.846	1	14.286	0.25	0.101	18.233
TOTAL			**26**	**100.000**	**7**	**100.000**	**247.5**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Dominancia absoluta, DR = Dominancia relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

Vegetación secundaria arbustiva de manglar

En la vegetación arbustiva se contabilizó un total de 2 especies, siendo ambas mangles, donde *Conocarpus erectus* es la especie con el mayor valor de IVI con 221.129, mientras que *Avicennia germinans* presentó un valor de 78.871.

T**abla IV.43.** Índice de Valor de Importancia para la vegetación arbustiva.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	26	83.871	2	66.667	3167.715	70.592	221.129
2	*Avicennia germinans*	Mangle negro	5	16.129	1	33.333	1319.668	29.408	78.871
TOTAL			**31**	**100.000**	**3**	**100.000**	**4487.383**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Dominancia absoluta, DR = Dominancia relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

General

De manera general, se tomó en cuenta a todos los individuos registrados en los sitios de muestreo realizados en el predio. Después de realizar los cálculos, *C. erectus* resultó la especie de mayor importancia estructural con un valor de IVI de 92.728, seguido de *Distichlis spicata* con 74.946, S*esuvium portulacastrum* con 25.905, *Avicennia germinans* con 25.215 y *Salicornia bigelovii* con 20.248.

Como se observa, las especies que resultaron con el mayor valor de IVI corresponden a las especies de mangle, las cuales, al presentar formas de vida arbustivas, estos a su vez se refleja en una mayor biomasa. Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el área con presencia de vegetación arbustiva (685.48 m^2) es mayor en comparación con el área de la vegetación herbácea (491.05 m^2).

T**abla IV.44.** Índice de Valor de Importancia general

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	26	45.614	2	20.000	101	27.114	92.728
2	*Distichlis spicata*	Grama de la costa	5	8.772	1	10.000	209.25	56.174	74.946
3	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	7	12.281	1	10.000	13.5	3.624	25.905
4	*Avicennia germinans*	Mangle negro	5	8.772	1	10.000	24	6.443	25.215
5	*Salicornia bigelovii*	Vinagrillo	5	8.772	1	10.000	5.5	1.477	20.248
6	*Fimbristylis spadicea*	Camalote	4	7.018	1	10.000	11	2.953	19.971
7	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	3	5.263	1	10.000	7	1.879	17.142
8	*Lycium carolinianum*	Saladilla	1	1.754	1	10.000	1	0.268	12.023
9	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	1	1.754	1	10.000	0.25	0.067	11.822
TOTAL			**57**	**100.000**	**10**	**100.000**	**372.5**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Dominancia absoluta, DR = Dominancia relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

- **ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H')**

El análisis de la diversidad es importante porque permite conocer que tan diverso es el sitio muestreado y si se encuentra saludable. Por lo que se procedió a calcular los índices de diversidad para la vegetación herbácea y arbustiva, así como uno general. Tomando en cuenta a los individuos registrados en los sitios de muestreo realizados.

Cobertura herbácea

Esta vegetación presentó una riqueza de 7 especies, obteniendo un valor de H' de 1.775, el cual se encuentra dentro de los valores bajos del índice, H'max presentó un valor de 1.946, mientras que J' obtuvo un valor de 0.912. Este último valor tiende a 1, por lo que indica que las especies presentan cierta equitatividad.

Tabla IV.45. Índice de diversidad para la vegetación herbácea.

No.	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	3	0.115	-2.159	-0.249
2	*Distichlis spicata*	Grama de la costa	5	0.192	-1.649	-0.317
3	*Fimbristylis spadicea*	Camalote	4	0.154	-1.872	-0.288
4	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	1	0.038	-3.258	-0.125
5	*Lycium carolinianum*	Saladilla	1	0.038	-3.258	-0.125
6	*Salicornia bigelovii*	Vinagrillo	5	0.192	-1.649	-0.317
7	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	7	0.269	-1.312	-0.353
TOTAL			**26**			**-1.775**
					Riqueza (S)	**7**
					H'	**1.775**
					H'max	**1.946**
					J'	**0.912**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =Índice de equidad.

Vegetación secundaria arbustiva de manglar

En cuanto a la vegetación arbustiva, esta presentó una riqueza de 2 especies, obteniendo un valor de H' de 0.442, siendo una diversidad baja, H'max presentó un valor de 0.693, mientras que J' obtuvo un valor de 0.638. Estos valores se deben a que en las condiciones en las cuales se desarrollan las comunidades de manglar, pocas especies con formas de vida complejas (arbustivas y arbóreas) pueden desarrollarse, en el caso del predio se presentan las especies de mangle *A. germinans* y *C. erectus*.

Tabla IV.46. Índice de diversidad para la vegetación arbustiva.

No.	Nombre científico	Nombre común	Indiv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Avicennia germinans*	Mangle negro	5	0.161	-1.825	-0.294
2	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	26	0.839	-0.176	-0.148
TOTAL			**31**			**-0.442**
					Riqueza (S)	**2**
					H'	**0.442**
					H'max	**0.693**
					J'	**0.638**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =Índice de equidad.

General

De manera general en la comunidad de manglar presente en el predio, se presenta una riqueza de 9 especies, donde el valor de H' es de 1.739, el cual entra dentro de los valores bajos de diversidad. El valor de H'max es de 2.197, mientras que el valor de J' es de 0.791. Esos valores se deben en primero lugar al tamaño que presenta el predio, asimismo, las comunidades costeras tienden a presentar condiciones adversas, como salinidad, vientos, inundaciones, entre otros. Por lo tanto, el número de especies que pueden adaptarse se ve reducido.

Tabla IV.47. Índice de diversidad general.

No.	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	3	0.053	-2.944	-0.155
2	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	26	0.456	-0.785	-0.358
3	*Distichlis spicata*	Grama de la costa	5	0.088	-2.434	-0.213
4	*Fimbristylis spadicea*	Camalote	4	0.070	-2.657	-0.186
5	*Flaveria linearis*	K'anlol xiiw	1	0.018	-4.043	-0.071
6	*Lycium carolinianum*	Saladilla	1	0.018	-4.043	-0.071
7	*Salicornia bigelovii*	Vinagrillo	5	0.088	-2.434	-0.213
8	*Avicennia germinans*	Mangle negro	5	0.088	-2.434	-0.213
9	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	7	0.123	-2.097	-0.258
TOTAL			**57**			**-1.739**
					Riqueza (S)	**9**
					H'	**1.739**
					H'max	**2.197**
					J'	**0.791**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =Índice de equidad.

Interacciones ecológicas del manglar

Las comunidades de manglar son uno de los ecosistemas biológicamente más importantes, ya que mantienen altos niveles de productividad primaria y secundaria. Dentro de los servicios ecosistémicos que proporcionan, encontramos la protección y estabilización de la línea de costa contra la marea y oleaje generado por tormentas, funcionando como filtro natural de sedimentos y material orgánico; intercambiando nutrientes con ecosistemas adyacentes. Siendo el servicio más valioso de los manglares la reserva de carbono, una gran proporción de esta reserva se encuentra en el subsuelo ya que estos poseen suelos ricos en materia orgánica. Los manglares proporcionan una zona de reproducción, así como de alimentación y crecimiento de especies juveniles como crustáceos y alevines, además, es hábitat de aves que anidan y se resguardan en ellos (CONAFOR, 2011b; Echeverría *et al*, 2019).

Con referencia las especies de manglar que se distribuyen en el predio, como bien se ha presentado en los análisis, *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) es la especie de mangle con mayor abundancia en el predio. Esta especie estrictamente hablando no es un mangle "verdadero" ya que no presenta raíces especializadas y sus semillas no presentan viviparidad (no germinan cuando el fruto y semilla aún se encuentran en la planta madre), sin embrago es un componente muy importante de las comunidades de manglar en el Caribe (Portillo y Ezcurra, 2002). *C. erectus* funge como una de las primeras especies arbustivas en establecerse, generando las condiciones para que otras especies complejas se establezcan. Además, algunas especies de aves consumen sus frutos (Tovilla-Hernández y de la Lanza, 1999).

La segunda especie de mangle presente en el predio es *Avicennia germinans*, conocida como mangle negro. De las 4 reportadas para la zona, *A. germinans* es la principal estabilizadora del suelo y promueve la sedimentación. Es un rápido productor de hojarasca lo que resulta en altas tasas de descomposición, con esto, existe gran aporte de nutrientes al suelo generando una red alimenticia compleja que incluye desde microrganismos hasta crustáceos, moluscos y peces de importancia económica (Jiménez y Lugo, 2000). El mangle negro se reporta como una especie melífera, sus flores producen una gran cantidad de néctar, lo que atrae a una gran cantidad de polinizadores (CATIE, 1999).

Proyección de la vegetación con la ejecución del proyecto

Es importante mencionar que tanto la comunidad de manglar, así como las especies que se presentan en el predio también se encuentran distribuidas en el SAR. Además, se debe tener en cuenta que en el predio únicamente se afectarán zonas en donde solo se presentan individuos herbáceos, siendo que, una vez terminadas las obras, dadas las características de las mismas, estas plantas podrán repoblar las áreas afectadas. Con respecto a los individuos de mangle que se encuentran presentes en el predio no serán

afectados por las obras del proyecto, además, 685.48 m^2 se mantendrán como área de conservación. Con lo anteriormente mencionado se garantiza la presencia de la comunidad de manglar en el predio, así como en el SAR, sin afectar y permitiendo los procesos ecosistémicos y los servicios ambientales que proporcionan.

- **CONCLUSIONES DE LA VEGETACIÓN EN EL SAR Y PREDIO DEL PROYECTO**

El SAR para este proyecto se estableció considerando una superficie que permitiera evaluar la distribución de la vegetación y los diferentes ecosistemas que lo conforman, en este sentido, dentro del SAR se puede identificó manglar, vegetación de dunas costeras y manglar.

La mayor cobertura de vegetación en el SAR corresponde a asentamientos humanos, dado a que históricamente en la isla de Holbox, así como en el estado de Quintana Roo, el turismo es la principal actividad económica, por lo tanto, el desarrollo urbano ha ido en aumento, con la finalidad de albergar el turismo que arriba principalmente por las playas características de la región. El manglar es la comunidad vegetal mejor distribuida en el SAR, de manera general, debido al desarrollo urbano anteriormente mencionado, se encuentra perturbada, aunque es importante señalar que se observó una gran presencia de plántulas, lo que indica que la vegetación en esas zonas se encuentra en un proceso de recuperación. La vegetación de dunas costeras se encuentra en pequeños manchones alrededor del SAR, si bien esta comunidad no parece presentar perturbaciones tan evidentes como el manglar, es posible que se vea afectada por presiones antrópicas en el futuro.

En el predio del proyecto la cobertura vegetal corresponde a 1,183.81 m^2. De acuerdo con la cartografía del INEGI únicamente se presenta asentamientos humanos, con los recorridos y muestreos realizados, se identificó una vegetación secundaria arbustiva de manglar presente en el predio. Dentro de la vegetación presente en el predio, las especies más importantes estructuralmente fueron *Conocarpus erectus, Distichlis spicata, Sesuvium portulacastrum* y *Avicenia germinans*. El índice de diversidad de esta comunidad resultó en 1.739, esto podría indicar que la comunidad no se encuentra en un buen estado de conservación, sin embrago es importante mencionar que, si bien la diversidad resultó baja, esto se debe a las condiciones en las cuales se desarrollan estos ecosistemas, estando inundados de manera permanente o temporal y con suelos salinos, condiciones donde únicamente individuos de especies adaptadas a tales adversidades pueden desarrollarse, limitándose la cantidad de especies en comparación con otros ecosistemas.

Se debe recalcar que durante la construcción y operación de proyecto "*Villa Concha*" no se afectará a ningún individuo de mangle, aprovechándose las áreas que no presentan vegetación, así como áreas donde se presenta únicamente vegetación herbácea, sin que esto repercuta en la productividad, el flujo hidrológico, los servicios ambientales que proporciona la comunidad de manglar, ni sus procesos naturales.

- **Vegetación Marina**

Los pastos marinos son un grupo ecológico de plantas angiospermas (monocotiledóneas), similares a las plantas terrestres, poseen raíces, hojas, flores y frutos y son el único grupo de angiospermas capaces de vivir exitosamente en un ambiente 100% marino (Les *et al.* 1997), siendo *Thalassia testudinum* la especie dominante del Golfo de México-Mar Caribe (Green y Short 2003). Los pastos marinos mantienen el balance de carbono global, fijan aproximadamente 35 millones de toneladas de carbono al año (Nellemann *et al.* 2009), equivalente al 15% del carbono neto fijado por la biota oceánica (Duarte y Chiscano 1999), eliminándolo de la atmósfera y del océano para almacenarlo en el sedimento por decenas e incluso miles de años en el sedimento (Arnaud-Haond *et al.* 2012). Dado el creciente problema del calentamiento global y la acumulación de gases invernadero, este resulta ser uno de los servicios ecosistémicos más importantes prestados por los pastos marinos.

Las zonas de pastos, son responsables en gran parte, de la alta productividad de la zona costera debido a que las praderas exportan grandes cantidades de organismos con un alto valor comercial, exportan nutrientes a los ecosistemas aledaños, su forma y estructura de este ecosistema ayudan a proteger la costa del oleaje y la erosión costera, ofrecen refugio y son el hábitat para diversas especies de importancia comercial como peces, camarones, Jaiba, Langosta, etc., (López-Calderón y Riosmena-Rodríguez, 2010). Estas praderas de pastos están desapareciendo de las zonas costeras del país debido a una serie de factores que los afectan como la deforestación y el cambio de uso de suelo en las partes altas de las cuencas provoca una cantidad muy grande de materia orgánica y sedimento en suspensión que incrementa la turbidez en el agua y disminuye el desarrollo de los pastos. La agricultura y ganadería generan una cantidad excesiva de nutrientes que provoca un crecimiento anormal y muy acelerado de las algas resultando en el ahogamiento de los pastos y cambiando la constitución de las praderas. El dragado y relleno de material, la pesca de arrastre y los altos niveles de contaminación destruyen grandes extensiones de praderas en el país.

Por otro lado, se han registrado cerca de 108 especies de algas marinas bénticas para Isla Holbox, entre las cuales se encuentran 44 especies, tres variedades y cinco formas corresponden a Chlorophyta, 55 especies a Rhodophyta y nueve especies a Phaeophyta. Las rodofitas se encuentran mejor representadas, con un 50.9% del total de las especies registradas, en comparación a las clorofitas con un 40.7% y las pardas con un 8.3 % (Espinoza 1993). En cuanto a la vegetación marina no se encontraron algas marinas o pastos marinos durante el muestreo realizado en la zona costera colindante a la zona del predio, las algas y pastos marinos encontrados son de arribazón, propias de la temporada y con presencia mínima.

Con el desarrollo del proyecto no se construirá ninguna obra en zona marina ni en la playa.

FAUNA

El estado de Quintana Roo es un estado de gran importancia faunística del país, a consecuencia de sus características ambientales, sus playas, dunas costeras, selva y sus zonas de arrecifes. Ciertas características como la ubicación geográfica del estado en la región neotropical, su cercanía con el mar Caribe y su relación con la provincia biótica de la península de Yucatán, son elementos clave para la basta composición faunística en todo Quintana Roo. Además, el estado cuenta con una gran riqueza cultural como zonas arqueológicas y tradiciones de origen maya, que convierten a Quintana Roo, en un estado de importancia biológica, cultural y turística. Gracias a estas características y a su reciente crecimiento económico, el estado de Quintana Roo se ha convertido en uno de los estados de mayor inversión turística por excelencia en el país. A pesar de los beneficios económicos de ser uno de los puntos turísticos clave del país, en el estado de Quintana Roo, se ha incrementado la demanda de servicios de educación, salud, desarrollos ganaderos y agrícolas, espacios de recreación y complejos residenciales turísticos.

No obstante, el establecimiento de proyectos turísticos y habitacionales generan diferentes impactos sobre el área destinada al proyecto y al respectivo sistema ambiental de la región. Por tal motivo, hoy en día se aplican propuestas y/o programas que contribuyan a la protección y recuperación de los sistemas ambientales, con los elementos bióticos y abióticos que lo componen. Para poder proponer y establecer estrategias para la conservación de especies presentes en un sistema ambiental de una región es importante caracterizar los organismos presentes, ya sea vegetación y fauna.

Una forma de conocer mejor un sistema ambiental es por medio de la caracterización de las especies de fauna silvestre que hacen uso de dicho sistema, ya sea alimentándose, descansado o reproduciéndose. La caracterización de fauna silvestre es un elemento descriptivo relevante, ya que proporciona información como: Distribución real y potencial; hábitos alimenticios, su temporalidad, reproducción, estatus de conservación, entre otros. Tomando en cuenta la información anterior, es posible establecer estrategias que permitan un equilibrio entre el desarrollo humano y la protección ambiental de una región determinada.

Ante la relevancia de la fauna silvestre para la caracterización de una región determinada, se realizará la caracterización de la fauna silvestre presente y potencial en la microcuenca hidrológica-forestal.

La caracterización de la fauna silvestre potencialmente presente en el SAR donde se encuentra el predio donde se desarrollará el proyecto "*Villa Concha"*, permitirá establecer el número de especies que se encuentran potencialmente en la región y que hacen uso de los recursos presentes en la microcuenca donde se realizará el proyecto de interés. Para el SAR donde se ubica el predio del proyecto, la caracterización de

la fauna silvestre se realizó utilizando bases de datos verificadas y revisiones bibliográficas, tomando en cuenta la isla de Holbox y el ANP APFF Yum Balam.

Con la información, se revisó de forma individual de la fauna silvestre registrada por otros observadores e investigadores, resultando en la lista de especies que potencialmente se encuentran en el SAR. Si bien, las especies presentadas se basan en registros reales, se manejan como potencial debido a que, algunas especies solo se observaron de forma ocasional y no en años recientes, por lo que no es certera su presencia actual; asimismo, al no ser observadas directamente por el equipo técnico durante el monitoreo en la isla, se consideró mantenerlas como potenciales.

Es preciso señalar que, debido a la extensión de la microcuenca hidrológico forestal; a las dimensiones del predio sujeto a cambio de uso de suelo y su ubicación en el extremo oeste de la microcuenca; así como la accesibilidad restringida a distintas superficies de la microcuenca (algunas áreas están restringidas por formar parte de un ANP), se elaboró el listado de fauna silvestre potencial con datos de fuentes de información, bases de datos y observaciones en la isla de Holbox.

La descripción de la fauna silvestre se realizó siguiendo las siguientes fases:

- **Primera fase:** Se realizó una consulta bibliográfica a partir de estudios y listados elaborados en la región. También, se consideró la información obtenida durante la elaboración de estudios para el mismo proyecto de "*Villa Concha*", se contrastó la fauna registrada en la visitas realizadas en febrero y octubre de 2024 con las visitas realizadas en 2022 y 2023. Además, se utilizaron bases de datos verificados como: ENCICLOVIDA (https://enciclovida.mx/), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (https://www.gob.mx/conanp), y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (https://www.biodiversidad.gob.mx/conabio/) para determinar la presencia y distribución potencial de la fauna silvestre. Se identificaron las especies sujetas bajo alguna categoría de protección por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así también, las especies listadas por el Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) y La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).
- **Segunda fase:** Se realizaron conteos a partir de registros visuales realizados durante las visitas al sitio del proyecto y el Asentamiento Humano Holbox. Lo anterior se complementó con la caracterización de la fauna silvestre a través de la implementación de técnicas de muestreos efectuados de acuerdo con cada grupo faunístico. Debido a la ubicación del predio y sus dimensiones, se consideró como zona de influencia directa la localidad de Holbox, motivo por el

que los recorridos se realizaron en dicho asentamiento humano; esto también permitió observar la interacción de la fauna con la presencia de obras civiles, fungiendo como un pronóstico de la interacción entre la fauna silvestre de la zona con los elementos que integrarán "*Villa Concha*".

La caracterización biológica de fauna silvestre se llevó a cabo mediante las siguientes metodologías de muestreo:

- **Recorridos libres**: Para la herpetofauna se utilizaron técnicas de rastreo intensivo mediante la búsqueda de ejemplares en los sitios recorridos. La selección de las rutas se realizó tomando en cuenta la vegetación de la zona y los sitios a usar para el paso de vehículos de carga de materiales y la maquinaria, durante el desarrollo del proyecto. En el caso de los anfibios, se priorizaron los sitios con presencia de agua. Para la mastofauna se realizó principalmente el registro de huellas. Los recorridos se realizaron a pie en todo momento.
- **Puntos de conteo:** Esta metodología se realizó para la clase de las aves. Se realizaron recorridos y se seleccionaron sitios estratégicos, basados en la presencia de vegetación principalmente y considerando los lugares a transitar durante el desarrollo de la obra. Se tomaron en cuenta observaciones directas y registros auditivos de las especies para ser identificadas al momento. Con la implementación de la metodología descrita es posible determinar a las especies presentes en la zona. La observación se llevó a cabo por medio del uso del binoculares y cámaras fotográficas. La identificación de los ejemplares se realizó mediante el uso de guías actualizadas.

Debido a las condiciones de la localidad de Holbox y la presencia de la población humana, no se realizó el uso de cámaras trampa o el uso de trampas de captura o de caída. Los avistamientos se complementaron con observaciones realizadas por residentes de la isla; también se consideraron materiales audiovisuales de avistamientos recientes en la isla. La caracterización de la fauna silvestre mediante las metodologías descritas tiene por objetivo describir de mejor manera la presencia y riqueza de las especies que se encuentran potencialmente en la microcuenca. Con ello, es posible conocer a las especies y el hábitat en el que se encuentran para poder determinar las medidas necesarias para la protección y conservación de las especies registradas.

Es importante mencionar que, la fauna silvestre no será afectada por el desarrollo del proyecto. Como se observó en el apartado de vegetación, existe una gran superficie con presencia de comunidades vegetales en mejor estado de conservación e impacto humano reducido, lo que permite mantener el hábitat para la fauna silvestre de la microcuenca; estas comunidades no se verán afectadas por el proyecto "*Villa Concha*", por lo que se garantiza no impactar directamente a la fauna silvestre de la microcuenca.

- **Fauna Silvestre Potencial**

La fauna silvestre es el conjunto de animales que se encuentra en su estado natural de libertad y que no dependen del ser humano para su desarrollo. Las especies silvestres se pueden encontrar principalmente y en mayor abundancia en un hábitat natural sin intervención humana. Sin embargo, con el incremento de los asentamientos humanos, existen especies de mayor flexibilidad que se han adecuado a la presencia humano e infraestructura de urbanización, siendo posible la observación de animales silvestres en localidades como Holbox. La fauna silvestre es fundamental para mantener el correcto funcionamiento ecológico de un sistema ambiental determinado, y desempeñan un papel fundamental en los diferentes ecosistemas que habitan; forman parte de la cadena trófica ambiental y forman parte de las interacciones bióticas y abióticas, además de que distintas especies fungen como parte del atractivo visual y cultural que atraen turistas a una región determinada.

La caracterización faunística tiene como propósito principal conocer, evaluar y determinar a las especies de los diferentes grupos faunísticos que se encuentran en una zona o región. Esta fauna registrada en la caracterización es aquella que será la primera en ser afectada de manera positiva o negativa por las actividades de las diferentes fases de un proyecto. Es importante señalar que, al tratarse de fauna "potencialmente" presente, es fauna que puede estar haciendo uso de las características de la zona: ya sea como un espacio de alimentación, descanso y reproducción. En este sentido, la fauna potencial no se distribuye necesariamente en toda la microcuenca, ya que existen animales que ocupan hábitats específicos.

En la tabla siguiente, se describe la fauna silvestre potencialmente presente en el SAR donde se desarrollará el proyecto "*Villa Concha*". Se mencionan a aquellas especies que son de importancia para la conservación, tomando en cuenta a las especies sujetas bajo alguna categoría de protección por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. También, se describen a las especies reportadas para el sistema ambiental y sus respectivas zonas aledañas. La información se corroboró y fue descartando con base en la poligonal de la microcuenca.

Tabla.IV.48. Descripción general de la fauna silvestre potencialmente presente en la microcuenca.

Fauna	Descripción	Especies reportadas en el SAR y sus alrededores
Anfibios y reptiles	Los anfibios y reptiles reportados para la Península de Yucatán, se constituyen de los trabajos de Lee (1980 y 1996), en los cuales discute el origen y la distribución de estos vertebrados. En la parte noreste de la península, se han reportado 93 especies, siendo el 70% del total de la herpetofauna mexicana y el 82% para el estado de Quintana Roo. De las 114 especies reportadas para Quintana Roo, 21 son	Se reconoce que la porción norte de la Península de Yucatán presenta 12 especies endémicas, entre las cuales tres han sido registradas para el área: *Sceloporus cozumelae, Aspidocelis rodecki* y *Symphimus mayae*. La primera tiene una distribución a lo largo de todo el norte de la península, la segunda sólo se ha encontrado en el área, teniendo las demás una distribución desde el centro, al norte de Quintana Roo (Lee, 1996).

Fauna	Descripción	Especies reportadas en el SAR y sus alrededores
	anfibios y 93 reptiles. De acuerdo a Lee (1996), 72 especies han sido reportadas para la parte norte y sus áreas vecinas. (Hernández-Gómez, 1995). En la playa de Isla Grande se realizan actividades de protección y conservación de las tortugas marinas desde 1988, en un principio por el Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQROO), y a partir de 1990 por el grupo de Pronatura Península de Yucatán A.C y desde 2013 se impulsó de forma más activa. Asimismo, la zona marina de Yum Balam, tanto frente a Isla Chica e Isla Grande, alberga otros hábitats críticos para cinco especies de tortugas marinas que se distribuyen en el Golfo de México, los cuales son principalmente de desarrollo de juveniles, alimentación, interanidación y reproducción de adultos. Estos hábitats son primordialmente pastizales (Wabnitz *et al*. 2008), lagunas costeras (Díaz-Aguilar *et al*. 2015) y zonas rocosas (Cuevas *et al*. 2008, González-Garza *et al.* 2009, Shaver *et al*. 2013, Shaver et al. 2016). La interacción entre este grupo de grandes vertebrados con los hábitats que ocupan y con otras especies asociadas es clave para el mantenimiento de procesos biológicos y ecológicos que contribuyen al buen estado de salud y resiliencia de los ecosistemas marinos como los de Yum Balam (Bouchard y Bjorndal 2000; Stadler *et al*. 2014), que alberga hábitats críticos para múltiples especies de tortugas marinas en peligro, y endémica (rara) como el caso de la tortuga lora, el rastreo satelital de hembras anidantes de Tortuga Carey (Cuevas *et al.* 2015) y de recapturas de marcas metálicas de tortuga Blanca. Por lo que esta zona es de alta relevancia y estratégico en los ámbitos estatal, regional e internacional. Sin embargo, es importante que en la implementación de las actividades productivas que se impulsen en la isla de Holbox se brinde especial protección tanto a las poblaciones anidantes, sus nidadas, las crías que emergen y juveniles en la zona marina, como a los hábitats críticos asociados a estas poblaciones que son playas, vegetación de duna costera, vegetación sumergida, zonas rocosas marinas y arrecifales.	En el área destaca la presencia de cinco especies de tortugas marinas, carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), blanca (*Chelonia mydas*), lora (*Lepidochelys kempii*) y laúd (*Dermochelys coriacea*) y las dos especies de cocodrilos (*Crocodylus moreletii* y *Crocodylus acutus*), todas ellas dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Existen poblaciones aparentemente saludables de las dos especies de cocodrilo (*Crocodylus moreletii* y *C. acutus*), la primera en todos los cuerpos de agua interiores y las sabanas, y la segunda en las entradas de agua salada como Yalikín, Chipepté y Xuxub. Las playas de la Isla Holbox son importantes zonas de anidación de cuatro especies de tortugas marinas: Carey (*E. imbricata*) y Blanca (*C. mydas*) de forma más abundante, mientras que Caguama (*C. caretta*) y Laúd (*D. coriacea*) de manera menos abundante. Anidan principalmente en la parte de la Isla Grande, desde Punta Mosquito hasta el Cabo Catoche, pero también son utilizados la isla Chica, así como algunos islotes dentro de la Laguna Conil.

Fauna	Descripción	Especies reportadas en el SAR y sus alrededores
Aves	La riqueza de ambientes del área natural protegida, tanto acuáticos como terrestres se refleja en el elevado número de especies de aves, con alrededor de 379 especies de las 555 registradas para la Península de Yucatán (MacKinnon 2013) y 1,123 registradas para México (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014), es decir constituyen el 68% y 34 % respectivamente. Se reconoce la importancia del área natural protegida para especies residentes y migratorias, endemismos, así como especies bajo alguna categoría de protección. Se reportan 63 especies de aves bajo alguna categoría de protección; 9 en Peligro de extinción, 13 amenazadas y 41 en Protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010. La ubicación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, en la que se presenta una combinación de flujos de agua y selvas húmedas, permite el mantenimiento de la riqueza avifaunistica que se encuentra en la zona (MacKinnon 2008). El listado de aves de la región cuenta con una lista exhaustiva de las aves de la Isla Holbox (Howelly Webb 1992) y con información de la distribución geográfica de especies (Howell y Webb 1995). En el 2015 PPY, A.C. a través de un programa de monitoreo de aves registró en la Isla de Holbox una riqueza total de 184 especies distribuidas en 18 órdenes y 40 familias taxonómicas. Los programas de monitoreo registran 32 especies más que en los trabajos realizados por Howell y Johnston en 1992. La zona norte de Quintana Roo y la costa norte de Yucatán tienen una posición estratégicamente importante en las rutas migratorias del Golfo de algunas especies canoras, ya que muchas especies encuentran en esta zona un sitio seguro para el descanso, después de varias horas de vuelo (Snedaker *et al.* 1991). Lynch (1989), reporta que 42 especies migratorias que no son de invierno para la península se pueden encontrar en el área. Aproximadamente 150 especies (35%) son migratorias estacionales o de paso, principalmente en el invierno y unas pocas como el *Vireo flavoviridis*, llega en el verano. Más de la mitad de especies acuáticas son migratorias, indicando la importancia del área para invernar y como	La región del norte de Quintana Roo, no cuenta con especies de aves endémicas propias, comparte 10 especies que se distribuyen en la Península, el Petén de Guatemala y el norte de Belice, las cuales son: *Meleagris ocellata, Amazona xantholora, Nyctiphrynus yucatanicus, Antrostomus badius, Melanerpes pygmaeus, Myiarchus yucatanenses, Cyanocorax yucatanicus, Melanoptila glabrirostris, Piranga roseogularis* e *Icterus auratus.* También se presentan dos especies con una población en esta región y otra población disjunta la codorniz yucateca (*Colinas nigrogularis*) que tiene una población aislada en Honduras, y el colibrí tijereta mexicano (*Doricha eliza*) que tiene una pequeña población en el parte central de Veracruz (MacKinnon, 2008). Respecto a la Isla de Holbox, Pacheco *et al.* (2010) han confirmado la presencia de tres especies endémicas antes mencionadas; el carpintero yucateco (*Melanerpes pygmaeus*), el maullador negro (*Melanoptila glabirostris*) y la calandria dorso naranja (*Icterus auratus*). Especies acuáticas como el flamenco americano (*Phoenicopterus ruber*), presenta un rango de distribución muy restringido debido a sus requerimientos especiales de hábitat (de 60 a 80,000 individuos). La segunda población más grande se localiza a lo largo del norte de la Península de Yucatán (Aguirre-Álvarez, 1989), esta especie se encuentra amenazada por enfermedades o desastres naturales como huracanes, así como por actividades humanas como la alteración de su hábitat. Una colonia importante de anidación está situada en Ría Lagartos, área adyacente a Yum Balam y las aves se dispersan a lo largo de toda la costa durante la temporada no reproductiva (Correa y Batllori 1990, Espino-Barros y Baldassare 1989). El APFF Yum Balam es sumamente importante para el flamenco americano como área de alimentación, los sitios de mayor congregación en el área natural protegida son: Isla Pájaros, Isla Pasión, arenales de Punta Mosquito y Santa Paula, aguas someras en el interior de la laguna Conil ubicados en los alrededores de Cayo cocodrilo. Los cambios provocados por el huracán Gilberto en los patrones de distribución de sitios de anidación muestra la vulnerabilidad de esta población. De acuerdo a los trabajos realizados por Pronatura Península de Yucatán A.C. en la Isla de Holbox (2015), se determinó la presencia de aves bajo alguna categoría de riesgo; dos en peligro de extinción: *Charadrius melodus, Doricha eliza*, cuatro amenazadas: *Phoenicopterus ruber, Rallus crepitans, Aramides axillaris, Charadrius nivosus* y

Fauna	Descripción	Especies reportadas en el SAR y sus alrededores
	sitio de paso. Las aves pequeñas en general, disminuyen ante la pérdida del hábitat de sus rutas migratorias (Terborgh, 1989). Esta región tiene gran importancia para más de 30 especies de aves migratorias terrestres (principalmente Parulidae) las cuales migran por la ruta transgolfo, cruzando el Golfo de México desde Louisiana y el oeste de la Florida hacia el norte de la Península de Yucatán (Rappole *et al*. 1983). En este sentido, MacKinnon (2008) determina que la vegetación de la duna costera, en particular la de Isla Holbox, funciona como salvavidas para las aves migratorias, considerando lo supervivencia en estos sitios en donde encuentran descanso y alimento antes de seguir viajando	17 en protección especial: *Mycteria americana, Tigrisoma mexicanum, Egretta rufescens, Cathartes burrovianus, Rostrhamus sociabilis, Busarellus nigricollis, Buteogallus anthracinus, Buteogallus urubitinga, Buteo albicaudatus, Sternula antillarum, Zenaida aurita, Archilochus colubris, Falco peregrinus, Amazona albifrons, Vireo pallens, Melanoptila glabrirostris* y *Limnothlypis swainsonii*. Son consideradas bajo alguna categoría de protección por diversas razones, dentro de las que destacan la actividad humana, principalmente por la modificación del hábitat o por la intensa cacería de subsistencia a la que son sometidas especies como el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) y el hocofaisán (*Crax rubra*).
Mamíferos	Jones *et al*, (1973) y Genoways (1975), integran una relación de los mamíferos existentes en la península, otros trabajos incluyen los de Lazcano *et al*. 1995, Navarro *et al*. 1990, y Remolina, 1995. Según las fuentes de información, la fauna de mamíferos de Quintana Roo comprende once órdenes, 31 familias y 88 géneros con 126 especies (Navarro 1994) mientras que, en el norte del estado, se registran 98 especies de 31 familias entre terrestres y acuáticas. De las especies de mamíferos de Quintana Roo se han reportado 22 como endémicas de Mesoamérica (Flores y Gerez 1988). En el caso de las especies consideradas en alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentra una extinta, 10 en peligro de extinción, 18 sujetas a protección especial y cuatro amenazadas. Las selvas del ÁPFF Yum Balam se ha identificado como sitio prioritario para la conservación de los primates mexicanos (Tobón *et al*. 2012).	Se han encontrado evidencias físicas o avistamientos de tapir (*Tapirus bairdii*) y grupos de pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*). Sin embargo, no existe ningún estudio o reporte actualizado en el que se haya verificado la presencia de estas especies. En la zona es común el aprovechamiento de subsitencias de Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*), tepescuintle (*Cuniculus paca*), coyote (*Canis latrans*) en la zona, esta especie junto con el jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) se mantienen en conflicto con algunos pobladores a causa de la depredación al ganado (Remolina-Suarez 2016). En Isla Holbox existen reportes históricos de Jaguar (*Panthera onca*), también se han reportado venado temazate (*Mazama temama*) y la especie más abundante es el Mapache (*Procyon lotor*), cuya población ha crecido a tal modo que en la actualidad es considerada como una especie conflictiva por los daños materiales que ocasiona en las viviendas además del impacto ecológico que ocasiona por la depredación de nidos y crías de aves, cocodrilos y tortugas marinas principalmente
Mamíferos marinos	En el Caribe Mexicano se reporta la presencia de 18 especies de mamíferos (Niño-Torres *et al*. 2015) de las cuales no todas las especies son residentes permanentes del Caribe	Entre las especies enlistadas se menciona a la Foca del Caribe (*Monachus tropicalis*), especie declarada extinta a nivel mundial (IUCN), el Delfín Nariz de Botella, (*Tursiops truncatus*), Delfín Moteado (*Stenella frontalis, Stenella attenuata*, algunas de estas especies se han varado en las costas como el Cachalote Pigmeo (*Kogia breviceps*), otras han sido registradas a causa de decesos ocasionados por redes de pesca como el caso del Manatí (*Trichechus manatus*), especie que fue sobreexplotada para el consumo de su carne en la zona (Colmenero 1984,

Fauna	Descripción	Especies reportadas en el SAR y sus alrededores
		Colmenero y Hoz 1986) y que actualmente se encuentra en peligro de extinción NOM-059-SEMARNAT-2010.
Otros grupos de fauna marina	En la Laguna de Conil (Yalahau) es posible encontrar peces de interés comercial en diversas épocas del año, aunque los pargos, corvinas, lisas, lisetas, tiburones, palometas, mojarras, macabíes, abadejos y meros que permanecen en ella durante largos períodos. Los pargos y otras especies (pulpo, abadejo, mero, boquinete, canané) se distribuyen principalmente en las entradas de la Laguna Conil o Boca de Conil, Punta Tzotz e Isla Holbox. (Jiménez-Sabatini *et al*. 1998).	Entre los pargos es posible identificar al pargo lunar (*Lutjanus analis*), el canané o rubia (*Ocyurus chrysurus*), el pargo mulato (*Lutjanus griseus*) y el pargo (*Lutjanus apodus*). Los pargos presentan una corrida o migración intensa entre abril o mayo y julio, aparentemente hacia el Mar Caribe. Este movimiento inicia desde fines de invierno y principios de primavera y se ha observado que también lo realizan la mojarra o mopich (*Eucinostomus argenteus*) y el robalo (*Centropomus undecimalis*), el movimiento inverso ocurre entre octubre y noviembre. Otra especie de relevancia es la cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*), la cual está en peligro de extinción según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Una de las especies más representativas en la Laguna es la corvina pinta (*Cynoscion nebulosus*), otra especie presente en la zona es la corvina blanca (*Cynoscion arenarius* o *C. nothus*) que arriba en grandes cantidades en los meses de julio y agosto por la parte de mar abierto. Estos organismos de hasta un kilogramo de peso vienen acompañados por el llamado chac chi o ronco (de carne blanca) (*Haemulon plumieri; H. macrostomum, Bardiella spp.*) y algunas corvinas pintas. Es posible identificar a tres grupos de mojarras: mojarra blanca o chincab, mojarra amarilla o chincab, mojarra pinta o de río. La mojarra blanca (*Gerres cinereus*) se localiza por lo general en el río Yalikin, el río Xuxu y el río Turbio. Presenta una corrida o migración de marzo o abril a agosto en grandes cardúmenes, de este a oeste, en la llamada ensenada hacia mar abierto, de Punta Mosquito a Cabo Catoche; en esta temporada aparentemente comienza a madurar. La mojarra amarilla (*Gerres spp*.) es más larga, ancha y alta que la mojarra blanca, y corre del Cabo Catoche hacia la boca de Yalahau de marzo o abril a agosto; en este periodo los organismos no son gordos y tienen las gónadas maduras. En Punta del Bajo, cerca de Holbox sobre la ruta del barco que comunica Isla Holbox y Chiquilá, puede encontrarse en grandes cantidades. La langosta espinosa (*Panulirus argus*) es uno de los recursos objetivo, con mayor valor comercial en la región. Las sombras o estructuras de madera que se colocan en el fondo de la laguna o mar para atraer a las langostas se ubican frente a Holbox y Punta Tzotz, a alrededor de 4.5 m. El Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) y la Manta Gigante (*Manta birrostris*) son dos de las especies

Fauna	Descripción	Especies reportadas en el SAR y sus alrededores
		que se agregan anualmente al noreste de la zona marina del área natural protegida su presencia se asocia a la existencia de corrientes de alta productividad primaria y zonas de surgencia de nutrientes (de la Parra Venegas *et al.* 2011). El Tiburón Ballena es migratorio y puede aparecer en ciertas áreas más o menos a intervalos predecibles. Sus desplazamientos probablemente dependen de la disponibilidad de su alimento planctónico y también a cambios de temperatura del agua. Algunas veces se asocian con cardúmenes de escómbridos u otros peces (CITES, 2002).

A continuación, se presenta el listado potencial de la fauna con registros en el SAR:

Tabla IV.49. Listado de especies registradas en el SAR, Isla Holbox.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus
Mamíferos	Agoutidae	*Agouti paca*	Tepezcuintle	
	Cervidae	*Mazama americana*	Temazate	
	Cricetidae	*Peromyscus mexicanus*	Ratón mexicano	
	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache ratón	
		Didelphis virginiana	Tlacuache común	
	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	
	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque	
	Felidae	*Leopardus pardalis*	Tigrillo	*Pr
		Leopardus wiedii	Ocelote, margay	*Pr
		Herpailurus yagouaroundi	Jaguarundi	*A
		Panthera onca	Jaguar	*Pr
	Mormoopidae	*Pteronotus davyi*	Murciélago	
		Pteronotus parnelli	Murciélago	
	Muridae	*Mus musculus*	Ratón doméstico	
		Rattus rattus	Ratón común	
	Mustelidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo espalda blanca	*Pr
		Mustela frenata	Comadreja	
		Eira barbara	Viejo de monte	*Pr
	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero	*Pr
	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago	
		Saccopteryx bilineata	Murciélago	
	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*	Puercoespín mexicano	
		Lonchorhina aurita	Murciélago	
		Micronycteris microtis	Murciélago	
		Micronycteris schmidtorum	Murciélago	
		Carollia brevicauda	Murciélago	
	Phyllostomidae	*Carollia perspicillata*	Murciélago	
		Chiroderma villosum	Murciélago	

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus
		Artibeus intermedius	Murciélago	
		Diphylla ecaudata	Murciélago	
		Glossophaga soricina	Murciélago lengüetón	
		Sturnira lilium	Murciélago	
		Tonatia evotis	Murciélago	
		Uroderma bilobatum	Murciélago	
	Molossidae	*Eumops glaucinus*	Murciélago con sombrero	
	Natalidae	*Natalus stramineus*	Murciélago	
	Procyonidae	*Nasua narica*	Tejón, Coatí	
		Potos flavus	Mico de noche	*Pr
		Procyon lotor	Mapache	
	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla gris	
	Tapiridae	*Tapirus bairdii*	Tapir, anteburro	*Pr
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	
	Vespertillionidae	*Baureus dubiaquercus*	Murciélago	
		Lasiurus ega	Murciélago	
		Lasiurus intermedius	Murciélago amarillo gigante	
		Myotis keaysi	Murciélago	
	Cebidae	*Alouatta pigra*	Mono aullador	*Pr
	Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono araña	*Pr
	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	
Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	
		Ardea herodias	Garzón gris	
		Cochlearius cochlearius	Garza pico de bota, kuka	
		Egretta caerulea	Garza azul	
		Egretta rufescens	Garza melenuda	*Pr
		Egretta thula	Garza dedos dorados	
		Egretta tricolor	Garza vientre blanco	
		Bubulcus ibis	Garza ganadera	
		Butorides striatus	Garcita azulada	
	Cerylidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador	
	Cicconidae	*Jabiru mycteria*	Cigüeña jabirú	*Pr
	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnífica	
	Fringillidae	*Carduelis psaltria*	Chinchimbacal	
		Euphonia affinis	Eufonia garganta negra	
	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero común	
	Hirundinidae	*Hyrundo rustica*	Golondrina tijereta	
		Tachycineta albilinea	Golondrina manglera	
	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	
	Sternidae	*Sterna antillarum*	Golondrina marina mínima	*Pr
		Sterna hirundo	Golondrina marina común	

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus
		Sterna maxima	Golondrina marina real	
		Thalasseus sandvicensis	Golondrina patinegra	
	Thraupidae	*Habia fuscicauda*	Tángara selvática	
	Trochilidae	*Amazilia candida*	Colibrí candido	
		Amazilia yucatanensis	Colibrí yucateco	
		Amazilia rutila	Colibrí canela	
		Chlorostibon canivetii	Colibrí esmeralda	
	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotocabras	
	Cardinalidae	*Guiraca caerulea*	Azulejo maicero	
		Passerina cyanea	Azulejo	
		Piranga roseoregularis	Tángara yucateca	
		Saltator atriceps	Picurero cabeza negra	
		Saltator coerulescens	Picurero grisáceo	
	Charadriidae	*Charadrius alexandrinus*	Chorlito nevado	*A
		Charadrius semipalmatus	Chorlito frailecillo	
		Charadrius wilsonia	Chorlito pico grueso	
		Pluvialis squatarola	Chorlito gris	
	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	
	Corvidae	*Cyanocorax morio*	Papán	
		Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	
		Cyanocora yncas	Chara verde	
	Dendrocolaptidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos	
	Accipitridae	*Buteo magnirostris*	Aguililla caminera	
		Buteogallus anthracinus	Aguililla negra menor*	
		Spizastur melanoleucus	Aguililla blanquinegra*	
	Cathartidae	*Cathartes aura*	Aura cabeza roja	
		Coragyps atratus	Zopilote común	
		Sarcoramphus papa	Zopilote rey	
	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Candelero	
	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras común	
		Calidris alba	Playerito correlón	
		Calidris mauri	Playerito occidental	
		Calidris minutilla	Playerito mínimo	
		Tringa semipalmata	Playero pihuiuí	
	Threskiornithidae	*Ajaia ajaja*	Chocolatera	
		Eudocimus albus	Ibis blanco	
	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra	
	Turdidade	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	
	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	
		Camptostoma imberbe	Mosquero	
		Elaenia flavogaster	Mosquero copetón	
		Myiozetetes similis	Luis gregario	
		Myiarchus yucatanensis	Papamoscas yucateco	

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	
	Parulidae	*Dendroica coronata*	Reinita coronada	
		Dendroica magnolia	Chipe de magnolia	
		Dendroica palmarum	Chipe playero	
		Dendroica petechia	Chipe manglero	
		Geothlypis trichas	Chipe de cara negra	
		Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	
		Wilsonia citrina	Chipe encapuchado	
	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán doble cresta	
		Phalacrocorax brasilianus	Cormorán neotropical	
	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	
	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	
		Pelecanus erythrorhynchos	Pelícano blanco	
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita gris	
	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	
		Columbina talpacoti	Tortolita	
		Patagionenas flavirostris	Paloma morada	
		Zenaida asiatica	Tórtola aliblanca, torcasa	
		Columbina passerina	Tórtola	
		Leptotila verreauxi	Paloma montaraz	
	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	
		Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	
		Dryocopus lineatus	Carpintero lineado	
	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojo blanco	*A
		Vireo olivaceus	Vireo ojo rojo	
		Vireo flavifrons	Vireo	
		Vireo magister	Vireo yucateco	
		Vireo pallens	Vire manglero	*Pr
	Icteridae	*Agelaiu phoeniceus*	Tordo sargento	
		Dives dives	Tordo cantor	
		Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	
		Icterus auratus	Bolsero común	
		Icterus gularis	Bolsero de altamira	
		Icterus cucullatus	Bolsero encapuchado	
		Icterus prosthemelas	Bolsero capucha negra	
Reptiles	Boidae	*Boa constrictor*	Boa, och can	*A
	Corytophanidae	*Basilliscus vittatus*	Toloque verde	
	Colubridae	*Coluber mentovarius*	Chirrionera	
		Drymobius margaritiferus	Petatilla	
		Lampropeltis triangulum	Coralillo	*A
		Leptophis mexicanus	Ranera	*A
		Pseustes poecilonotus	Ratonera	
		Oxybelis aeneus	Bejuquillo	
		Coniophanes imperiales	Culebra rayada	

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus
		Oxybelis fulgidus	Bejuquilla verde	
		Symphimus mayae	Culebra labios blancos maya	*Pr
		Tantilla cuniculator	Culebra ciempiés del Petén	*Pr
	Cheloniidae	*Eretmochelys imbricata*	Tortuga carey	*Pr
		Chelonia mydas	Tortuga verde	*Pr
	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Cuija yucateca	
	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Cuija	
		Thecadactylus rapicaudus	Escorpión	*Pr
	Geoemydidae	*Rhynoclemmys areolata*	Tortuga monjina	*A
	Elapidae	*Micrurus diastema*	Coralillo	*Pr
	Emydidae	*Terrapene carolina*	Tortuga de carolina	*Pr
		Trachemys scripta	Tortuga jicotea	*Pr
	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	*A
	Kinosternidae	*Kinosternon creaseri*	Casquito	
		Kinosternon scorpioides	Tortuga pochitoque	
		Staurotypus triporcatus	Tortuga de tres lomos	*A
	Polychrotidae	*Anolis lemurinus*	Toloque	
		Anolis rodriguezii	Toloque	
		Anolis sagrei	Toloque	
		Anolis sericeus	Toloque	
	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Merech	
		Sceloporus lundelli	Lagartija	
	Scincidae	*Plestiodon sumichrasti*	Memech	
		Eumeces schwartzei	Memech	
	Teiidae	*Ameiva undulata*	Lagartija	
		Cnemidophorus sp.	Lagartija	
		Aspidoscelis angusticeps	Lagartija	
Anfibios	Bufonidae	*Ollotis valliceps*	Sapo común	
	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Sapito	
		Leptodactylus melanonotus	Sapito	
	Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	Sapito	
	Plethodontidae	*Bolitoglossa yucatana*	Salamandra yucateca	*Pr

* Pr = Especies Protegidas, A= Amenazadas, Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010

Para determinar la fauna presente en el SAR, con base a observaciones directas, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

Se seleccionaron sitios de muestreos aleatorios para el monitoreo de la fauna silvestre, los cuales se realizaron mediante los siguientes criterios:

1. Sitios que se encuentran dentro del SAR delimitado para el proyecto.

2. Presencia de mayor cobertura vegetal posible.

3. Vegetación con buen estado de salud dentro de la superficie de muestreo.

4. Sitios de muestreo fueran representativos, en comparación con el sitio de muestreo del predio.

5. Sitios de muestreo con de libre acceso.

6. Sitios de muestreo, abarquen los diferentes tipos de vegetación presentes en el SAR de acuerdo a los recorridos en campo (manglar, matorral de duna costera y selva baja subcaducifolia).

Una vez considerando los criterios anteriores, se localizaron los puntos mediante imagen satelital a través del Programa Google Earth, el cual arrojó los sitios, posteriormente se procedió a establecer los puntos de muestreo señalados y georreferenciados en el siguiente mapa. Los puntos fueron seleccionados aleatoriamente, siempre priorizando las zonas con mayor vegetación, así como sitios de considerados como zonas de prioridad ecología para la Isla.

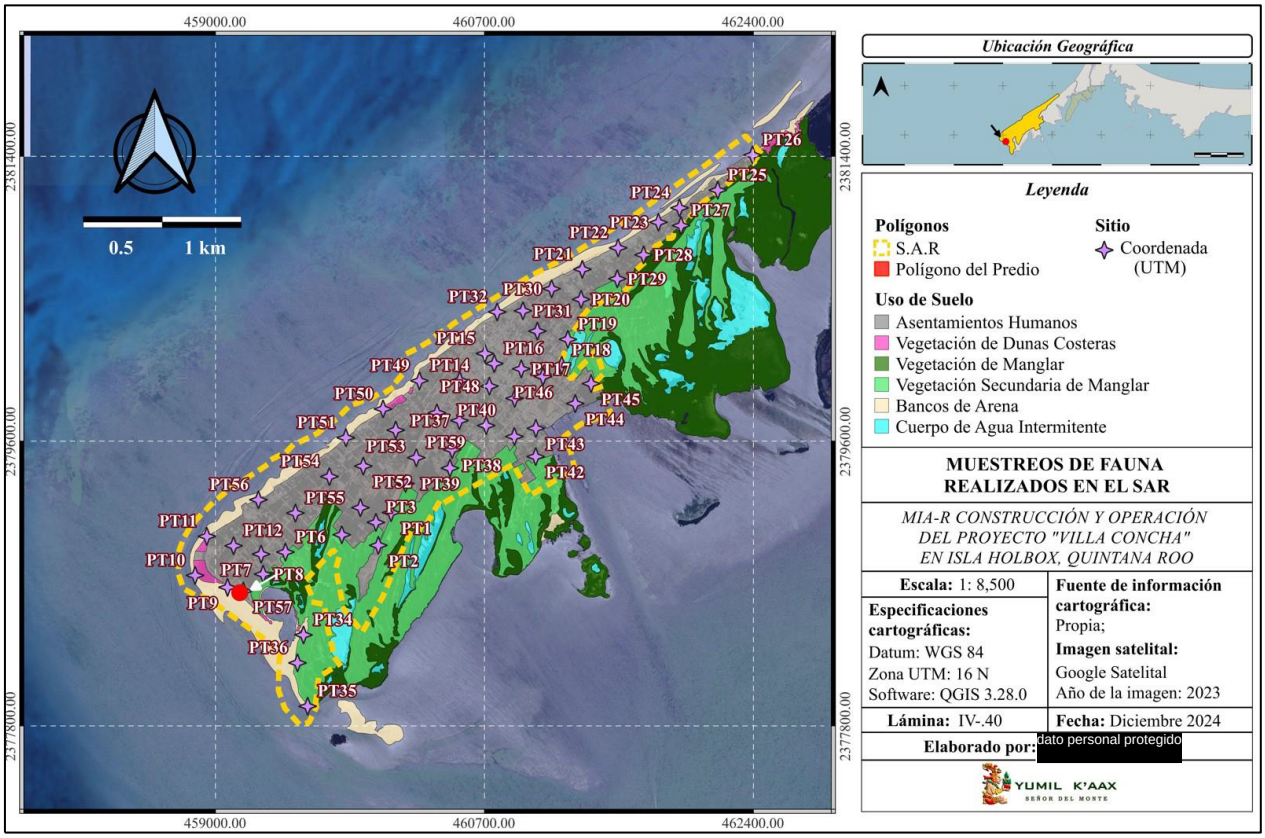


Lámina IV.38. Mapa de ubicación de 59 sitios de muestreo para fauna silvestre correspondientes al SAR del proyecto.

Tabla IV.50. Coordenadas geográficas y ubicación de los puntos de muestreo para fauna silvestre del SAR

Punto de muestreo	Coordenada UTM	
	X	Y
PT1	460110.00 m E	2379148.00 m N
PT2	460029.00 m E	2378941.00 m N
PT3	460014.00 m E	2379086.00 m N
PT4	459916.00 m E	2379179.00 m N
PT5	459798.01 m E	2379007.86 m N
PT6	459442.05 m E	2378898.38 m N
PT7	459288.18 m E	2378885.54 m N
PT8	459301.13 m E	2378759.01 m N
PT9	459075.86 m E	2378675.45 m N
PT10	458871.00 m E	2378750.99 m N
PT11	458945.14 m E	2378997.92 m N
PT12	459114.03 m E	2378938.18 m N
PT13	460399.57 m E	2379778.45 m N
PT14	460543.58 m E	2379983.16 m N
PT15	460703.40 m E	2380153.31 m N
PT16	460762.00 m E	2380090.00 m N
PT17	460932.65 m E	2380056.40 m N
PT18	461188.16 m E	2380079.26 m N
PT19	461227.38 m E	2380242.94 m N
PT20	461310.90 m E	2380495.81 m N
PT21	461318.71 m E	2380685.55 m N
PT22	461544.76 m E	2380821.19 m N
PT23	461799.72 m E	2380983.21 m N
PT24	461933.12 m E	2381073.71 m N
PT25	462174.79 m E	2381185.71 m N
PT26	462394.00 m E	2381408.00 m N
PT27	461942.75 m E	2380962.26 m N
PT28	461705.83 m E	2380776.73 m N
PT29	461539.68 m E	2380625.75 m N
PT30	461124.71 m E	2380562.74 m N
PT31	460943.33 m E	2380423.27 m N

Punto de muestreo	Coordenada UTM	
	X	Y
PT32	460780.36 m E	2380416.34 m N
PT33	461034.41 m E	2380295.01 m N
PT34	459556.24 m E	2378374.60 m N
PT35	459582.51 m E	2377923.94 m N
PT36	459518.19 m E	2378198.13 m N
PT37	460542.00 m E	2379730.00 m N
PT38	460496.00 m E	2379546.00 m N
PT39	460482.00 m E	2379429.00 m N
PT40	460711.00 m E	2379698.00 m N
PT41	460889.00 m E	2379629.00 m N
PT42	461024.00 m E	2379502.00 m N
PT43	461025.00 m E	2379681.00 m N
PT44	461274.00 m E	2379837.00 m N
PT45	461374.00 m E	2379963.00 m N
PT46	461070.00 m E	2380008.00 m N
PT47	460891.00 m E	2379870.00 m N
PT48	460731.00 m E	2379947.00 m N
PT49	460289.00 m E	2379981.00 m N
PT50	460059.00 m E	2379803.00 m N
PT51	459824.00 m E	2379621.00 m N
PT52	459934.00 m E	2379442.00 m N
PT53	460139.00 m E	2379669.00 m N
PT54	459720.00 m E	2379376.00 m N
PT55	459505.00 m E	2379145.00 m N
PT56	459271.00 m E	2379229.00 m N
PT57	459176.00 m E	2378652.00 m N
PT58	460201.00 m E	2379332.00 m N
PT59	460269.00 m E	2379495.00 m N

En la tabla anterior, se enlistan 59 puntos de muestreo para fauna silvestre, en los cuales se priorizó la identificación para las especies de los grupos: aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Para los que se aplicó la metodología de monitoreo correspondiente a cada grupo.

En la siguiente lámina, se señalan los sitios de muestreo para predio del proyecto, así como puntos de sus zonas circundantes. Como se puede observar, en la siguiente lámina se refleja únicamente 5 puntos de muestreo de los 59 puntos totales contemplados para todo el SAR, de los cuales el punto 57 se encuentra dentro del predio del proyecto y los puntos 6, 7, 8 y 9 pertenecen a la zona circundante al mismo. Lo anterior, debido a la metodología utilizada de acuerdo con Macgregor-fors y de acuerdo a los grupos monitoreados bajo esta metodología, ya que se ha comprobado que las especies pueden desplazarse rápidamente de un sitio a otro, ocupando nuevo territorio de cuerdo a sus requerimientos biológicos y sitios de aprovechamientos del hábitat

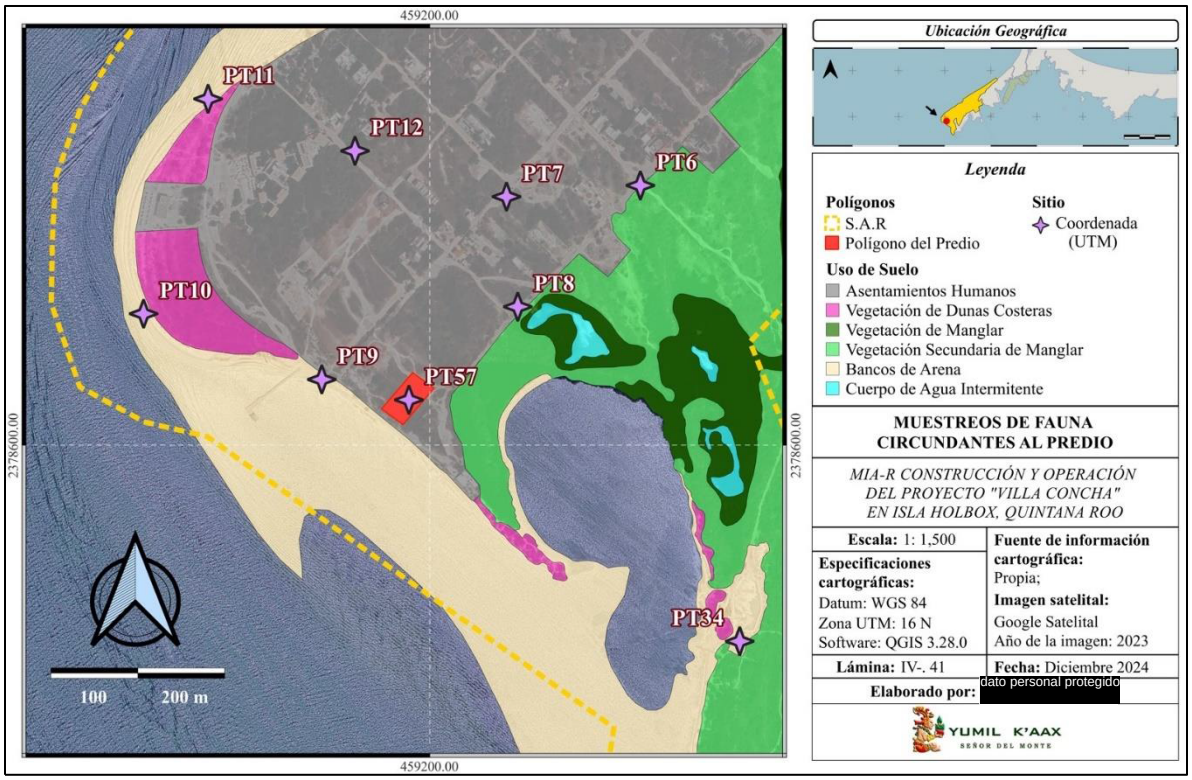


Lámina IV.39. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo correspondientes al predio del proyecto

Tabla IV.51. Coordenadas geográficas y ubicación de los puntos de muestreo para fauna del predio del proyecto.

Punto de muestreo	Coordenadas UTM	
	X	Y
PT6	459442.05 m E	2378898.38 m N
PT7	459288.18 m E	2378885.54 m N
PT8	459301.13 m E	2378759.01 m N
PT9	459075.86 m E	2378675.45 m N
PT57	459176.00 m E	2378652.00 m N

La fauna registrada en el predio y su zona circundante, no necesariamente reside en el predio del proyecto ya que mucha de ella se cuenta transitando la zona en búsqueda de alimentación o resguardo. Por ello, estos muestreos fueron realizados para evidenciar a las especies potenciales en el sitio especialmente aquellas especies que se listan dentro de alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación, se presenta el listado de la riqueza de fauna avistada durante los recorridos y monitoreos en el SAR. Se registró un total de 73 especies de observación directa, siendo la más abundantes las especies del grupo de las aves. Estos registros incluyen las especies de los puntos de conteos, así como de aquellos que se observaron durante el traslado de punto a punto, por lo tanto, en los análisis de diversidad se registran menos especies porque se limitan a los organismos avistados en los puntos de muestreo.

Tabla IV.52. Riqueza de fauna silvestre observada durante los recorridos y monitoreos en el SAR.

No	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Anfibios	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	-
2	Aves	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Pr
3		Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	-
4		Anatidae	*Spatula discors*	Seceta alas azules	-
5		Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna colona clara	-
6		Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza vientre blanco	-
7		Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	-
8		Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza melenuda	P
9		Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	-
10		Ardeidae	*Ardea herodias*	Garzón gris	-
11		Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-
12		Cathartidae	*Catharstes aura*	Zopilote aura	-
13		Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Pr
14		Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-
15		Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlito gris	-
16		Columbidae	*Zenaida asiatica*	Tórtola aliblanca, torcasa	-
17		Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de caocto	-
18		Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	-
19		Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero	-
20		Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnífica	-
21		Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilgerito dominico	-
22		Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	-
23		Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	-
24		Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	-
25		Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	-
26		Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	-
27		Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	-

No	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
28		Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	-
29		Laridae	*Larus fucus*	Gaviota sombría	-
30		Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	-
31		Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	-
32		Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	-
33		Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	-
34		Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	-
35		Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	-
36		Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	-
37		Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playerol	-
38		Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio	-
39		Parulidae	*Setophaga pensylvanica*	Chipe flancos castaños	-
40		Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	-
41		Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco	-
42		Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán doble cresta	-
43		Phoenicopteridae	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco del caribe	A
44		Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	-
45		Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	-
46		Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita gris	-
47		Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Candelero	-
48		Rynchopidae	*Rynchops niger*	Rayador americano	-
49		Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí	-
50		Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playerito mínimo	-
51		Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras común	-
52		Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	-
53		Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Pata amarillamayor	-
54		Sternidae	*Thalasseus sandvicensis*	Charran sandwich	-
55		Sternidae	*Thalasseus maximus*	Charrán real	-
56		Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero Oliváceo	-
57		Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	-
58		Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela	-
59		Trochilidae	*Cynanthus canivetii*	Colibrí esmeralda	-
60		Trochilidae	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P
61		Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	-
62		Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	-
63		Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	-
64		Tyrannidae	*Todirostrum cinereum*	Mosquerito espatulilla comun	-
65		Vireonidae	*Vireo pallens*	Vire manglero	Pr
66	Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-
67	Reptiles	Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr

No	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
68		Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo Pardo del Caribe	-
69		Dipsadidae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras	-
70		Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	-
71		Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A
72		Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagarto espinoso de Cozumel	Pr
73		Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco	-

A: Amenazada; Pr: Sujeta a protección especial; P:Peligro de extinción.

A continuación, se presenta el listado de las especies avistadas directamente en el predio. Los individuos registrados son aquellos que se han observado en distintas visitas al predio entre 2023, 2024 y siendo la última visita en enero de 2025. En total, se observaron en el predio 14 especies, la mayoría de forma transeúnte y solo la garza nocturna corona clara se registró en distintos períodos y años residiendo la comunidad de manglar del predio.

Tabla IV.53. Riqueza de fauna silvestre observada en el predio.

N°	Grupo	Familia	Especie	Nombre común
1	**Aves**	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna corona clara
2		Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate
3		Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle
4		Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador
5		Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero
6		Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero
7		Parulidae	*Setophaga pensylvanica*	Chipe flancos castaños
8		Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo
9		Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio
10		Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario
11		Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí
12		Vireonidae	*Vireo pallens**[2]	Vire manglero
13	**Reptiles**	Dipsadidae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras
14		Iguanidae	*Ctenosaura similis**[1]	Iguana rayada

*Especies en categoría de riesgo: Amenazada[1]; Sujeta a protección especial[2].

De las especies registradas la *Ctenosaura similis* se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de especie Amenazada y *Vireo pallens* Sujeta a protección especial. Esta especies son transitorias, por lo que no estarán expuestas a impactos negativos significativos durante las etapas de preparación, construcción y mantenimiento de las instalaciones, ya que ambas especies podrán desplazarse fácilmente

hacia comunidades con vegetación cercana. Cabe mencionar que, se ha observado que en el caso de la iguana, se ha adecuado a la presencia de infraestructura y urbanización, donde ha hallado nuevos sitios de reproducción, alimentación y refugio. Por lo tanto, la presencia de la residencia no pondrá en riesgo su integridad, ya que el ejemplar podrá aprovechar las superficies para toma de baño de sol.

Las especies observadas en el predio fueron registradas en la comunidad de manglar en el estrato inferior (culebra rayas negras, iguana negra de cola espinosa, Chipe charquero y garza nocturna corona clara); y en el estrato medio y superior de la estructura arbustiva (Zanate, centzontle tropical, chipe trepador, chipe amarillo, chipe playero, Luis gregario, chipe flancos castaños, vireo manglero y pavito migratorio); el tirano pirirí se observó sobre el cerco que delimita el predio colindante.

Con el desarrollo del proyecto no se comprometerá la existencia o permanencia de las poblaciones de las especies de fauna silvestre registradas. Mantener la comunidad arbustiva de manglar en el terreno garantiza proteger hábitat para el uso de las especies registradas; debido a que encontrarán recurso alimenticio, refugio y sitios para su posible reproducción. Ninguna de las especies registradas en el predio se considera rara u ocasional; asimismo, se observa que su alimentación es generalista, por lo que en la comunidad de manglar del terreno pueden encontrar alimento disponible para su demanda, como frutos del *Conocarpus erectus* y los pequeños insectos que arriban al lugar entre la vegetación.

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD FAUNA

A continuación, se mencionan la metodología de los análisis de la fauna del Asentamiento Humano Holbox. Para la diversidad de especies en su definición considera:

1. El número de especies o riqueza que pueden expresarse como la cantidad de tipo (variedades, especies, categorías) de uso de suelo por unidad de espacio.
2. El número de individuos y abundancia de individuos de cada especie que existen en un determinado lugar.

La biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies sino también de la dominancia relativa de cada una de ellas. Las especies, en general, se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras. Cuanto mayor es el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad. Entender el problema de la biodiversidad implica, entonces, discutir el problema de la rareza biológica. La conservación de la biodiversidad es principalmente un problema vinculado al comportamiento ecológico de las especies rara.

- **Índice de Shannon**

El índice de Shannon es uno de los más utilizados, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes.

La diversidad se midió con el Índice de Shannon – Wiener (1949), considerando lo siguiente:

1. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección.

2. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

3. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de Shannon se calcula de la siguiente forma:

$H=-\Sigma_{(i=1)}{}^{S}〖Pi*\ln Pi〗$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon.

Pi= Abundancia relativa de especies.

- **Índice de Simpson**

El índice de dominancia de Simpson o índice de la diversidad de las especies, es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. A medida que este el índice la diversidad decrece, por lo que se presenta como una medida de dominancia. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. Entonces entre más aumente el valor a 1, la diversidad disminuye. Este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, da también una idea de homogeneidad general desde un sistema que es más diverso, cuanta dominancia de especies hay y la distribución es más equitativa. A medida que el valor del índice de Simpson se incrementa, la diversidad decrece por lo que es necesario calcular el complemento del índice de Simpson (1-0), asegurando de esta manera que el valor del índice aumenta con el incremento de la diversidad. Tomando en cuenta que el valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad y que la dominancia es alta. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 1, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- Mayor a 0.67 diversidad alta.
- 0.34 a 0.66 diversidad media.
- 0 a 0.33 diversidad baja.

La diversidad del polígono se midió con el Índice de Simpson (1975), considerando lo siguiente:

- Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie.
- Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras.
- Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S).

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

Dónde:

λ = Índice de dominancia

Pi = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)

n = Número de individuos de la especie

N = Número total de especies4

AVIFAUNA

Resultados del índice de Simpson y Shannon-Wienner para la Avifauna en Holbox

En lo que respecta a las especies de aves para la isla se obtuvo un listado de muestreos realizados en campo con: 29 familias correspondientes a 49 géneros y 56 especies de aves. 53 son nativas, 2 especies exóticas y únicamente 1 especie como exótica invasora.

Con base en los análisis realizados, la familia con mayor dominancia fue Laridae con un total de 126 individuos correspondientes a la especie *Leucophaeus atricilla,* y posterior la familia Icteridae con un total de 113 individuos correspondientes a la especie de *Quiscalus mexicanus,* especies con mayor dominancia de individuos. Por lo anterior, se elaboraron índices de diversidad correspondientes por medio de los cuales se sustenta la diversidad y abundancia de la fauna silvestre en Holbox.

Tabla IV.54. Índices de Shannon-Wenner

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')							
No	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus**	Aguililla negra menor	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
2	Accipitridae	*Buteo plagiatus**	Aguililla gris	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
3	Anatidae	*Spatula discors**	Seceta alas azules	3	0.003211991	-5.74086415	-0.018439606
4	Ardeidae	*Nyctanassa violacea**	Garza nocturna colona clara	3	0.003211991	-5.74086415	-0.018439606
5	Ardeidae	*Egretta tricolor**	Garza vientre blanco	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
6	Ardeidae	*Egretta thula**	Garza dedos dorados	3	0.003211991	-5.74086415	-0.018439606
7	Ardeidae	*Egretta rufescens**	Garza melenuda	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
8	Ardeidae	*Bubulcus ibis**	Garza ganadera	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
9	Ardeidae	*Ardea herodias**	Garzón gris	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
10	Ardeidae	*Ardea alba**	Garza blanca	4	0.004282655	-5.453182077	-0.023354099
11	Cathartidae	*Coragyps atratus**	Zopilote común	11	0.011777302	-4.441581165	-0.052309842
12	Charadriidae	*Pluvialis squatarola**	Chorlito gris	2	0.002141328	-6.146329258	-0.013161305

Tabla IV.54. Índices de Shannon-Wenner

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')							
No	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
13	Columbidae	*Zenaida asiatica**	Tórtola aliblanca, torcasa	2	0.002141328	-6.146329258	-0.013161305
14	Columbidae	*Streptopelia decaocto**	Paloma de caocto	54	0.057815846	-2.850492392	-0.164803629
15	Columbidae	*Columba livia**	Paloma doméstica	14	0.014989293	-4.200419109	-0.062961314
16	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris**	Garrapatero	5	0.005353319	-5.230038526	-0.027998065
17	Fregatidae	*Fregata magnificens**	Fragata magnífica	51	0.054603854	-2.907650806	-0.158768941
18	Fringillidae	*Spinus psaltria**	Jilgerito dominico	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
19	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea**	Golondrina manglera	38	0.040685225	-3.201890279	-0.130269626
20	Icteridae	*Molothrus aeneus**	Tordo ojos rojos	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
21	Icteridae	*Quiscalus mexicanus**	Zanate mexicano	113	0.120985011	-2.11208862	-0.255531064
22	Icteridae	*Icterus cucullatus**	Bolsero encapuchado	3	0.003211991	-5.74086415	-0.018439606
23	Icteridae	*Dives dives**	Tordo cantor	5	0.005353319	-5.230038526	-0.027998065
24	Icteridae	*Agelaius phoeniceus**	Tordo sargento	102	0.109207709	-2.214503625	-0.241840867
25	Laridae	*Leucophaeus atricilla**	Gaviota reidora	162	0.173447537	-1.751880103	-0.30385929
26	Laridae	*Larus fucus**	Gaviota sombría	11	0.011777302	-4.441581165	-0.052309842
27	Mimidae	*Dumetella carolinensis**	Maullador gris	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
28	Mimidae	*Mimus gilvus**	Cenzontle tropical	52	0.055674518	-2.88823272	-0.160800965
29	Pandionidae	*Pandion haliaetus**	Águila pescadora	12	0.012847966	-4.354569788	-0.055947363
30	Parulidae	*Setophaga petechia**	Chipe amarillo	28	0.029978587	-3.507271928	-0.105143056
31	Parulidae	*Setophaga palmarum**	Chipe playerol	48	0.051391863	-2.968275427	-0.152545204
32	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis**	Pelícano café	11	0.011777302	-4.441581165	-0.052309842
33	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos**	Pelícano blanco	5	0.005353319	-5.230038526	-0.027998065
34	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus**	Cormorán doble cresta	33	0.035331906	-3.342968877	-0.118113461
35	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus ruber**	Flamenco del caribe	5	0.005353319	-5.230038526	-0.027998065

Tabla IV.54. Índices de Shannon-Wenner

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')							
No	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
36	Picidae	*Melanerpes pygmaeus**	Carpintero yucateco	4	0.004282655	-5.453182077	-0.023354099
37	Picidae	*Melanerpes aurifrons**	Carpintero cheje	2	0.002141328	-6.146329258	-0.013161305
38	Polioptilidae	*Polioptila caerulea**	Perlita gris	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
39	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus**	Candelero	6	0.006423983	-5.047716969	-0.032426447
40	Rynchopidae	*Rynchops niger**	Rayador americano	5	0.005353319	-5.230038526	-0.027998065
41	Scolopacidae	*Tringa semipalmata**	Playero pihuiuí	2	0.002141328	-6.146329258	-0.013161305
42	Scolopacidae	*Calidris minutilla**	Playerito mínimo	6	0.006423983	-5.047716969	-0.032426447
43	Scolopacidae	*Arenaria interpres**	Vuelvepiedras común	4	0.004282655	-5.453182077	-0.023354099
44	Scolopacidae	*Actitis macularius**	Playero alzacolita	2	0.002141328	-6.146329258	-0.013161305
45	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca**	Pata amarillamayor	5	0.005353319	-5.230038526	-0.027998065
46	Sternidae	*Thalasseus sandvicensis**	Charran sandwich	23	0.024625268	-3.703982222	-0.091211554
47	Sternidae	*Thalasseus maximus**	Charrán real	34	0.03640257	-3.313115914	-0.120605933
48	Thraupidae	*Tiaris olivaceus**	Semillero Oliváceo	2	0.002141328	-6.146329258	-0.013161305
49	Threskiornithidae	*Eudocimus albus**	Ibis blanco	2	0.002141328	-6.146329258	-0.013161305
50	Trochilidae	*Cynanthus canivetii**	Colibrí esmeralda	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
51	Trochilidae	*Amazilia rutila**	Colibrí canela	8	0.00856531	-4.760034897	-0.040771177
52	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus**	Tirano tropical	19	0.020342612	-3.895037459	-0.079235237
53	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus**	Luis bienteveo	6	0.006423983	-5.047716969	-0.032426447
54	Tyrannidae	*Myiozetetes similis**	Luis gregario	11	0.011777302	-4.441581165	-0.052309842
55	Tyrannidae	*Todirostrum cinereum**	Mosquerito espatulilla comun	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
56	Vireonidae	*Vireo pallens**	Vire manglero	1	0.001070664	-6.839476438	-0.00732278
56	**Total**		***N***	**934**	**1**		**-3.04806178**
						I. Shannon H	**3.0481**
						Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**4.0254**
						Equitatividad (J) H/H' max =	**0.75721627**

Tabla IV.55 Cálculo de Índices de Simpson.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON						
No	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**p(i)^2**
1	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus**	Aguililla negra menor	1	0.001070664	1.14632E-06
2	Accipitridae	*Buteo plagiatus**	Aguililla gris	1	0.001070664	1.14632E-06
3	Anatidae	*Spatula discors**	Seceta alas azules	3	0.003211991	1.03169E-05
4	Ardeidae	*Nyctanassa violacea**	Garza nocturna colona clara	3	0.003211991	1.03169E-05
5	Ardeidae	*Egretta tricolor**	Garza vientre blanco	1	0.001070664	1.14632E-06
6	Ardeidae	*Egretta thula**	Garza dedos dorados	3	0.003211991	1.03169E-05
7	Ardeidae	*Egretta rufescens**	Garza melenuda	1	0.001070664	1.14632E-06
8	Ardeidae	*Bubulcus ibis**	Garza ganadera	1	0.001070664	1.14632E-06
9	Ardeidae	*Ardea herodias**	Garzón gris	1	0.001070664	1.14632E-06
10	Ardeidae	*Ardea alba**	Garza blanca	4	0.004282655	1.83411E-05
11	Cathartidae	*Coragyps atratus**	Zopilote común	11	0.011777302	0.000138705
12	Charadriidae	*Pluvialis squatarola**	Chorlito gris	2	0.002141328	4.58528E-06
13	Columbidae	*Zenaida asiatica **	Tórtola aliblanca, torcasa	2	0.001070664	1.14632E-06
14	Columbidae	*Streptopelia decaocto**	Paloma de caocto	54	0.057815846	0.003342672
15	Columbidae	*Columba livia**	Paloma doméstica	14	0.014989293	0.000224679
16	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris**	Garrapatero	5	0.005353319	2.8658E-05
17	Fregatidae	*Fregata magnificens**	Fragata magnífica	51	0.054603854	0.002981581
18	Fringillidae	*Spinus psaltria**	Jilgerito dominico	1	0.001070664	1.14632E-06
19	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea**	Golondrina manglera	38	0.040685225	0.001655288
20	Icteridae	*Molothrus aeneus**	Tordo ojos rojos	1	0.001070664	1.14632E-06
21	Icteridae	*Quiscalus mexicanus**	Zanate mexicano	113	0.120985011	0.014637373
22	Icteridae	*Icterus cucullatus**	Bolsero encapuchado	3	0.003211991	1.03169E-05
23	Icteridae	*Dives dives**	Tordo cantor	5	0.005353319	2.8658E-05
24	Icteridae	*Agelaius phoeniceus**	Tordo sargento	102	0.109207709	0.011926324
25	Laridae	*Leucophaeus atricilla**	Gaviota reidora	162	0.173447537	0.030084048
26	Laridae	*Larus fucus**	Gaviota sombría	11	0.011777302	0.000138705
27	Mimidae	*Dumetella carolinensis**	Maullador gris	1	0.001070664	1.14632E-06
28	Mimidae	*Mimus gilvus**	Cenzontle tropical	52	0.055674518	0.003099652
29	Pandionidae	*Pandion haliaetus**	Águila pescadora	12	0.012847966	0.00016507
30	Parulidae	*Setophaga petechia**	Chipe amarillo	28	0.029978587	0.000898716
31	Parulidae	*Setophaga palmarum**	Chipe playerol	48	0.051391863	0.002641124
32	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis**	Pelícano café	11	0.011777302	0.000138705
33	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos**	Pelícano blanco	5	0.005353319	2.8658E-05
34	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus**	Cormorán doble cresta	33	0.035331906	0.001248344
35	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus ruber**	Flamenco del caribe	5	0.005353319	2.8658E-05
36	Picidae	*Melanerpes pygmaeus**	Carpintero yucateco	4	0.004282655	1.83411E-05

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON						
No	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
37	Picidae	*Melanerpes aurifrons**	Carpintero cheje	2	0.002141328	4.58528E-06
38	Polioptilidae	*Polioptila caerulea**	Perlita gris	1	0.001070664	1.14632E-06
39	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus**	Candelero	6	0.006423983	4.12676E-05
40	Rynchopidae	*Rynchops niger**	Rayador americano	5	0.005353319	2.8658E-05
41	Scolopacidae	*Tringa semipalmata**	Playero pihuiuí	2	0.002141328	4.58528E-06
42	Scolopacidae	*Calidris minutilla**	Playerito mínimo	6	0.006423983	4.12676E-05
43	Scolopacidae	*Arenaria interpres**	Vuelvepiedras común	4	0.004282655	1.83411E-05
44	Scolopacidae	*Actitis macularius**	Playero alzacolita	2	0.002141328	4.58528E-06
45	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca**	Pata amarillamayor	5	0.005353319	2.8658E-05
46	Sternidae	*Thalasseus sandvicensis**	Charran sandwich	23	0.024625268	0.000606404
47	Sternidae	*Thalasseus maximus**	Charrán real	34	0.03640257	0.001325147
48	Thraupidae	*Tiaris olivaceus**	Semillero Oliváceo	2	0.002141328	4.58528E-06
49	Threskiornithidae	*Eudocimus albus**	Ibis blanco	2	0.002141328	4.58528E-06
50	Trochilidae	*Cynanthus canivetii**	Colibrí esmeralda	1	0.001070664	1.14632E-06
51	Trochilidae	*Amazilia rutila**	Colibrí canela	8	0.00856531	7.33645E-05
52	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus**	Tirano tropical	19	0.020342612	0.000413822
53	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus**	Luis bienteveo	6	0.006423983	4.12676E-05
54	Tyrannidae	*Myiozetetes similis**	Luis gregario	11	0.011777302	0.000138705
55	Tyrannidae	*Todirostrum cinereum**	Mosquerito espatulilla comun	1	0.001070664	1.14632E-06
56	Vireonidae	*Vireo pallens**	Vire manglero	1	0.001070664	1.14632E-06
56	**Total**		***N***	**934**	**0.998929336**	**0.07631403**
					I. Simpson λ	**0.92368597**
					Dominancia	**0.07631403**

Resultados y análisis

Considerando las tablas de índices de diversidad anteriores, para Shannon (H) se obtuvo la diversidad de especies para fauna silvestre Holbox y para el predio del proyecto con valor de **3.0481** lo que representa diversidad meda-alta con un total de 56 especies presentes para el registro, lo que indica un valor significativo para la diversidad de especies en la localidad.

En cuanto al índice de Simpson λ, tenemos que el resultado de diversidad para la localidad es alto con un valor de **0.923** el cual, es inversamente proporcional al valor de dominancia baja con un valor de **0.076** por lo que podemos interpretar que existe un flujo alto de diferentes especies de avifauna para la zona.

Lo anterior, representa la importancia del sitio, el predio del proyecto y sus áreas colindantes, ya que estas fungen como sitios de resguardo, alimentación y transición. Las modificaciones de los ecosistemas por medios antrópicos provocan los cambios en la morfología de los sitios y hábitat de muchas especies, sin embargo, es importantes señalar que el predio del proyecto al estar dentro de la zubzonificación de asentamientos humanos que corresponde a la ANP Yum Balam, el promovente se encuentra consciente de los lineamientos estipulados en el plan de manejo correspondiente. Por lo que, para la construcción y operación del proyecto "*Villa Concha*" en Holbox, Quintana Roo propone la implementación de obras y diseño con criterios de funcionalidad y armonía con el paisaje natural de la zona.

MASTOFAUNA

Resultados del índice de Simpson y Shannon-Wienner para la Mastofauna

Para la localidad no se obtuvieron reportes de la presencia de mamíferos terrestres grandes durante los muestreos levantados en campo, por el contrario, únicamente se registró la parecencia de 11 individuos para la especie *Procyon lotor* correspondiente a mapache. Para la elaboración de los índices de diversidad para cualquier grupo faunístico, es necesario más de una especie, ya que, de no ser el caso, se obtendrán resultados con sesgo para el análisis de los índices mencionados. Por lo anterior, no se presentarán los índices de Simpson y Shannon-Wenner para la mastofauna, sin embargo, se presenta un análisis de los resultados obtenidos en campo.

Resultados y análisis

Debido al crecimiento exponencial de Isla Holbox, así como por la fisiografía, hábitat y ambientes que actualmente presenta la Isla, es importante señalar, que la degradación y desaparición de hábitats naturales, la contaminación y crecimiento exponencial de zonas urbanas, son las primeras razones de afectación de los mamíferos terrestres. Sin embargo, no debemos olvidar que las Islas son fragmentos de hábitat natural con especies y comunidades propias que se han establecido, adaptado y evolucionado con el paso del tiempo, pudiendo ser lo anterior la razón de que muchas especies actualmente no se encuentran den el territorio.

Por lo anterior, a diferencia de las especies silvestres que pueden tener un proceso distinto de movilidad a una Isla, no podemos olvidar que, actualmente gracias a la intervención humana tenemos especies que pueden ser introducidas a estos ecosistemas aislados, por lo que la mayoría de mamíferos terrestres reportados son especies introducidas por el hombre, entre estas especies son *Canis familiaris* (perro domestico), *Felis catus* (Gato domestico), *Equus ferus* (Caballo) entre otras.



Fotografía IV.19. Huella de *Procyon lotor,* especie nativa CONABIO, s/n



Fotografía IV.20. Avistamientos ejemplares de *Procyon lotor,* especie nativa CONABIO, s/n

En conclusión, la presencia de mamíferos en el asentamiento humano es casi nula, teniendo como única especie avistada en el predio a (*Procyon lotor)* mapache, esta especie está clasificadas como fauna generalista teniendo la capacidad de alimentarse y subsistir a los ambientes perturbados. Por lo anterior, no se presenta un análisis de riqueza y diversidad para este grupo, ya que debido a los resultados presentados la elaboración de los índices de diversidad podría generar un sesgo en la información.

REPTILES

Resultados del índice de Simpson y Shannon-Wienner para Reptiles

De acuerdo al levantamiento en campo, parala zona, únicamente se obtuvieron 4 familias correspondientes a 4 géneros pertenecientes a 4 especies.

Tabla IV. 56. Índices de diversidad de especies Shannon-Wienner.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')							
N°	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo Pardo del Caribe	8	0.444444444	-0.810930216	-0.360413429
2	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	3	0.166666667	-1.791759469	-0.298626578
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagarto espinoso de Cozumel	4	0.222222222	-1.504077397	-0.334239422
4	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico	3	0.166666667	-1.791759469	-0.298626578
4	**Total**		***N***	**18**	**1**		**-1.29190601**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')							
N°	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
						I. Shannon H	**1.2919**
						Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**1.3863**
						Equitatividad (J) H/H' max =	**0.9319132**

Tabla IV.57. Índices de diversidad de especies Simpson.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON						
N°	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo Pardo del Caribe	8	0.444444444	0.197530864
2	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	3	0.166666667	0.027777778
3	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagarto espinoso de Cozumel	4	0.222222222	0.049382716
4	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico	3	0.166666667	0.027777778
4	**Total**		***N***	**18**	**1**	**0.30246914**
					I. Simpson λ	**0.69753086**
					Dominancia	**0.30246914**

Resultados y análisis

Considerando las tablas de índices de diversidad anteriores, para Shannon (H) se obtuvo la diversidad de especies para fauna silvestre de la localidad con valor de **1.2919** lo que representa diversidad baja con un total de 4 especies presentes para el registro, lo que indica un valor poco significativo para la diversidad de especies en la zona.

En cuanto al índice de Simpson λ, tenemos que el resultado de diversidad para Holbox es alto con un valor de diversidad alta con un total de **0.6957** el cual, no es proporcional al valor de dominancia alta con un valor de **0.3024** por lo que podemos interpretar que existe una dominancia alta de reptiles para la localidad.

ANFIBIOS

Resultados del índice de Simpson y Shannon-Wienner para anfibios

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre, a pesar de ello, muchas especies de anfibios no se encuentran en sistemas acuáticos altamente salobres debido a su fisionomía, por lo que la presencia de anfibios en sistemas costeros es muy limitada, sin embargo, la

temporada de lluvias favorece al estancamiento de agua formando charcas estacionales, favoreciendo un hábitat para estas especies. Cabe recalcar que muchas de estas especies de anfibios tienen un grado de tolerancia al sistema salobre de la costa, y que en el que pueden sobrevivir sin problema, únicamente esperan la temporalidad de lluvias para continuar con su siclo de reproducción.

Para el grupo de los anfibios es importante concluir que, estos ejemplares de vida silvestre están especializados a hábitats húmedos, sitios dulce acuícolas y menos salobres. Para resultado de los muestreos efectuados podemos reconocer que: la presencia de estos ejemplares en Isla Holbox fue escasa, registrando dos individuos de *Incillius valliceps* lo que puede indicar que, el sistema ambiental que actualmente se encuentra en la Isla no favorece la presencia de estas especies en su hábitat, también que estas especies pueden estar fuera de su temporalidad reproductiva lo que disminuye su avistamiento durante los muestreos. Por lo anterior, no se presentan los análisis de Simpson y Shannon-Wenner.

Distribución

La subzonificación de asentamiento humano, donde actualmente se encuentra ubicado el SAR y predio para el proyecto de *Construcción y Operación "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*, representa un sitio de tránsito para muchas especies de fauna silvestre, ya que se encuentra rodeada de zonas de gran importancia para la ANP APFF Yum Balam. A su vez, la regulación estricta para el desarrollo de infraestructura del mismo, permite que Yum Balam sea aprovechado de forma ordenada y sustentable. Por lo anterior, es importante seguir el Programa de Manejo para la ANP Yum Balam, el cual consiste en acatar las actividades que pueden llevarse a cabo dentro de cada una de las zonas que la integran.

Si bien, Isla Holbox se encuentra catalogada como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), se ha podido demostrar que la mayoría de los proyectos que actualmente se encuentran en la Isla no han perjudicado el ecosistema para este grupo; Holbox siguen siendo destino importante para la observación de aves marinas y terrestres. Es por lo anterior que, es de gran prioridad para la observación de las especies presentes dentro de este ecosistema, con ello se puede dar seguimiento y evaluando la calidad del medio para las especies.

Para la Isla se han implementado diversos métodos y alternativas en pro a la conservación, es por ello que, durante los recorridos de monitoreo, se pudieron observar letreros de advertencia y señalización que hacen conocimiento al visitante de las especies dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sitios de cuidado para la ANP. Lo anterior, promueve medidas preventivas para la conservación del sitio y de las especies que ahí transitan y/o residen. En las siguientes imágenes podemos

observar señalamientos de los límites y zonas de protección para la ANP Yum Balam, así como acciones de prevención ante actos de perturbación para la misma.





Fotografía IV.21. Letreros alusivos a la conservación.

Fotografía IV.22. Letreros alusivos a la conservación

Durante los recorridos en los sitios de muestreo, se observaron ejemplares de fauna silvestre transitando. Cabe recalcar que, en las zonas costeras el avistamiento en su mayoría es de especies de aves marinas. Si bien, la avifauna es el grupo más representativo de la Isla, y al estar en un sitio importante para la conservación de este grupo prioriza la conservación de los mismos. La avifauna es el grupo con mayor desplazamiento y migración a nivel mundial, ya que por su capacidad de vuelo tienen la posibilidad de desplazarse con mayor facilidad y distribuirse de acuerdo a sus ciclos biológicos. La mayor concentración hotelera de la Isla se encuentra en zonas exclusivas para el turismo extranjero y nacional, así como nuevas edificaciones para el crecimiento y desarrollo del mismo. Sin embargo, se sigue implementado nuevas alternativas para la conservación de estos sitios de importancia, así como de las especies silvestres.

En la zona de mayor concentración de urbanización, es decir, el centro del poblado, se pudo detectar menor presencia la fauna silvestre, identificando especies abundantes representativas de las zonas urbanas como Kau (*Quiscalus mexicanus)* y Paloma morada (*Columba livia)*, también se identificó la presencia de fauna doméstica y de granja como lo son perros (*Canis lupus)*, gatos (*Felis catus*), caballos y gallinas, ninguna enlistada bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES. Muchas especies de fauna silvestre prefiere sitos con mayor estado de conservación para su residencia y alimentación, sin embargo, estos ecosistemas urbanizados pueden representar sitios de transición, descanso y hasta alimentación. Lo anterior, permite el flujo continuo de las especies dentro del su hábitat natural, permitiendo el ritmo constante de procesos naturales para la restauración del SAR y de sus zonas circundantes.



Fotografía IV.23. Avistamiento de *Quiscalus mexicanus,* especie nativa CONABIO.



Fotografía IV.24. Avistamiento de *Columba livia,* especie exótica invasora CONABIO.

Para la zona Oeste de la Isla, donde se localiza el predio de interés, se pudo identificar una mayor afluencia de especies de fauna silvestre de los diferentes grupos, reportando desde aves, reptiles hasta mamíferos para esta zona. Es importante recalcar que, la presencia de estas especies puede ser influenciada por la estacionalidad, así como del hábitat presente en el sitio. Por lo anterior, no se debe dejar de contemplar que la zona del SAR es una zona urbana y que aún existe la intervención humana en el sitio, por lo que algunas especies silvestres se desplazarán a sitios colindantes menos urbanizados para seguir con sus ciclos biológicos.

Las especies reportadas para los sitos de muestreo utilizan la zona urbana como sitios de transición y desplazamiento entre las zonas conservación que existe en la Isla, buscando a su paso sitios de refugio, anidación y alimentación. Como antes se ha mencionado, durante los recorridos de monitoreo se observaron sitios con mayor prioridad en cuanto a la señalización del cuidado por las especies y su hábitat, es importante recalcar que, en toda a Isla existe las medidas preventivas para el cuidado de estas especies y su hábitat.

Algunas especies como el Águila pescadora (*Pandion haliaetus*), se encontraron habitando dentro de la zona urbana del SAR de Isla Holbox, especie sin categoría de riesgo según la NOM-050-SEMARNAT-2010 y categorizada como especie nativa según CONABIO. A continuación, se presentan fotografías de ejemplares registrados en sus nidos situados sobre postes de luz de la zona urbana.



Fotografía IV.25. Avistamiento nido de *Pandion haliaetus,* especie nativa CONABIO.



Fotografía IV.26. Avistamientos ejemplares de *Pandion haliaetus,* especie nativa CONABIO.

Lo anterior, nos indica que la fauna silvestre puede adaptarse a los cambios físicos que sufre su hábitat, sin embargo, es indispensable seguir proponiendo medidas de conservación para los ejemplares y su hábitat, así como seguir las medidas estipuladas en el plan de manejo de la ANP, de esta manera contribuir de manera coordinada al ordenamiento correcto de la Isla beneficiando a los sitios actualmente conservados.

Conclusión

Considerando la información obtenida, se concluye que región posee un buena diversidad de fauna silvestre dominada por el grupo de las aves. Esta zona conserva diversos corredores biológicos y extensiones grandes de comunidades con distintos tipos de vegetación nativa, por lo que existen hábitats idóneos para albergar animales de tallas pequeña, mediana y grande. La fauna silvestre obtiene refugio, alimento, sitios de reproducción, de percha y desarrollo. Asimismo, en esta región se observa la llegada de varias especies Migratorias de aves, destacando las de migración invernal, debido a la presencia de refugio y alimento.

La riqueza de fauna silvestre no se verá afectada con el desarrollo del proyecto "*Villa Concha*" y tampoco influirá significativamente en patrones de distribución, debido a que la vegetación a remover forma consiste en vegetación herbácea. Por el contrario, mantener el áreas de conservación del manglar favorece la protección de hábitats para la fauna silvestre de la región. Cabe mencionar que, el predio se encuentra en una Asentamiento Humano con presencia de obras similares de naturaleza habitacional y turística. Por lo tanto, su aprovechamiento no fragmentará nuevos corredores biológicos. En este sentido, en el SAR se mantendrán comunidades vegetales que continuarán albergando la fauna silvestre registrada, con especies de flora adecuadas para brindar alimento y refugio a los animales; además las especies de plantas registradas en el predio y que serán removidas, están bien representadas en el SAR, por lo que no se pondrá en riesgo su existencia o permanencia de sus poblaciones.

IV.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

Antecedentes Históricos y Culturales

Lázaro Cárdenas es un municipio al norte del estado de Quintana Roo, cuenta con la zona continental al sur del Municipio y la zona insular al norte, entre las que destaca la Isla de Holbox, la cual por su posición geográfica cuenta con paisajes y elementos naturales de gran atractivo turístico. El ecoturismo en la isla reestructuró el modo de vida de los habitantes, siendo que la principal actividad económica se enfocaba en el sector primario, más específicamente en la explotación pesquera, pasando ahora hacia el sector de servicios, modificando los intereses, prioridades y la configuración de los grupos sociales.

Los primeros asentamientos se constituyeron a mediados del siglo XIX, su crecimiento fue muy lento hasta la década de los setenta y ochenta del siglo XX. A finales de los sesenta, se activó la economía pesquera mediante políticas estatales enfocadas a proporcionar apoyo técnico, crediticio e infraestructura para la comercialización de capturas, que de igual manera generó cambios significativos en los patrones poblacionales de localidades costeras (López, 2004a, López, 2004b, Marín, 2007). Posteriormente, la población de Holbox comenzó a crecer y a recibir inmigrantes de origen maya de la parte continental, los cuales se asentaron en la localidad como trabajadores de los grupos de pesca de los nativos isleños y progresivamente fueron aceptados como habitantes del lugar.

El proceso cooperativista cobró auge años más tarde y se consolidó en la zona marítima del municipio, esto trajo consigo un crecimiento económico por la explotación de recursos marítimos compartidos. Sin embargo, no fue entre los años 1990 y 2000 cuando la población local, en su mayoría pescadores, se abrió paso al ecoturismo, esta transición facilitó la consolidación de este nicho mercantil y la consecuente explotación de paisajes costeros. Sin embargo, un temprano interés en las playas, cambios en la ley agraria mexicana que facilitaron la enajenación de tierras ejidales, el arribo de pequeños capitales para instalar infraestructura hotelera determinó el crecimiento turístico acelerado, lo que también orilló a una movilización ambientalista en la cabecera municipal que derivó en la declaratoria del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB).

Población

- **Estructura por sexo y edad**

Según el Censo de Población y Vivienda del INEGI (2020), la población en Lázaro Cárdenas fue de 29,171 habitantes, representando un 1.6% de la población total de estado de Quintana Roo. Cuenta con una densidad de población de 8.1 (hab./km^2), en donde el 50.9% son hombres (14,844 habitantes) y 49.1% mujeres (14,327 habitantes). Los rangos de edad donde se concentró mayor población fueron de 10 a 14 años (2,982

habitantes), de 5 a 9 años (2,878 habitantes) y de 0 a 4 años (2,808 habitantes), todos estos rangos representan un 29.7% de la población total; lo que indica que gran parte de la población del municipio es muy joven (SE, 2024).

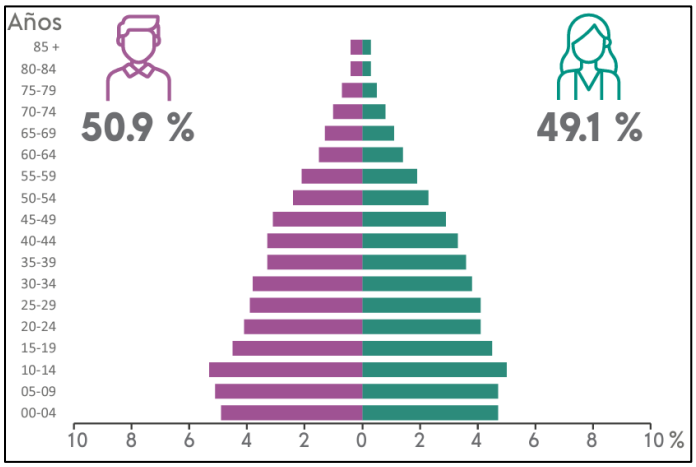


Figura IV.12. Pirámide poblacional del municipio de Lázaro Cárdenas. Fuente: INEGI, 2020.

De acuerdo con los datos del mismo censo realizado por el INEGI, en la isla Holbox la población corresponde a 1,841 habitantes, siendo que el 52.5% son hombres (967 habitantes) y el 47.5% son mujeres (874 habitantes). Este número de habitantes representa un 6.3% de la población total del municipio. Si se comparan estos datos con los obtenidos en el Censo de Población y Vivienda de 2010, en donde la población era de 1,486 habitantes, se obtiene una tasa de crecimiento poblacional del 24%. De la población actual Holbox el 39.39% se compone por adultos mayores, el 35.45% por niños, el 13.33% por adultos jóvenes, el 9.21% por jóvenes y el 2.61% por adultos (SITUR, 2024).

- **Etnicidad**

En cuanto a la etnicidad, la población que habla alguna lengua indígena es de 10,407 habitantes, lo que representa el 35.7% de la población total del municipio. Las lengua indígena más hablada en el municipio es el Maya con 10,295 habitantes. Otras lenguas habladas en el municipio presentan un número relativamente bajo de habitantes como el Tsotsil y Ch'ol con 30 habitantes, Zapoteco con 6 y Náhuatl con 5 (SE, 2024).

La población que se considera afromexicana negra o afrodescendiente es de 2,799 habitantes, lo cual representa un 9.6% del total de la población del municipio (BIENESTAR, 2023).

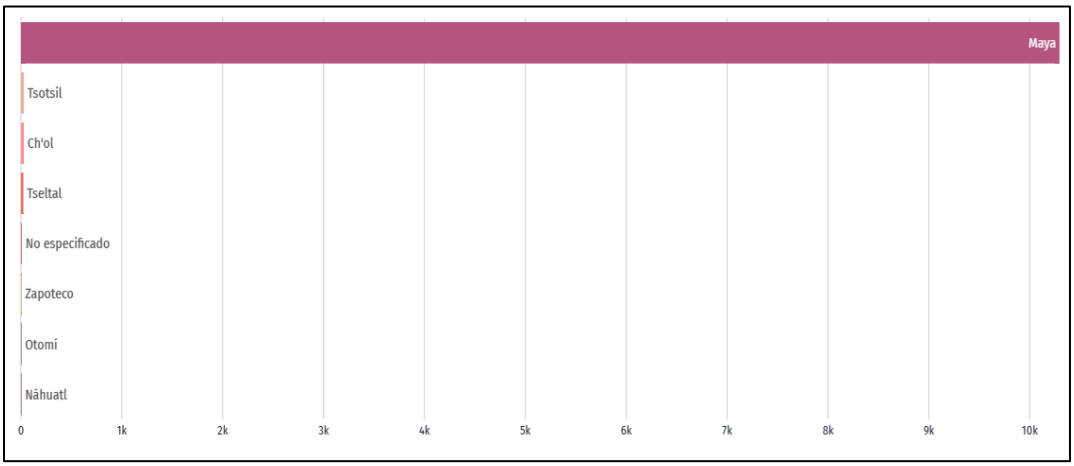


Figura IV.13. Principales lenguas indígenas habladas en Lázaro Cárdenas. Fuente: SE, 2024.

- **Migración**

La mayor cantidad de inmigrantes extranjeros que ingresó a Lázaro Cárdenas en los últimos 5 años provino de Argentina (37 personas), Estados Unidos (15 personas) y Reino Unido (15 personas), otros países del cual llegaron migrantes al municipio son Polonia, Francia, Italia y Venezuela. Donde el principal motivo de la migración extranjera al municipio son asuntos laborales (52 personas), vivienda (25 personas), asuntos familiares (15 personas), entre otros (SE, 2024).

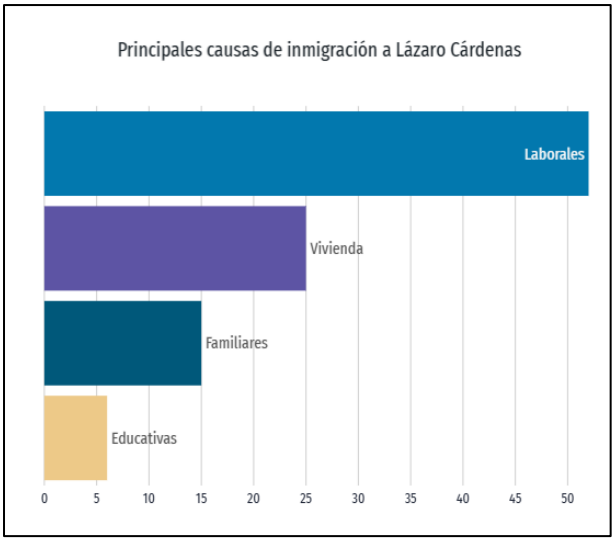


Figura IV.14. Principales causas de inmigración extranjera en Lázaro Cárdenas. Fuente: SE, 2024.

En los últimos años con el crecimiento del turismo en la isla de Holbox, la migración hacia el municipio se ha concentrado dado la oferta de empleos que se genera (Ayuntamiento de Lázaro Cárdenas, 2016). Esto se

ve reflejado en lo anteriormente mencionando, en donde se aprecia que la gran mayoría de inmigrantes extranjeros que arribaron al municipio lo hicieron por motivos laborales.

- **Pobreza**

De acuerdo con la Secretaría de Bienestar (2023), en el municipio de Lázaro Cárdenas un 65.7% de la población se encuentra en algún grado de pobreza, de los cuales el 45.6% se encuentra en pobreza moderada y el 20% se encuentra en pobreza extrema.

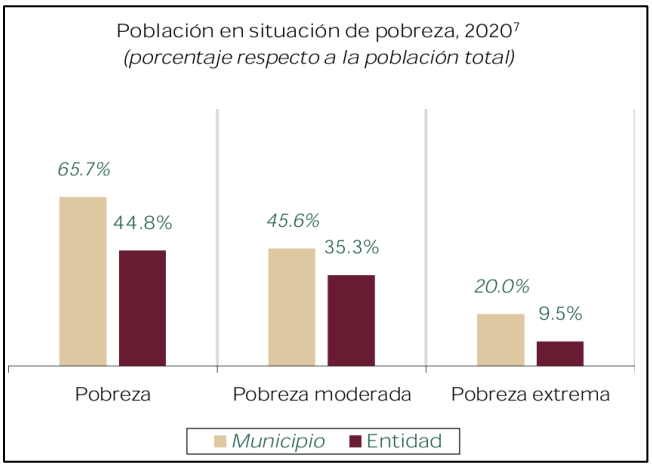


Figura IV.15. Porcentaje de la población en situación de pobreza. Fuente: BIENESTAR, 2023.

El coeficiente o índice de Gini, es una medida estadística diseñada para representar la distribución de los ingresos de los habitantes, en concreto, la inequidad entre estos. Índices más cercanos a 0, representan más equidad entre sus habitantes, mientras que valores cercanos a 1, expresan máxima inequidad entre su población. En Quintana Roo (2020) los municipios con menor igualdad social, de acuerdo al índice de GINI, fueron: Felipe Carrillo Puerto (0.514), Bacalar (0.485), José María Morelos (0.472), Tulum (0.468) y **Lázaro Cárdenas** (0.428) (SE, 2024).

Economía

- **Actividades económicas**

Las actividades primarias están relacionadas con la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza. Las actividades secundarias corresponden a los sectores dedicados a la industria de la minería, manufacturas, construcción y electricidad. Finalmente, las actividades terciarias conciernen al comercio, transportes, correos y almacenamiento, entre otras.

Hasta finales de los años ochenta, en la Isla de Holbox, la pesquería era su principal actividad económica (Marín, 2000) y se dieron los primeros registros de construcciones hoteleras (López, 2010), sin embargo, a

partir de la creación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, el ecoturismo ha ido en crecimiento en la región (Virgen, 2008).

Las principales actividades económicas en Holbox como bien se menciona son la pesca y el turismo. En la isla se tiene registro de 3 cooperativas pesqueras que se dedican a la captura de langosta, pulpo, caracol, pámpano, mero, pargo, bonito y boquinete (Ayuntamiento de Lázaro Cárdenas, 2016; DIGAOHM, 2022). Con respecto al turismo, de acuerdo con datos de la SEDETUR, Holbox cuenta con 169 establecimientos de hospedaje, tomando en cuenta hoteles, posadas, condominios, departamentos, villas, entre otros, sumando un total de 2,275 cuartos. Presentando una afluencia de 394,134 turistas, mayor a la afluencia de localidades como Isla Mujeres (ínsula), Bacalar y Mahahual; teniendo una ocupación media anual del 65.5%, con datos reportados hasta agosto del 2024. Entre las actividades que se ofrecen a los turistas se encuentra el avistamiento de fauna silvestre, recorridos a la laguna Yalhau, Isla Pájaro, Cabo Catoche o Isla Pasión por el avistamiento del tiburón ballena en temporadas, pesca deportiva, buceo y snorkel.

En la isla se registraron 368 unidades económicas; estas son cualquier establecimiento asentado en un lugar de manera permanente y delimitado por construcciones e instalaciones fijas, además se realiza la producción y/o comercialización de bienes y/o servicios; desde una pequeña tienda hasta una gran fábrica (INEGI). De las 368 unidades económicas, el 64.9% se dedican a la prestación de servicios, el 30.4% a actividades de comercio y el 1.9% a industria (SITUR, 2024).

Empleo

La Población Económicamente Activa (PEA) se valora en personas que tienen 12 años o más. Para el municipio de Lázaro Cárdenas el PEA presenta un porcentaje del 62.3%, donde el 64.7% corresponde a hombres y el 35.3% se encuentra conformado por las mujeres.

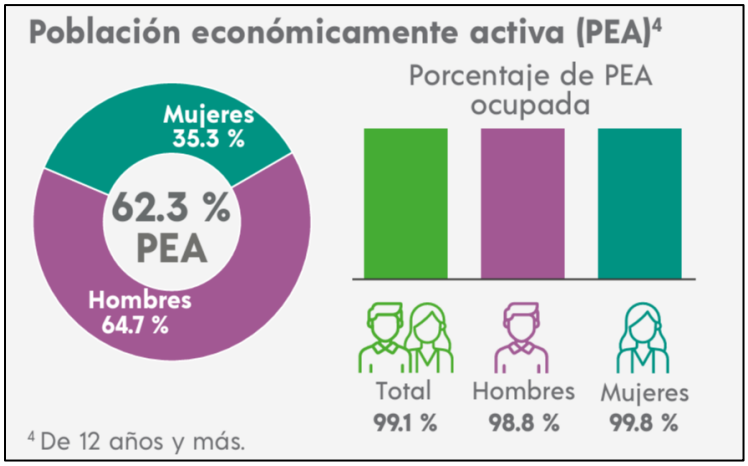


Figura IV.16. PEA en Lázaro Cárdenas. Fuente: INEGI, 2020.

Por otra parte, la Población No Económicamente Activa (PNEA), presenta un porcentaje del 37.3%, de los cuales el 49.8% personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, el 34.6% estudiantes, el 4.2% pensionadas(os) o jubiladas(os), entre otros.



Figura IV.17. PNEA en Lázaro Cárdenas. Fuente: INEGI, 2020.

De acuerdo con datos del INEGI, hasta el 2010 en Holbox la Población Económicamente Activa (PEA) era de 700 personas, de las cuales el 69.43 % eran hombres y el 30.6% mujeres.

Infraestructura y servicios

- **Salud**

El municipio cuenta con 17 establecimientos de salud, donde 16 (94.1%) son de consulta externa y 1 (5.9%) es de hospitalización. Las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (21,495 personas), consultorio de farmacia (4,157 personas), otro lugar (1,151 personas) e ISSSTE (784 personas) (SE, 2024). Mientras que el 70.5% de la población se encuentra afiliada a algún servicio de salud, de los cuales el 82% está afiliada al INSABI, el 8.1% al IMSS, el 7.1% al ISSSTE o ISSSTE estatal, entre otros.

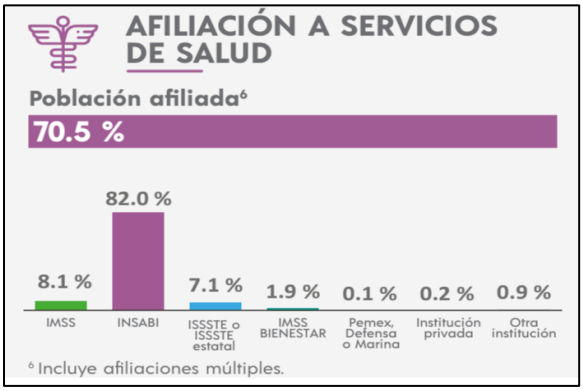


Figura IV.18. Distribución de personas afiliadas a los servicios de salud en Lázaro Cárdenas. Fuente: INEGI, 2020.

Holbox cuenta únicamente con Centro de Salud perteneciente al Seguro Popular, esto representa un problema, ya que, con el crecimiento del turismo en la isla, la capacidad para atender a la población local y visitante se podría ver comprometida.

- **Educación**

Ya que la isla de Holbox se encuentra en una ubicación relativamente remota, en donde el única manera de cruzar es mediante ferry o lanchas, el acceso a recursos educativos y didácticos se ve afectada. También se presenta una falta de librerías, bibliotecas bien abastecidas y acceso a Internet estable, limitando las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes. Se cuenta con escasez de docentes debido a los traslados que tienen que hacer todos los días a la isla (SEDETUS, 2023). De acuerdo con el Gobierno del Estado de Quintana Roo (2013) en Holbox existen 3 centros educativos públicos, siendo 1 de prescolar, 1 primaria y 1 secundaria.

Para el municipio Lázaro Cárdenas, con respecto al nivel de escolaridad, en el 2020 se registró un total de 18,794 personas de 15 años y más que presentaron algún grado académico, de los cuales, el mayor porcentaje corresponde al nivel básico con el 62.4%, seguido del nivel meda superior con 21.2%, el nivel superior con 8.8%, sin escolaridad 7.6% y no especificado con 0.01%.

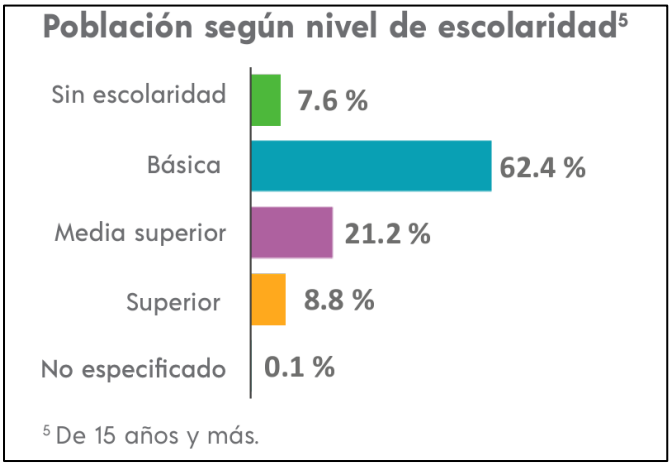


Figura IV.19. Nivel de escolaridad en Lázaro Cárdenas. Fuente: INEGI, 2020.

- **Vivienda**

De acuerdo con los datos de la INEGI (2020), en el municipio existe un total de 7,905 viviendas particulares habitadas, de las cuales el 32.3% cuenta con 2 cuartos, mientras que el 27.5% con 1 cuarto y un 25.1% con

3 cuartos; así mismo, destacan de las viviendas que cuentan con 1 y 2 dormitorios, representando el 57.7% y 31.8% del total, respectivamente.

En cuanto a disponibilidad de servicios y equipamiento de las viviendas en el municipio, se cuenta con un alto porcentaje en los siguientes servicios: 96.5% cuenta con energía eléctrica, un 91.8% cuenta con servicio sanitario y 88.8% cuenta con drenaje. Entre los servicios con menor porcentaje se encuentra un 14.5% cisterna o aljibe y un 44.45 con agua entubada.

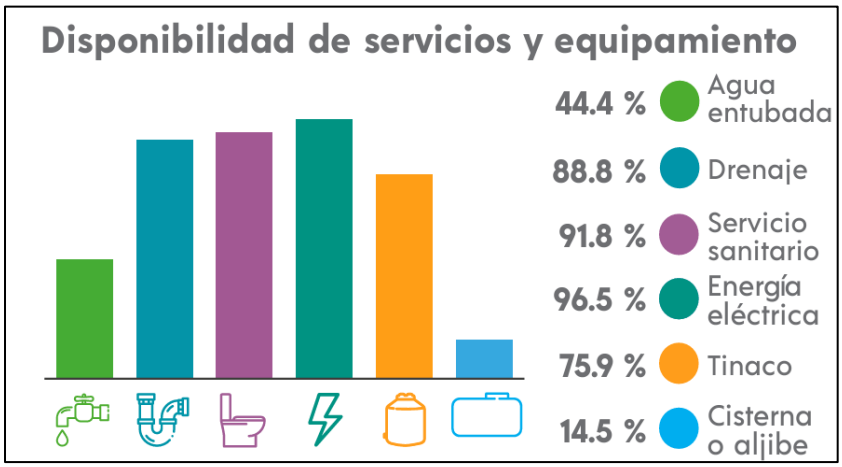


Figura IV.20. Disponibilidad de servicios y equipamiento de las viviendas particulares en Lázaro Cárdenas. Fuente: INEGI, 2020.

De acuerdo con el Censo del INEGI (2020) en Holbox se cuenta con un total de 829 viviendas; siendo que para el año 2010 se tenía un registro de 760 viviendas, de las cuales 412 estaban habitadas y 68 deshabitadas, mientras que 275 eran viviendas de uso temporal.

En cuanto a los servicios públicos con los cuales cuenta la isla se encuentra el sistema de agua potable, la cual está a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA), se abastece con línea submarina de agua potable de 11.2 km del puerto de Chiquilá hasta Holbox. La energía eléctrica se encuentra a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), siendo que desde el 2023 la isla se encuentra conectada al Sistema Eléctrico Nacional mediante 110.5 km de cable submarino el cual, así como la red de agua potable, proviene de Chiquilá. Holbox también cuenta con un sistema de recolección de basura, la cual es depositada en una estación de transferencia. En este sitio se depositan los residuos mezclados que se recolectaron en toda la isla y posteriormente son llevados al relleno sanitario de Kantunilkín, cabecera municipal de Lázaro Cárdenas.

Diagnóstico

Como ya se ha mencionado, a lo largo de los años el turismo en Holbox ha ido en incremento, dado los atractivos que la isla presenta, como sus playas, ecosistemas y actividades como el avistamiento de fauna, principalmente del tiburón ballena. Esto ha generado cambios en la comunidad, así como en el entorno de la isla, pasando de ser la pesca su principal actividad económica a enfocarse ahora por la prestación de servicios, con esto la afluencia de turistas también ha ido en incremento lo que puede generar ciertos problemas que de no ser regulados y supervisados de una manera adecuada pueden reflejarse en la afectación de la comunidad de manglar por construcción de obras como hoteles, villas o departamentos, una mayor generación de residuos sólidos, entre otros.

En el caso del presente proyecto, los problemas anteriormente mencionados no se verán reflejados, ya que, en primer lugar, para la construcción de las obras se empleará mano de obra local, lo cual será beneficioso para la comunidad, ya que se generarán empleos para los habitantes de la isla. En caso de requerirse personal especializado, estos podrán hospedarse en alguna de las muchas opciones que se ofertan en Holbox, siendo esta de manera temporal. Por otro lado, no se afectará a la comunidad de manglar que se encuentra presente en el predio, teniendo un área de conservación en donde se garantizará la presencia de esta vegetación. Asimismo, el proyecto será un sitio de hospedaje temporal, por lo tanto, la utilización de servicios como el agua potable y luz eléctrica no será excesivo, así como la generación de residuos sólidos, que únicamente se producirán por temporadas.

IV.4. PAISAJE

El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. Es por lo tanto, "el área en el que conviven los rasgos naturales, así como, los influenciados por el hombre y que dan lugar a una percepción visual y mental, tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio" (Abad Soria y García Quiroga, 2006). Se considera un recurso que combina elementos físicos, ecológicos y antropogénicos; es decir, abarca las interrelaciones de factores como el clima, la geografía, la vegetación, la fauna y las actividades o modificaciones realizadas por el ser humano.

Este recurso posee un valor estético, y establece un escenario en el que cualquier acción artificial efectuada repercute instantáneamente en los factores que se pueden percibir. A su vez, el paisaje tiene diferentes formas de percepción: auditiva, visual u olfativa, sin embargo, ante ciertas restricciones técnicas presentes, se consideran métodos que contemplan valores visuales en su estudio, ya que es un recurso de expresión espacial y visual del medio, por lo que puede ser estudiado como un indicador ambiental o fuente de información de un territorio en específico (*Muñoz, 2004*).

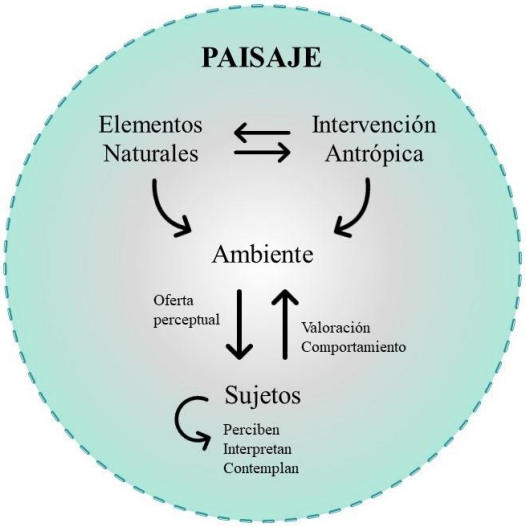


Figura IV.21.- Interrelaciones del paisaje.

Posterior a la percepción del paisaje, se puede describir el territorio y el espacio geográfico, por ende, resulta importante manifestar lo que se observa, para poder realizar una interpretación y explicación del recurso. Para poder llevar a cabo la evaluación del paisaje, bajo una percepción visual, se contemplan dos aspectos: el valor actual, relacionado con la calidad visual, y el valor potencial, relacionado con la fragilidad visual ante la acción humana.

La dinámica del paisaje, a corto y mediana plazo dependerá en gran manera de las acciones que el hombre efectúe sobre el medio, afectando al aspecto perceptible y cualquier otro aspecto ambiental.

Los siguientes valores son los que normalmente se consideran para valorar el medio físico del paisaje (*Moreno y García-Abad, 1996*).

- **Valor ecológico**: incluye el grado de contaminación en sentido físico, materiales o energía, y biológico como la presencia de flora y fauna exótica.
- **Valor paisajístico**: considera la percepción sensorial tanto positiva como negativa.
- **Valor productivo**: considera la capacidad en cuanto a los recursos.
- **Valor científico-cultural**: se refiere a las características propias y que sean relevantes para la ciencia o la cultura.

Por consiguiente, podemos definir al paisaje como un conjunto de características que engloba al medio físico, biótico y social, su análisis proporciona elementos clave sobre la situación actual, antecedentes y las posibilidades futuras de desarrollo para una región, y porque su efecto es solo visual e integral. Se considera como un buen indicador, ya que muestra las tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación

ambiental y hábitat de especies silvestres; la fragmentación del hábitat, el tamaño y conformación de matrices, corredores, y parches de comunidades de vegetación establecidas en el área.

El inventario del paisaje incluye: la descripción y valoración paisajística, sus elementos naturales o artificiales sobresalientes, así como, los componentes relevantes de carácter científico, cultural e histórico.

Bajo este contexto, y utilizando los conceptos previos, podemos identificar y describir los diversos aspectos que componen la calidad paisajística del área de estudio donde se desarrollará el proyecto.

Tabla IV. 58. Aspectos que constituyen la calidad paisajística del área de interés.

Aspecto	Descripción
Ubicación	El proyecto se ubica dentro de la zona urbana de la localidad de Holbox, en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. Debido a ser una zona insular, el paisaje dentro de la isla, tiene características únicas tanto en su flora y fauna, como en sus componentes físicos (suelo, cuerpos de agua, geología, etc.).
Dimensiones	La superficie a aprovechar corresponde al 4.88% (186.76 m**2**) de la superficie total del predio, esto debido a que la construcción estará sostenida por elementos estructurales con una altura promedio de 0.90 centímetros, lo cual aumentará las áreas permeables dentro del predio, evitando una modificación a la cobertura vegetal de los individuos de mangle negro (*Avicennia germinas*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), presentes en el área. Cabe mencionar que, la superficie del predio (1,670.68 m^2) representa el 0.051 % de la totalidad del SAR, por lo tanto, los posibles impactos que se generarán con la ejecución del proyecto, no serán significativos para la calidad paisajística de la región.
Actividades Humanas	La localidad de Holbox ha tenido un aumento en su desarrollo urbano, debido al aumento en el sector turístico de la región. Por lo que, el crecimiento de la mancha urbana dentro de la isla, ha sido irregular, lo cual conlleva fragmentaciones de las comunidades de manglar que crecen en los canales internos de la isla, asimismo, el aumento de la infraestructura turística y de comercio ha llevado a modificaciones del entorno natural propio de la isla.
Elementos Naturales	La isla de Holbox posee elementos naturales únicos, dentro de los cuales destacan las comunidades de manglar dispersas por toda la orilla del sistema lagunar, formando humedales, cruciales para el desarrollo de la flora y fauna, al tratarse de sitio de anidación, reproducción y alimentación. Otro elemento natural a destacar, es la constitución misma de la isla, que se conecta intermitentemente con la zona continental, por medio de una barra de arena, con varios canales que la unen al mar. Los principales destinos turísticos están basados en cenotes, cuerpos de agua, playas, además de la flora y fauna representativa del lugar como el tiburón ballena (*Rhincodon typus)*, manatíes (*Trichechus manatus*), flamencos rosados (*Phoenicopterus ruber*), entre otros.

Aspecto	Descripción
Fenómenos Naturales	De acuerdo con, los datos reportados en el Atlas de Riesgo del Estado de Quintana Roo, todos los municipios de la entidad presentan algún grado de riesgo por la presencia de ciclones y tormentas tropicales, debido a las características generales de la región. El área de estudio se ubica en una zona insular, lo cual aumenta el grado de riesgo por la presencia de tormentas o ciclones tropicales. Sin embargo, la constitución de las obras que se desarrollarán, representa una vulnerabilidad baja ante los fenómenos antes mencionados. Asimismo, la constitución de las comunidades de manglar dispersas por toda la orilla del sistema lagunar, proporcionan una protección natural a fenómenos como nortes, tormentas o ciclones tropicales.

La Isla Holbox se encuentra ubicada en un Área Natural Protegida, y es considerado un Sitio Ramsar por ser un humedal de importancia ambiental. Tales nombramientos han provocado que el desarrollo del turismo se vea limitado en su expansión y sea vinculado a la preservación de los recursos ambientales. Sin embargo, la calidad paisajística se ve fragmentada por el aumento de la infraestructura, así como por el aumento en la generación de residuos sólidos y la disminución de cobertura vegetal.

Estas problemáticas afectan no solo a la belleza propia del paisaje, sino también a los recursos ecosistémicos que sustentan a la isla. Para mantener la calidad paisajística de Holbox, es crucial implementar estrategias y medidas de manejo ambiental, así como asegurar un manejo óptimo de los residuos sólidos.

La superficie total del predio (1,670.68m^2), representa solo el 0.051% SAR, por lo que no se prevé una disminución en la calidad paisajística actual del predio o del SAR. Cabe señalar, que durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo medidas de mitigación tales como, el manejo integral de los residuos generados, la remoción puntual de vegetación en las áreas seleccionadas y el mantenimiento constante de la maquinaria y vehículo utilizados. Estas medidas reducirán los posibles impactos al recurso, evitando que el desarrollo de las obras aumente los impactos acumulativos en la Isla.

IV.4.1. Unidad de Paisaje

Las unidades de paisaje son divisiones espaciales que cubren un territorio determinado, se establecen con la finalidad de obtener un análisis concreto de sus elementos. Esta división debe ser lo más homogénea posible, en relación con el valor del paisaje (calidad visual) y su valor de fragilidad (Escribano et. al. 1991). Al dividir un territorio en diversas unidades, se logra una obtención más detallada de sus características, con la finalidad de facilitar su tratamiento. Dichas unidades deben tener una respuesta visual homogénea, tanto en sus componentes paisajísticos, como en su respuesta visual ante posibles cambios.

La homogeneidad es función del nivel de detalle y exige que, las características paisajísticas de todos sus puntos sean iguales o se hayan definido como equivalentes; la homogeneidad total exige una división muy

detallada (*Solari y Cazorla, 2009*). Las unidades, se establecerán con base en los aspectos visuales y/o en los factores que definen al paisaje, para determinarlas se realizara lo siguiente:

1. Determinar el componente central, es decir, el más representativo en el área.
2. Cartografiar el área generando las unidades homogéneas en base al elemento central.
3. Agregar componentes restantes.

Por lo general, se proponen como componentes centrales a la cubierta vegetal y la morfología del terreno, lo que variará si se incorporan desiertos y océanos (Muñoz, 2004). Por ello, es de suma importancia determinar el tipo de vegetación dominante en la zona y las coberturas de vegetación natural no perturbada o en buen estado de conservación. Esto último, también estará dado por el uso de suelo y la presencia de obras derivadas de actividades humanas.

Tabla IV.59. Usos de suelo y vegetación del SAR delimitado para el proyecto.

Uso de Suelo	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje
Asentamientos Humanos	1,808,743.98	180.87	55.34
Comunidades de Manglar	89,296.46	8.93	2.73
Vegetación Secundaria Arbórea de Manglar	519,711.29	51.97	15.90
Vegetación de Dunas Costeras	27,718.83	2.77	0.85
Bancos de Arena	324,752.23	32.47	9.94
Cuerpos de Agua Intermitentes	16,714.64	1.67	0.51
Cuerpos de Agua Perennes	481,320.84	48.13	14.73
Superficie Total	**3,268,258.27**	**326.82**	**100.00**

Por lo tanto, los asentamientos humanos (infraestructura turística) de la localidad de Holbox, serán la unidad de paisaje para el área del SAR debido a que representan el 55.34% del área total. Entre las comunidades vegetales con mayor extensión identificadas, se encuentran las comunidades de manglar, distribuidas a lo largo de la zona de la laguna, siendo estas de suma importancia para los elementos ecosistémicos.

No obstante, debido al desarrollo paulatino de infraestructura urbana, en las zonas próximas, la calidad paisajística ha sufrido una degradación y fracturación de sus recursos ambientales, por lo que se implementarán medidas de manejo ambiental, asegurando que las actividades y obras no representarán un factor significativo en la degradación del recurso.

La vegetación y usos de suelo son considerados un factor fundamental para evaluar la calidad del paisaje por ser un elemento extensivo a todo el territorio. Esto se debe, al tomar en cuenta la diversidad de sus formaciones. Asimismo, la calidad visual de cada formación será mejor en aquella que se acerque a la

vegetación natural de la región, o aquellos que, dado su carácter tradicional, estén ya integrados al entorno (*Montoya et. al., 2003*).

IV.4.2. Calidad Visual

La calidad visual de un paisaje se entiende como el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido, o, dicho de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve (*Blanco, 1979*). La calidad de un paisaje puede definirse en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde este se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje (*Cifuentes, 1979*).

Para aplicar el modelo de calidad, se contemplan variables que definen la calidad del paisaje, como la fisiografía, vegetación, usos del suelo, presencia de agua y grado de humanización (*Montoya et. al., 2003*).

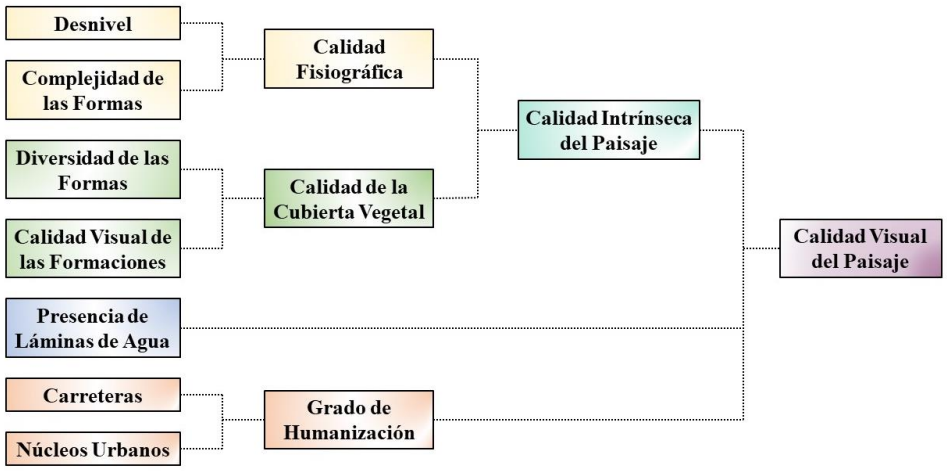


Figura IV.22. Modelo de calidad visual del paisaje. Fuente: Montoya et, al, 2003.

Con base en el modelo anterior y siguiendo los criterios de evaluación presentados, se determinó la calidad visual de la unidad paisajística establecida para el SAR del proyecto.

Tabla IV. 60. Determinación de la calidad paisajística del SAR.

Variable	Aspecto	Calidad	Clase	Intervalo	Valor	SAR
Fisiografía	Desnivel	Menor	1	Desnivel <600 m	1	*
			2	Desnivel entre 600 y 850	2	
		Mayor	3	Desnivel entre 8850 y 1100 m	3	
			4	Desnivel >1100m	4	
	Complejidad de formas	Menor	1	Formas simples	1	*
			2		2	

Variable	Aspecto	Calidad	Clase	Intervalo	Valor	SAR
		Mayor	3	Formas complejas	3	
			4		4	
Vegetación y uso de suelo	Diversidad de formaciones	Menor	1	Distribuciones dominadas por un estrato	1	
			2		2	
		Mayor	3	Mezcla equilibrada de cultivos, masas arboladas y matorral	3	*
			4		4	
	Calidad visual de las formaciones	Menor	1	Vegetación no autóctona	1	
			2		2	
		Mayor	3	Vegetación autóctona, matorral con ejemplares arbóreos y cultivos tradicionales	3	
			4		4	*
Presencia de agua	Se consideran solo ríos perennes (ya que son dominantes; si está y no es dominante no se considera)	Menor	1	Ausencia	0	
		Mayor	2	Presencia	1	*
Grado de humanización	Densidad de carreteras	Mayor	1	0-100	1	*
			2	100-250	2	
		Menor	3	250-450	3	
			4	>450	4	
	Densidad de población	Mayor	1	0-50	1	*
			2	50-100	2	
		Menor	3	100-200	3	
			4	>200	4	

Considerando que la calidad es menor cuando suma 12 y mayor cuando suma 19, se tiene que, para el SAR la suma resulta en 12, por ello, la calidad visual es menor, es decir, baja. Esto es debido a, las características de las comunidades de manglar y vegetación nativa que se extienden por la isla, manteniendo alturas promedio de 3 a 4 m lo que brinda homogeneidad al aspecto general del paisaje, que al encontrarse en suelo llano, reduce el alcance visual del receptor.

Una calidad visual baja no necesariamente implica una degradación del ecosistema, ya que la calidad individual de una unidad puede ser buena e incluso poseer bellos paisaje de forma aislada, más bien puede enfocarse desde el atractivo o complejidad de un paisaje. Que la calidad visual de un paisaje sea menor puede englobar que el paisaje es menos atractivo desde el punto de vista estético, emocional o funcional. Esto puede deberse a problemas en su composición, desarmonía o a la falta de elementos visuales interesantes. Por ello, un ambiente homogéneo puede tener una calidad baja desde el punto de vista del

espectador. Por ejemplo, la calidad visual será mayor en aquellas unidades con más porcentaje de superficie ocupada por formas que indican complejidad estructural, asimismo, se les da un valor mayor a las unidades más abruptas o con valles estrechos, que a aquellos valles abiertos dominado por formas llanas.

Las obras y actividades a proyectar son compatibles con el carácter paisajístico del área, asimismo, mediante las medidas de manejo ambiental establecidas en el presente documento no se prevén alteraciones en la calidad visual actual del área.

IV.4.3. Fragilidad Visual

La fragilidad visual puede definirse como la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es decir, mide el grado de deterioro que un paisaje experimentará ante una incidencia de determinadas actuaciones (Montoya *et al*., 1997).

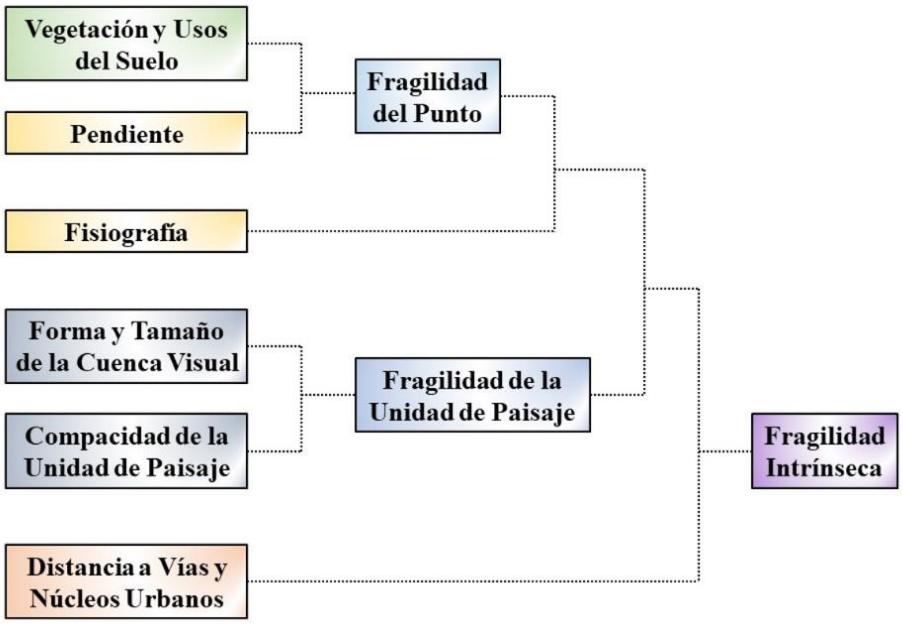


Figura IV.23. Modelo de fragilidad visual del paisaje. Fuente: Montoya et, al, 2003.

La fragilidad dependerá del tipo de uso o alteración que se esté estudiando. Se evalúa tomando como base la geomorfología, vegetación y los elementos que encubren a otros, considerando que, la fragilidad visual crece con la magnitud del contraste entre morfología, suelo y vegetación y disminuye con los que enmascaren una nueva actividad que pretenda, ser incorporada a la zona de estudio, donde el factor más importante es el relieve.

A continuación, se determina la fragilidad de la unidad de paisaje delimitada para el SAR del proyecto, con base en los criterios de evaluación presentados.

Tabla IV. 61. – Determinación de la fragilidad paisajística del SAR.

Variable	Calidad	Clase	Intervalo	Valor	SAR
Fisiografía	Menor	1	Aluvial coluvial, navas	1	
		2	Aluvial, terrazas, islas	2	
	Mayor	3	Laderas planas, vertientes, rellanos	3	
		4	Divisorias, crestas, collados	4	
Forma y tamaño de la cuenca visual	Menor	1	Unidad pequeña y forma elíptica	1	
		2	Unidad pequeña y forma circular	2	
	Mayor	3	Unidad extensa y forma circular	3	*
		4	Unidad extensa y forma elíptica	4	
Vegetación y usos del suelo	Menor	1	Formación arbórea densa y alta	1	
		2	Formación arbórea dispersa y baja	2	*
	Mayor	3	Matorral denso	3	
		4	Matorral disperso, pastizales y cultivos	4	
Pendiente	Menor	1	Pendiente <5%	1	*
		2	Entre 5% y 15%	2	
	Mayor	3	Pendiente >15%	3	
Compacidad	Menor	1	Menor compacidad	1	*
		2		2	
	Mayor	3	Mayor compacidad	3	
Distancia a red vial y núcleos habitados	Menor	1	Distancia superior a 1600 m	1	
		2	Distancia entre 400 y 1600 m	2	*
	Mayor	3	Distancia inferior a 400 m	3	

La fragilidad visual de un paisaje se define como su capacidad de respuesta frente a su uso, siendo una forma de establecer su vulnerabilidad y el nivel contrario a su capacidad de absorción visual. En este caso, se determinó que la suma para el SAR es de 9, lo que indica una fragilidad visual media, dado que la fragilidad es menor cuando la suma es 6 y mayor cuando alcanza 21. Esto significa que el paisaje tiene una capacidad moderada para recibir modificaciones sin que su calidad visual se vea alterada de manera significativa.

Este nivel de fragilidad media se evidencia, por ejemplo, en la urbanización y la construcción de obras civiles cercanas a la costa. Estas actividades afectan la calidad visual individual del paisaje natural y contribuyen a la fragmentación del ecosistema. Sin embargo, proyectos diseñados de manera más amigable

con el ambiente pueden reducir esta fragilidad visual al incorporar elementos que absorban los cambios introducidos en el paisaje.

Un ejemplo concreto es el respeto y la conservación de comunidades vegetales. Mantener estas áreas verdes permite mitigar los impactos visuales de las construcciones, ya que las obras pueden quedar integradas dentro de la vegetación. Esto ayuda a suavizar los cambios drásticos en la percepción del paisaje, preservando su carácter natural.

En conclusión, el SAR es una unidad de paisaje con fragilidad visual media, ya que cuenta con cierta capacidad para amortiguar los cambios visuales del entorno. No obstante, la fragilidad visual no es una característica estática, sino que depende en gran medida del tipo de actividades que se planea desarrollar en el área. Así, la calidad visual de un paisaje, como cualidad intrínseca del territorio, puede verse afectada o preservada según el enfoque y diseño de los proyectos que interactúan con él.

El establecimiento del proyecto "*Villa Concha*", con los elementos diseñados para reducir el impacto ambiental, contribuirá a minimizar la alteración de la calidad visual en el sitio donde será implementado. Este se debe a que el área, al poseer una fragilidad visual media, cuenta con elementos naturales que pueden absorber los impactos derivados del proyecto. Por lo tanto, es posible realizar un aprovechamiento responsable que no altere significativamente el entorno ni comprometa su calidad visual. Por el contrario, una playa representa un sistema altamente frágil desde el punto de vista visual. Al ser espacios abiertos y carecer de elementos que amortigüen los cambios, cualquier intervención, especialmente de origen antrópico, produce una alteración notable en su calidad visual.

En este caso, las obras propuestas para el proyecto no generarán impactos significativos que incrementen la fragilidad visual del área, ya que se integran de manera coherente con la infraestructura urbana predominante en el SAR, combinados con elementos naturales como parches de vegetación nativa. Esta infraestructura está compuesta principalmente por residencias, hoteles, departamentos y establecimientos orientados a brindar servicios y actividades al sector turístico.

IV.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Considerando el análisis y caracterización de los componentes ambientales del SAR y del predio realizado a través del presente capítulo IV, se expone una síntesis del estado actual del SAR para identificar las problemáticas ambientales que generan presión sobre los componentes ambientales de la región, con el fin de distinguir aquellos elementos vulnerables del ecosistema costero que podrían verse afectados significativamente por el desarrollo del proyecto "*Villa Concha*" en el predio seleccionado. Un proyecto puede causar modificaciones puntuales en un área, pero sus efectos pueden escalar cuando se acumulan con

otros impactos existentes en el sistema natural regional, lo que puede contribuir al incremento de las amenazas ambientales que pongan en riesgo la existencia o permanencia de la vida silvestre, la generación de servicios ambientales y/o la salud humana de las poblaciones donde será establecida la obra de interés.

El proyecto *"Villa Concha"* se ubicará en un predio en una isla, Holbox, al noreste del estado de Quintana Roo. Debido a la ubicación aislada de la zona, es crucial conocer el estado actual de la localidad, identificar los peligros ambientales presentes y evaluar la vulnerabilidad social y ambiental del sistema natural. Estos factores son fundamentales para comprender los posibles impactos ambientales que podría generar el proyecto, así como las afectaciones a la infraestructura civil. A largo plazo, estas alteraciones causadas por el proyecto, como aquellas producidas sobre la obra, podrían derivar en efectos significativos sobre el entorno social, económico y ecológico de la región. Con la identificación de los componentes ambientales expuestos a impactos originados por el desarrollo del proyecto, se podrán proponer las medidas ambientales adecuadas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales (a incluir en el capítulo VI).

La isla de Holbox es un destino turístico popular con un ecosistema único, por lo que su diagnóstico ambiental aborda los aspectos naturales como los impactos del uso humano en la isla. Retomando la información presentada a través del capítulo IV, se expone lo siguiente:

Holbox es un poblado ubicado en el Municipio de Lázaro Cárdenas, al norte del estado de Quintana Roo. Este asentamiento humano se extiende sobre una isla conformada por una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos debido a su ubicación costera. La isla es un componente dentro de un ecosistema costero, lo cual se determina debido a los elementos que se identifican en el sistema ambiental de ésta. El ecosistema de la isla se encuentra en la interfaz entre el mar y la tierra; posee playas, lagunas costeras, zonas intermareales y manglares; se compone de una rica diversidad de vida silvestre con hábitos acuáticos y terrestres que se desempeñan en zona marina y áreas pantanosas y se ve influenciada por las mareas. Estos componentes determinan el tipo de ecosistema al que pertenece la isla.

La isla posee un suelo de tipo arenoso; también se conforma de áreas con partículas arcillosas y limosas, especialmente en los manglares y zonas de humedales, debido a la mayor capacidad de retención de agua y nutrientes. Por ello, el pueblo se distribuye principalmente sobre la franja arenosa, donde el suelo es más estable y resistente a la edificación de obras civiles. Asimismo, la orientación de la mancha urbanizada está influenciada por el acceso hacia las bellas playas de la isla, siendo el atractivo principal del turismo y, por lo tanto, de gran interés para la inversión privada. Sin embargo, con el crecimiento poblacional y turístico, se ha llevado a cabo el aprovechamiento de zonas más cercanas a humedales de la isla, lo que ha resultado en pérdida del hábitat y fragmentación de las comunidades vegetales. A su vez, este crecimiento ha expuesto más a la población a los peligros ambientales y sus efectos.

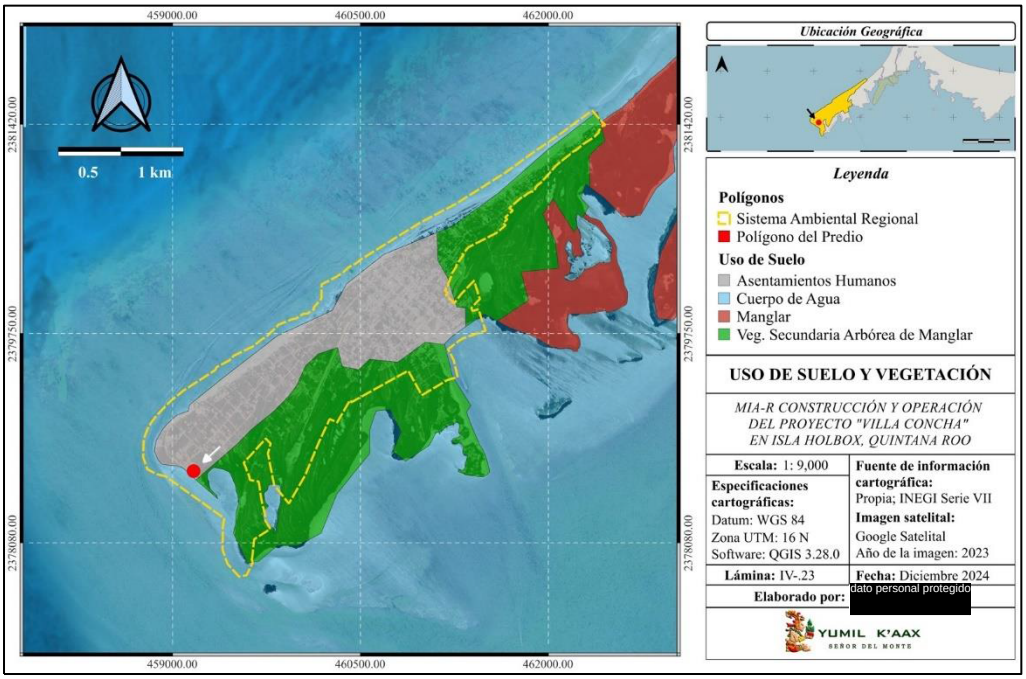


Lámina IV.40. Usos de suelo y vegetación de la isla de acuerdo con el INEGI.

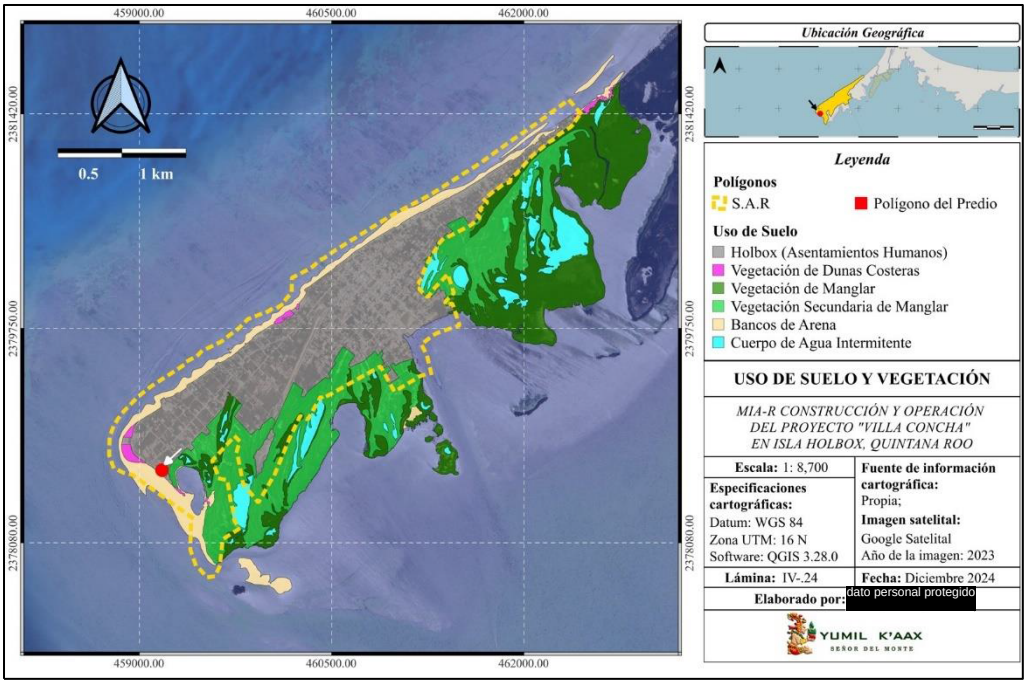


Lámina IV.41. Usos de suelo y vegetación de la isla de acuerdo con monitoreo para la MIA-R.

El análisis de las dos láminas presentadas (IV.40 y IV.41) evidencia como se ha extendido la construcción de infraestructura civil hacia zonas que hace unas décadas se consideraban cubiertas por vegetación secundaria de manglar. Como se aprecia, la mancha urbana se ha acercado a la zona de humedales donde quedan expuesto a un suelo menos estable, con mayores efectos por inundación e, incluso, el registro de

mayor ocurrencia de especies de fauna silvestre como cocodrilos. Por ello, la población ha tenido que adecuar el diseño de las obras que va estableciendo, con el fin de reducir la vulnerabilidad estructural de los edificios. Si bien, la zona impactada ha aumentado, la misma población e inversionistas reconocen la necesidad de mantener componentes naturales que brinden servicios ambientales que beneficien el desarrollo humano en la isla. Por ello, se observa que Holbox posee un paisaje que combina elementos naturales con elementos de origen antrópico, lo cual brinda beneficios de protección contra efectos de fenómenos hidrometeorológicos, reduce la erosión del suelo, amortigua inundaciones y, en especial, ayuda a mantener ese aspecto rústico que resulta atractivo para el turismo de aventura y relajación que busca conectar con la naturaleza y la vida silvestre.

La protección de los componentes del ecosistema costero también atiende las problemáticas ambientales de la isla, lo cual ha propició una acelerada degradación de ciertos elementos naturales, como la pérdida del hábitat y cobertura de vegetación. Esto, al no ser regulado podría poner en riesgo los sistemas naturales de la región y las poblaciones de vida silvestre que alberga la isla. Como repuesta, y por la importancia de proteger ecotonos y ecosistemas de gran biodiversidad neotropical con especies endémicas, amenazadas y en peligro de extinción; se decretó el 6 de junio de 1994 el Área Natural Protegida (ANP) Yum Balam como Área de Protección de Flora Y Fauna, que abarca la isla de Holbox y ecosistemas marinos circundantes. A través de esta medida, se establecieron lineamientos y reglas que regulan el aprovechamiento del territorio y recursos naturales dentro del ANP.

Con el decreto del ANP y posteriormente de su programa de manejo, se ha regulado el uso del territorio lo cual ha contribuido a controlar y atender las problemáticas ambientales de la isla. Debido a que el poblado de Holbox es más antiguo al decreto de la reserva natural, se incluyó dentro del ANP y se delimitó la subzona en la que se permitiría el crecimiento turístico y poblacional, con el objeto de prevenir la afectación de sistemas naturales en mejor estado de conservación de la región, como la laguna costera, los manglares, las dunas costeras y los bancos de arena. No obstante, ante la falta de un programa de manejo por más de 20 años, se desarrollaron actividades que ocasionaron el incremento de las problemáticas ambientales, rebasando la capacidad de abastecimiento de ciertos sistemas de control de impactos. Ejemplo de lo anterior, fue que, ante el auge del turismo, hubo un aumento en la generación de residuos sólidos al grado de resultar en una crisis ambiental de la isla por el desabasto del servicio de transporte; asimismo, el sistema sanitario se encontró rebasado para el tratamiento de aguas residuales, resultando en fugas de aguas negras.

Estas situaciones catalogadas como fuentes generadoras de impactos ambientales ocasionaron contaminación del agua y alteración de la calidad del paisaje. Esto tiene influencia negativa sobre la calidad de vida de los pobladores de la isla, así como de los componentes y ecosistemas naturales colindantes al

centro de población. Asimismo, el crecimiento del asentamiento humano deriva en una mayor demanda de recursos naturales e insumos, como abastecimiento de agua potable y energía eléctrica.

Debido a las problemáticas ambientales, entre los años 2017 y 2018 se hablaba de un colapso "del paraíso" ante la crisis de residuos sólidos que enfrentaba la isla, así como el crecimiento desmedido de la mancha urbanizada lo que provocó el desabastecimiento de servicios municipales, afectando a residentes por apagones y falta de agua potable, además de los inconvenientes por malos olores, mala imagen y focos de infección por al reboso de las aguas negras, especialmente durante las inundaciones en ciertos sectores de la isla. Aunado a lo anterior, la escasa regulación de las construcciones propició el establecimiento de obras que no consideraron las características naturales de los terrenos ni los peligros ambientales a los que esta expuesta la isla, por lo que se alteró de forma significativa el drenaje natural del suelo, afectando al poblado y generando nuevas áreas de inundación al no existir espacio para el flujo del agua pluvial. Todo ello afectó la imagen de la isla ante el turismo, un sector relevante en el sostén económico de Holbox.

Ante las consecuencias significativas, las autoridades ambientales y la CONANP centraron esfuerzos en mejorar la vigilancia ambiental en la isla. Asimismo, la publicación del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam en 2018 ha sido un paso clave para optimizar la regulación de las actividades humanas, abordando de manera efectiva las problemáticas ambientales. Esto contribuye a reducir el impacto sobre el entorno y a fortalecer la protección del ecosistema natural. De este modo, las actividades humanas y el desarrollo de proyectos deben apegarse a las reglas dispuestas en el programa del ANP, las cuales dirigen el sector turístico y social de Holbox. Las disposiciones incluyen criterios de altura máxima, coeficientes de ocupación del suelo permitido, coeficiente de uso de suelo máximo, restricciones de aprovechamiento y estrategias para reducir el impacto ambiental. Las actividades humanas también deben dar cumplimiento a leyes y reglamentos de carácter federal y estatal, así como Normas Oficiales Mexicanas.

Además de la regulación de actividades humanas, se ha visto un incremento en la participación social de los residentes de Holbox para reducir las amenazas sobre el ecosistema costero de la isla. A través de campañas, talleres y actividades de concientización, se aborda actualmente la situación de generación y manejo de residuos sólidos y líquidos en la localidad; se promueve el uso responsable del territorio y los recursos naturales de la isla; se comunica la importancia de conservar la vida silvestre; se orienta el desarrollo de proyectos turísticos y privados; y se da difusión de las actividades de bajo impacto que se llevan a cabo en Holbox. Tanto los residentes como turistas han mostrado una respuesta favorable, reflejando una creciente preocupación por llevar a cabo proyectos de manera más responsable y en armonía con el ambiente.

Los esfuerzos de protección de los componentes ambientales también han resultado en la construcción de obras civiles adecuadas a las características de los terrenos por aprovechar y con diseños que integran los

elementos naturales a sus proyectos, garantizando así la conservación, por ejemplo, de especies de vida silvestre como manglares y fauna en categoría de riesgo. La protección de los sistemas naturales de la isla aún dentro del asentamiento humano también impacta positivamente en la economía y calidad de vida de las personas en la isla, al obtener servicios ambientales del ecosistema costero y sus recursos naturales. También, el apegarse a los criterios de regulación del Programa de Manejo del ANP y de las leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas, contribuye con la adaptación de la población a los efectos del cambio climático, reduciendo de este modo la vulnerabilidad social y física ante las afectaciones ocasionadas por fenómenos naturales a los que está expuesto todos los años Holbox.

No obstante, las problemáticas ambientales se encuentran vigentes, aunque con mejor atención y control que en el pasado; pero el crecimiento por ello, se debe continuar con el esfuerzo y participación social para evitar que las amenazas y sus efectos rebasen la capacidad de respuesta de la población y, en general, del ecosistema costero. El turismo es una actividad que da sostén a la economía local, por ello, debe mantenerse a través de la oferta de servicios turísticos y nuevos espacios de alojamiento para cubrir la demanda por parte de visitantes y nuevos residentes. La continuación del desarrollo y la urbanización pueden crear una creciente presión ambiental, motivo por el que se debe vigilar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas que regulan las actividades humanas en la isla.

Considerando todo lo previamente expuesto, se puede considerar que el SAR donde se construirá y operará "*Villa Concha*" (conformado por la subzona de Asentamientos Humanos), se encuentra en términos generales en un estado de conservación moderado (por la combinación de unidades en buen estado de conservación y áreas afectadas) bajo presión ambiental debido a la actividad humana y el turismo, motivo por el que el desarrollo del proyecto de interés dará cumplimiento a los criterios de regulación contenidos en el Programa de Manejo del ANP, la leyes y reglamentos federales y estatales, así como de las normas oficiales mexicanes aplicables, con el objetivo de coadyuvar en la protección de los recursos naturales, los servicios ambientales, la biodiversidad y, en general, del ecosistema costero de la isla de Holbox.

Entre los aspectos positivos del SAR y que reflejan un buen estado de conservación de los componentes ambientales están:

- **Presencia de ecosistemas clave:** La isla cuenta con manglares, dunas costeras, lagunas y playas que son hábitats esenciales para muchas especies, incluidas aves migratorias, peces y tortugas marinas. Estas áreas naturales cumplen funciones ecológicas importantes, como la protección contra la erosión y el soporte a la biodiversidad.

- **Regulación y protección:** Holbox forma parte del ANP APFF Yum Balam, lo que otorga un marco legal para la protección de su ecosistema y establece medidas para un manejo más sostenible de la zona.
- **Turismo consciente en algunos sectores:** Existen iniciativas y empresas turísticas que promueven prácticas responsables, como el ecoturismo, lo que contribuye a minimizar el impacto ambiental.

Sin embargo, entre sus aspectos negativos que reflejan el deterioro de ciertas áreas, están:

- **Presión turística y urbanización:** El rápido crecimiento del turismo en Holbox ha generado impactos significativos, como el aumento de construcciones, la generación de residuos sólidos, la contaminación del agua y la sobreexplotación de los recursos naturales.
- **Falta de infraestructura adecuada:** La isla enfrenta problemas de gestión de desechos, escasez de agua potable y un manejo insuficiente de aguas residuales, lo que afecta negativamente los ecosistemas locales.
- **Degradación de hábitats naturales:** La expansión de la infraestructura turística y la construcción de proyectos mal planificados han provocado la pérdida de vegetación, fragmentación del ecosistema y alteraciones en los manglares y playas.
- **Cambio climático:** Fenómenos como el aumento del nivel del mar y el incremento en la intensidad de tormentas tropicales afectan directamente la estabilidad del ecosistema.

Considerando los puntos previamente expuestos, para el diseño del proyecto "*Villa Concha*" se adoptaron estrategias y soluciones que contribuirán a no incrementar la problemática ambiental del SAR. Debido a que la economía de Holbox depende principalmente del turismo y los servicios asociados, frenar por completo el desarrollo y la construcción de proyectos no resolverá las problemáticas ambientales y sociales existentes. Es necesario implementar nuevos modelos de desarrollo que integren la protección de los ecosistemas naturales con un uso responsable de los recursos, garantizando tanto la conservación de los servicios ambientales como los beneficios económicos derivados de la actividad turística en la isla.

Cabe mencionar que, los principios del desarrollo sostenible (sustentable) son guías fundamentales que buscan equilibrar el crecimiento económico, la protección ambiental y el bienestar social para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Estos principios están interrelacionados y se basan en la integración de estos tres pilares. Entre los objetivos del desarrollo sostenible se identifica la aplicación de soluciones innovadoras que reduzcan el impacto ambiental y mejoren la eficiencia en el uso de los recursos. Con base en ello, se diseñó el proyecto "*Villa Concha*", que integra soluciones arquitectónicas para reducir el impacto ambiental sobre el sistema natural

del predio y el SAR en el que se encontrará operando. Asimismo, los elementos que lo integrarán permitirá que se adapte a los efectos del cambio climático a los que estará expuesto por situarse en un ecosistema costero y ayudará a la capacidad de recuperarse de crisis ambientales o naturales; ambas situaciones consideradas dentro de los objetivos del desarrollo sostenible.

Aunque el proyecto busca reducir al máximo el impacto ambiental, es imposible eliminarlo por completo, ya que toda actividad humana deja una huella ambiental. Por ello, será fundamental implementar medidas de prevención, mitigación y compensación para minimizar los efectos negativos. Estas acciones deben enfocarse en proteger los componentes naturales del ecosistema costero, contribuyendo a la conservación del ambiente y evitando generar desequilibrios ecológicos en el SAR.

Los componentes ambientales que posiblemente podrían verse afectados con el desarrollo del proyecto "*Villa Concha*" están: el suelo, el agua, el drenaje natural del terreno, la atmósfera y la fauna silvestre. Entre los impactos ambientales que potencialmente se producirán están: contaminación, alteración de drenaje natural, obstrucción de flujos de agua, desplazamiento de fauna silvestre y emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero. Por ello, se debe realizar la propuesta de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales. Se anticipa que, desde el diseño, el proyecto ya contempla las posibles fuentes de impacto ambiental, dando soluciones mediante estrategias de construcción, lo que asegura que no se generarán afectaciones significativas sobre determinados componentes naturales

A continuación, se presenta una tabla que contiene las problemáticas ambientales de la isla Holbox y señala las acciones a ejecutar durante el desarrollo del proyecto para no contribuir al incremento de las amenazas sobre el ambiente y sus elementos.

Tabla IV. 62. Problemáticas ambientales de la isla de Holbox y las medidas por aplicar con el proyecto.

Problemática	Descripción	Medidas	Acciones del promovente
Aumento de generación de residuos y gestión inadecuada	El turismo y el crecimiento de la población que radica en la isla (residentes y trabajadores) ha generado una gran cantidad de residuos sólidos principalmente que supera la capacidad de manejo de la isla.	Realizar un manejo adecuado de los residuos, lo que implica la reducción de generación, el correcto acopio, la separación, el transporte y disposición final en sitios autorizados.	-Convenio con proveedores para reducir generación de residuos mediante adquisición de insumos en cantidades grandes para tener menos embalajes. -Implementar programa de manejo integral de residuos. -Valorización de residuos susceptibles a reúso y reciclaje. -Separación de residuos y acopio temporal en contendores en buen estado. -Atender campañas sociales de manejo de residuos.

Problemática	Descripción	Medidas	Acciones del promovente
Contaminación del suelo y agua	Los residuos no tratados adecuadamente se acumulan en vertederos improvisados, generando acumulación de contaminantes que afectan el suelo y el agua, lo que a su vez afecta ecosistemas marinos y la calidad de agua potable.	Realizar manejo integral de residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	-Los residuos generados no se dispondrán sobre cuerpos de agua, manglares o a cielo abierto en el predio u otras áreas del SAR. -La disposición final de residuos se realizará en sitios autorizados por el municipio. -Los residuos sólidos serán transportados por el servicio de recolecta municipal o, para contribuir a no saturar el servicio, el promovente podrá transportarlo hasta el sitio autorizado en el municipio de Lázaro Cárdenas. -Se emplearán sanitarios portátiles para acopio de aguas residuales durante construcción de la obra. -Se hará uso de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales; las aguas tratadas serán reutilizadas en baños de la casa.
Impacto en la biodiversidad	Los residuos acumulados atraen plagas y/o vectores de enfermedades, afectando a la vida silvestre local y poniendo en riesgo a la biodiversidad. Asimismo, los residuos dispersos pueden afectar ciclos de desarrollo y comportamiento de la fauna nativa. La construcción de obras también afecta la cobertura vegetal de la isla.	Realizar el manejo integral de los residuos generados. No remover manglar. Construir priorizando superficies previamente impactadas, para evitar la afectación vegetación arbustiva y arbórea, con lo cual se evite fragmentar las comunidades de flora nativa de la región.	-Realizar la limpieza del terreno para retiro de residuos sólidos actualmente dispersados en el predio. -Implementar programa de manejo integral de residuos. -Realizar la construcción del proyecto en sitios autorizados, sobre áreas sin vegetación o con cobertura parcial de plantas herbáceas. -Establecer la comunidad de manglar del predio como área de conservación.
Deterioro del paisaje	La acumulación de residuos deteriora el paisaje natural de la isla, afectando su atractivo turístico y la calidad de vida de los habitantes. Asimismo, la construcción de obras modifica la cobertura vegetal, entre ellos el manglar.	Realizar el manejo integral de residuos. Proteger las comunidades de manglar de la isla. Construir obras que cumplan los lineamientos de regulación del programa de manejo del ANP, para garantizar que la obra armonice con el entorno natural.	-Implementar programa de manejo integral de residuos. -Establecer como área de conservación del proyecto la cobertura de manglar del terreno. -Respetar la altura máxima permitida de obra. -Emplear colores de exteriores que armonicen con el entorno natural. -Construir sobre espacio previamente impactado para no fragmentar comunidades vegetales y no afectar corredores biológicos.
Erosión costera	La construcción de infraestructura turística y la pérdida de vegetación	Favorecer la protección de dunas costeras, manglares y las playas,	-No se construirán obras en zona de playa.

Problemática	Descripción	Medidas	Acciones del promovente
	costera han acelerado los procesos de erosión, poniendo en riesgo la integridad de las playas y las dunas.	para mantener estable la línea de costa.	-La casa se establecerá por detrás de la comunidad arbustiva de manglar del predio. Es decir, la superficie del predio colindante con la playa se mantendrá libre de obra. -Se destinará como área de conservación del proyecto la cobertura de manglar del terreno, para mantener servicios ambientales.
Inundación de caminos	Falta de drenaje pluvial	Permitir el flujo del agua pluvial o resultado del aumento del nivel freático, para evitar inundaciones severas en áreas urbanizadas.	-La casa se construirá sobre estructuras de soporte y pilotes, lo que reduce la alteración del drenaje natural del terreno. -Al elevar la casa a +1.50 metros sobre el nivel del terreno, se reducen los obstáculos del flujo de agua en el predio. -Se mantendrá en su sitio de desplante la vegetación de manglar del predio. -Mantener superficies permeables en un 88.82% de la superficie total del predio. -establecer cerco de giles de madera en los límites del terreno que permiten el paso de agua entre ellos y así, no propiciar la acumulación del agua en los bordes del terreno.
Problemas en el drenaje sanitario	Saturación del drenaje sanitario lo que provoca el desabastecimiento del servicio de tratamiento de aguas residuales en la isla.	Adoptar alternativas que reduzcan la demanda del servicio de drenaje municipal pero, que al mismo tiempo, contribuyan a evitar la contaminación del ambientes por medio de aguas residuales.	-Se instalará un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales generadas con el uso de baños y lavabos. -El agua tratada se reutilizará en áreas de la casa, como los baños. -Se construirá una cavidad de aislamiento para instalar el biodigestor, medida con la cual se evitarán fugas de aguas residuales y, a la vez, evitará que durante una inundación se mezclen las aguas negras con el agua pluvial.

En conclusión, el proyecto "*Villa Concha*" implementará medidas que abordan las problemáticas ambientales actuales de la isla, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental durante su construcción. De manera indirecta, se contribuirá a preservar la calidad de vida de los habitantes de Holbox, proteger los componentes naturales del entorno y asegurar la continuidad de los servicios ambientales que estos proporcionan.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO "*VILLA CONCHA*" EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO

El capítulo V de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R), es la parte fundamental del estudio, ya que a través de esta se IDENTIFICAN, CARACTERIZAN y VALORAN los impactos ambientales, es decir, los cambios, modificaciones o afectaciones a los parámetros o características de los componentes ambientales del ecosistema, a causa de la presencia de las obras y actividades para desarrollar un proyecto. En este sentido, se identifica la forma de interacción entre los elementos del proyecto con los elementos naturales del ecosistema, para determinar de qué forma los últimos son afectados por los primeros y si las consecuencias de dichos cambios serán negativos o positivos, lo cual permitirá reconocer a su vez, impactos residuales, acumulativos o sinérgicos en el sistema ambiental regional.

La evaluación de los impactos ambientales potenciales generados por el desarrollo de obras y actividades en las distintas etapas de un proyecto permitirá definir las medidas ambientales más adecuadas para prevenir los cambios, minimizar la magnitud de las alteraciones o, en su caso, cuando no sea posible evitar o mitigar la modificación en el área de interés, se propondrán medidas compensatorias en otros lugares. Estas acciones estarán orientadas a proteger, recuperar, restaurar o conservar componentes ambientales, con el objetivo de contrarrestar los efectos negativos que no se puedan evitar, contribuyendo al mantenimiento del equilibrio ecológico y evitando el deterioro ambiental que pudiera amenazar la viabilidad de los elementos naturales.

Dentro del área de Evaluación del Impacto ambiental (EIA), un impacto se concibe como la alteración de la calidad del ambiente debido a las actividades humanas, excluyendo aquellas alteraciones ambientales dada por fenómenos naturales. Sin embargo, en la actualidad es inevitable no considerar los efectos de los fenómenos naturales, ya que estos pueden interactuar con las actividades u obras de origen humano, intensificando el efecto negativo por dicha interacción. Ejemplo de ello es el cambio climático, por el cual aumenta la temperatura de sistemas naturales provocando fenómenos de mayor intensidad como ciclones tropicales, los cuales, en su caso, exponen a un peligro mayor a las poblaciones humanas, las que a su vez de ser vulnerables física y socialmente pueden propiciar un desastre natural que subsecuentemente producirá impactos negativos sobre los componentes naturales de un lugar. Asimismo, los impactos ambientales pueden hacer más vulnerables a las poblaciones humanas a los efectos de fenómenos naturales.

Dentro de este contexto, un impacto ambiental debe ser visualizado como una modificación/cambio en las condiciones naturales originales de los componentes ambientales, derivado de las interacciones entre éstos con las actividades y obras de origen antrópico, aunado a la interacción con otros fenómenos naturales. A partir de estos cambios se tendrán consecuencias que, como ya se mencionó, podrán ser positivas o negativas, creando así nuevas condiciones distintas a las de la "líneas base" o "línea cero" de un ecosistema natural. Para determinar si se manifiesta o no un impacto ambiental, de acuerdo con lo pronosticado, se

emplearán indicadores que ayuden a identificar la generación de dicho cambio o alteración; con estos se puede realizar una evaluación de dichos cambios.

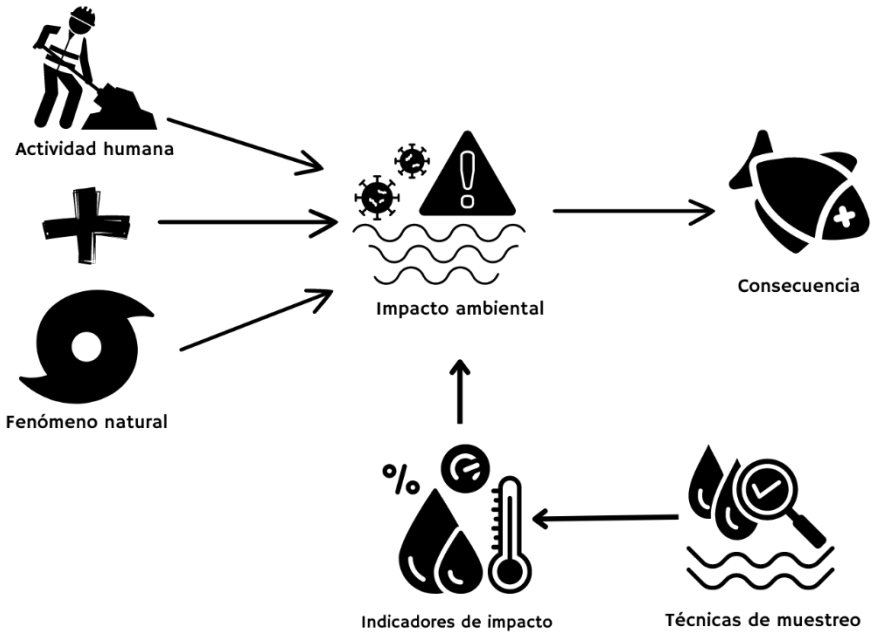


Figura. V.1 Diagrama de generación de impacto ambiental.

La definición de impacto ambiental requiere de, por lo menos, dos valores:

- *La magnitud*, es decir, el tamaño del cambio que se produce en el factor ambiental estudiado.
- El *valor* que tiene este cambio con respecto a la calidad de los elementos ambientales estudiados.

De igual manera, el impacto ambiental se origina y se identifican tres facetas sucesivas:

- La *modificación del alguno de los factores* ambientales o del conjunto del sistema ambiental (impacto).
- La *modificación del valor del factor alterado* o del conjunto del sistema ambiental (indicador de impacto).
- La *interpretación o significado* ambiental de dichas modificaciones (consecuencia del impacto).

Con el conocimiento de las modificaciones que podría generarse sobre el ambiente por la acción humana, o por incidencia de fenómenos naturales, se puede prever de forma temprana las consecuencia negativas o positivas en el ecosistema, dando la oportunidad de actuar para evitarlo o mitigarlo y proteger los componentes que aseguren conservar un ambiente sano y un ecosistema en equilibrio ecológico.

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Construcción y operación del proyecto "Villa Concha", en la Isla Holbox, Quintana Roo, es una obra nueva que se propone desarrollar en un predio particular (propiedad privada) con una superficie total de 1,670.68 m^2, ubicada en la Isla Holbox, en el municipio de Lázaro Cárdenas y que, simultáneamente, forma parte del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. "*Villa Concha*" consiste en un desarrollo inmobiliario de naturaleza habitacional, orientado al área doméstica. El concepto del diseño de "*Villa Concha*" consiste en establecer obras que integren la naturaleza del entorno, que permitan un contacto más cercano con los componentes ambientales del predio, los cuales además de aportar belleza al proyecto, generarán bienestar y relajación entre los huéspedes.

El diseño del proyecto incorpora soluciones arquitectónicas que minimizan la alteración de los componentes naturales del entorno. Aunque se han tomado medidas para mitigar los impactos ambientales, toda intervención humana, en mayor o menor medida, requiere el uso de recursos naturales y/o la ocupación del suelo, lo que puede ocasionar cambios significativos en los componentes ambientales de un sistema natural. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo una evaluación exhaustiva de las posibles modificaciones y afectaciones sobre los recursos naturales, los servicios ecosistémicos y los componentes del entorno (tanto bióticos como abióticos), incluso cuando la obra esté diseñada para ser más sostenible. Esto se debe a que el objetivo principal es preservar la integridad del ecosistema natural, prevenir el desequilibrio ecológico en el ecosistema costero y reducir al mínimo la magnitud de los impactos inevitables.

En consecuencia, se elaboró un análisis de la relación entre el proyecto y su entorno, con el fin de comprender los posibles efectos de la ejecución de las obras y actividades propuestas. Este enfoque permite identificar los factores del ecosistema que podrían verse afectados durante su implementación. La identificación de los impactos debe ser tanto en el predio del proyecto y sus colindancias, así como en el Sistema Ambiental Regional, para detectar las consecuencias directas sobre el sistema ambiental puntual y las directas o indirectas a nivel general que pudieran comprometer la existencia de otros componentes naturales en la región.

Como primer paso para identificar los impactos ambientales por el desarrollo del proyecto se realizó una lista, tanto de las actividades del proyecto, como de los factores y componentes ambientales del predio que pudieran ser afectados. Por lo tanto, para determinar las afectaciones por la obra es necesario conocer:

1. El proyecto y sus alternativas.
2. El ambiente y los componentes del sitio en el que se va a desarrollar el proyecto.
3. Las interacciones entre proyecto y ambiente.

1. El proyecto y sus alternativas

"*Villa Concha*" consiste en un desarrollo inmobiliario de tipo habitacional, integrado por elementos para brindar alojamiento a los huéspedes (una familia de 10 integrantes). Por ello, se identifica que los factores que podrían generar impactos sobre el ambiente durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto son los siguientes:

Tabla V.1. Factores que podrían ser fuentes generadoras de impactos ambientales.

Preparación del sitio	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**
Actividad	**Actividad**	**Actividad**
Limpieza del predio (recolecta de residuos sólidos).	Instalación de cerco con giles de madera.	Actividades domésticas en la casa y el predio como preparación de alimentos; recreación y descanso.
Acondicionamiento del área provisional e instalación del almacén temporal y oficina de campo.	Cimentación.	Uso de energía eléctrica; uso de agua potable y pluvial; uso de baños.
Ahuyentar o reubicar fauna silvestre susceptible de afectación	Levantamiento de muros.	Seguimiento y cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.
Trazado topográfico.	Instalación de estructuras y albañilería.	Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.
Excavaciones y remoción de plantas herbáceas.	Acabados	Conservación de manglar
Nivelación del terreno y relleno de terreno para base del temazcal.	Instalación de herrería, carpintería y de los sistemas eléctrico, hidráulico y sanitario.	
Actividades cotidianas de trabajadores.	Equipamiento de casa y *landscape* (jardineras).	
	Desmantelamiento de obras temporales y área provisional; retiro de sanitarios portátiles.	
	Limpieza del predio y obra previo a entrega final.	
	Actividades cotidianas de trabajadores	
Obras	**Obras**	**Obras/Instalación**
Presencia de materiales e insumos.	Casa de tres niveles.	Presencia de proyecto.
Delimitación de área provisional.	Alberca y terraza.	Pisos y caminos principales compactos
	Camino elevado de madera.	Presencia de camino elevado.
	Temazcal.	Presencia de cerco de giles de madera con pasos de fauna.
	Áreas exteriores.	Biodigestor presente.

Los factores que posiblemente generarán impactos ambientales se obtuvieron con base en las actividades que se llevarán a cabo para la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "*Villa Concha*"; lo anterior se describió y presentó en el capítulo II de la presente MIA-R.

Con la identificación de actividades y obras del proyecto que podrían generar efectos sobre el sistema ambiental, se procede a identificar las fuentes o el motivo de porqué generarían impactos sobre los componentes del sistema natural.

Tabla V.2. Fuentes generadoras de impactos.

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente
Preparación del sitio	Limpieza del predio (recolecta de residuos sólidos).	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros)	Suelo Agua Vegetación Fauna
	Acondicionamiento del área provisional e instalación del almacén temporal y oficina de campo.	Ocupación del suelo Uso de vehículos de carga	Paisaje Fauna Suelo
	Ahuyentar fauna silvestre.	Desplazamiento de fauna	Fauna
	Trazado topográfico.	Afectación de vegetación	Flora
	Excavaciones y remoción de plantas herbáceas.	Hacer zanjas Eliminación de cobertura vegetal	Suelo Vegetación Fauna
	Nivelación del terreno y relleno de terreno para base del temazcal.	Aplanar suelo Relleno y compactación	Suelo Acuífero
	Actividades cotidianas de trabajadores.	Residuos generados (residuos sólidos urbanos y aguas negras) Jornada laboral	Suelo Agua Vegetación Fauna Socioeconómico
Construcción	Instalación de cerco con giles de madera.	Excavación para la colocación de los giles Pérdida de la calidad visual	Suelo
	Cimentación.	Echar cimientos Uso de equipos	Suelo
	Levantamiento de muros.	Establecer estructura Residuos a generar Uso de equipo	Suelo Paisaje
	Instalación de estructuras y albañilería.	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Atmósfera Paisaje
	Acabados.	Empleo de materiales Residuos a generar	Atmósfera Paisaje
	Equipamiento de casa y *landscape* (jardineras).	Instalación del sistema eléctrico e hidrosanitario	Vegetación Suelo

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente
		Jardineras con plantas nativas	Microclima Drenaje natural
	Desmantelamiento de obras temporales y área provisional; retiro de sanitarios portátiles.	Residuos a generar	Suelo Agua
	Limpieza del predio y obra previo a entrega final.	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros) Tránsito de pipas de agua	Suelo Fauna Atmósfera Agua
	Actividades cotidianas de trabajadores	Elaboración de alimentos y bebidas Consumo de alimentos y bebidas Generación de aguas negras Jornada laboral	Suelo Agua Socioeconómico
Operación y mantenimiento	Actividades domésticas en la casa y el predio como preparación de alimentos; recreación y descanso.	Residuos a generar Actividades humanas	Suelo Agua Fauna Vegetación
	Uso de energía eléctrica; uso de agua potable y pluvial; uso de baños.	Generación de emisiones de GEI Iluminación Generación de aguas grises y negras	Agua Suelo Atmósfera Hábitat Paisaje
	Seguimiento y cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.	Supervisión	Suelo Acuífero Agua Microclima Atmósfera
	Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.	Residuos a generar (RSU, RME y RP)	Suelo Agua Vegetación Fauna
	Conservación de manglar	Proteger manglar	Vegetación Suelo Acuífero Agua Microclima Atmósfera
	Presencia de villa residencial	Ocupación de suelo Pérdida de la calidad visual	Paisaje Suelo Hábitat Fauna
	Pisos y caminos principales compactos	Compactación de suelo	Suelo Acuífero
	Presencia de camino elevado	Cambio en la calidad visual	Vegetación Fauna Paisaje
	Presencia de cerco de giles de madera con pasos de fauna	Espacios seguro de desplazamiento	Fauna

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente
	Presencia de biodigestor	Ocupación de suelo Fuga de aguas residuales	Suelo Acuífero Agua subterránea

Con la tabla anterior se pueden identificar las posibles fuentes de generación de impactos ambientales y qué componentes estarían afectando; las actividades más relevantes se retomarán después para determinar el tipo de impacto ambiental a generar con dichas fuentes (se realizará su descripción).

2. El ambiente y los componentes del sitio en el que se va a desarrollar el proyecto.

Para poder determinar los impactos ambientales, es necesario primero definir el ambiente por medio de aquellos factores ambientales que podrían sufrir alteraciones. Los factores ambientales son los distintos elementos del ambiente entre los cuales se desarrolla la vida y que pueden verse modificados/alterados por las acciones humanas. Tales factores ambientales se pueden agrupar en las categorías siguientes:

- **Medio fisicoquímico:** Incluye el suelo, agua, clima, aire y la geohidrología.
- **Medio biótico:** Incluye la flora, fauna y, en general, al sistema natural.
- **El medio perceptual:** Referente a la calidad visual del paisaje.
- **Medio socioeconómico:** Incluye aspectos como la economía, migración, la salud pública, calidad de vida y la cultura.

El predio seleccionado para desarrollar el proyecto propuesto cuenta con los siguientes componentes:

- Abióticos
  - Suelo, predominante el arenosol.
  - Presencia de suelo impactado sin presencia de vegetación.
  - Clima cálido subhúmedo con alto grado de humedad.
  - Buena calidad del aire.
  - Paisaje con interacciones ecológicas homogéneas.
  - Paisaje llano.
  - Pendientes negativas con respecto al nivel medio del mar.
  - Pocas obras civiles en la zona.
  - Bajo grado de ocupación del suelo y aprovechamiento de recursos.

- El predio se encuentra en una zona de asentamientos humanos en donde se presentan elementos naturales y antrópicos, dada las características del proyecto, este no causará impactos significativos en la alteración del pasaje, armonizando con los elementos encontrados en la zona.
- Áreas desprovistas de vegetación.
- Ecosistema que brinda servicios ambientales.

- Bióticos
  - Presencia de un tipo de comunidad de vegetación secundaria.
  - Presencia de manglar, con 2 especies de mangle de la región.
  - Presencia de fauna silvestre, con dos especies en categoría de riesgo.
  - Conexión de vegetación y corredores biológicos.
  - Dosel de comunidad arbustiva del predio de hasta 2-3 metros de alto.
  - Escasa presencia de fauna silvestre, integrada principalmente por aves.
  - Presencia de hierbas y arbustos.
  - Predominancia de especies transeúntes
  - Llegan especies de aves migratorias de invierno.

Estos factores serán considerados más adelante para la identificación de impactos.

Se describen a continuación las características que podrían verse afectadas en cada uno de los componentes que integran los factores del SAR.

Tabla V.3. Factores y componentes del SAR.

Factor	Componente	
Medio Fisicoquímico	**Suelo**	**Superficie permeable**. Se refiere al cambio del espacio físico disponible (superficie) donde el agua es capaz de penetrar el sustrato, por la presencia o ausencia de estructuras adheridas al suelo o modificaciones al mismo. Al disminuir la cantidad de superficie permeable se afecta la capacidad de absorción del suelo, impactando sobre la recarga de los acuíferos. Para el SAR no habrá cambios significativos en la superficie permeable.
		Erosión. Se refiere al desprendimiento y eliminación del suelo en un sitio y su consecuente depósito en otro sitio debido a agentes como el viento y el agua. El suelo desnudo es uno de los principales factores que aumentan la erosión del suelo.
		Contaminación. Es la introducción de sustancias u otros elementos en el suelo que no deberían estar en él y que ocasionan una disminución en la calidad del suelo por medio de la modificación de sus características fisicoquímicas.
	Aire	**Ruido.** Durante la ejecución de las actividades para desarrollar el proyecto se emitirán sonidos que pueden causar contaminación acústica, es decir, ruidos o vibraciones que impliquen molestia, para las zonas aledañas o en el SAR, durante el transporte de materiales.
		Calidad. Hace referencia a los cambios que puede sufrir el aire por la presencia de partículas contaminantes (polvos, gases y otros). Cuando estas partículas se encuentran presentes en medidas o concentraciones que excedan los límites permisibles se puede hablar de una disminución de la calidad de aire.

Factor	Componente	
	Agua	**Turbidez.** Es una medida que indica el grado en el que el agua pierde su transparencia debido a partículas finas que se mantienen suspendidas. Durante las actividades del proyecto, pese a la cercanía de la zona marina, no se afectará de ninguna manera.
Medio Biótico	**Sistema Natural**	**Servicios ecosistémicos:** El SAR, ha sido previamente impactado por obras y actividades anteriores al desarrollo propuesto, sin embargo, este proyecto, mantendrá una armonía entre la construcción y el sistema ambiental natural.
	Flora terrestre	**Cobertura.** Hace referencia a la cobertura de la vegetación terrestre en el SAR, sin embargo, la construcción en el polígono no afectará la cobertura vegetal del SAR.
		Riqueza. Se refiere al número total de especies de flora terrestre en el SAR. No hay afectaciones en la riqueza de especies de vegetación a nivel SAR ni de las zonas aledañas.
		Diversidad. Hace referencia a la variedad de especies de flora terrestre en el SAR. Es un concepto más amplio que el de riqueza, ya que no solo toma en cuenta el número de especies, sino también la abundancia de estas. No hay afectaciones en la diversidad de especies de vegetación a nivel SAR ni de las zonas aledañas.
		Especies en estatus de riesgo. Son especies que por sus características biológicas (rareza, área de distribución limitada, forma de reproducción, etc.) enfrentan presiones que ponen en riesgo su mantenimiento a través del tiempo, es decir, se encuentran en una situación de vulnerabilidad. Por ello, se encuentran en un estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No hay afectaciones en la especies amenazadas o protegidas a nivel SAR ni de las zonas aledañas.
	Fauna terrestre	**Riqueza.** Se refiere al número total de especies de fauna terrestre en el SAR. No hay afectaciones en la riqueza de especies de vegetación a nivel SAR ni de las zonas aledañas.
		Diversidad. Hace referencia a la variedad de especies de fauna terrestre en el SAR. Es un concepto más amplio que el de riqueza, ya que no solo toma en cuenta el número de especies, sino también la abundancia de estas.
		Especies en estatus de riesgo. Son especies que por sus características biológicas (rareza, área de distribución limitada, forma de reproducción, etc.) enfrentan presiones que ponen en riesgo su mantenimiento a través del tiempo, es decir, se encuentran en una situación de vulnerabilidad, encontrándose en un estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Medio Perceptual	**Paisaje**	**Calidad paisajística**. Se refiere al grado de excelencia que tiene un paisaje, es decir, su mérito para ser preservado. En la calidad paisajística intervienen principalmente elementos estéticos, pero también culturales y socioeconómicos.
Medio Socioeconómico	**Economía y calidad de vida**	**Empleos.** Muestra la creación de empleos que surgirán en cada una de las diferentes etapas del proyecto.
		Calidad de vida. La generación de empleos puede influir positivamente en la calidad de vida de los trabajadores. Por el contrario, la generación de impactos significativos disminuye la calidad y el buen estado del ambiente, afectando directa e indirectamente a trabajadores, huéspedes de la casa y pobladores de la localidad.

3. Las interacciones entre proyecto y ambiente.

Con las posibles fuentes generadoras, los componentes por afectar potencialmente y los componentes ambientales señalados de forma general, se puede identificar las posibles interacciones de las fuentes generadoras y los elementos naturales del predio y el SAR, con lo cual, más adelante se identificarán los impactos ambientales.

Las interacciones a presentar se consideran como un hecho seguro, ya que esto permitirá identificar en el capítulo VI las medidas más adecuadas para la prevención y mitigación de los impactos. En este sentido, aunque no se materialicen, deben considerarse como si fueran a ocurrir, con el fin de implementar las medidas más adecuadas y prevenir posibles imprevistos. Cabe señalar que, aunque el proyecto ya incluye elementos positivos que reducen los impactos potenciales, en este apartado solo se analizan las interacciones tal como se presentan, sin tener en cuenta las medidas preventivas adoptadas desde la fase de diseño de las obras. Así, por ejemplo, se señalará en la siguiente tabla la pérdida de especies de flora por remoción, sin embargo, no se estará considerando que en realidad será una interacción negativa poco significativa porque la superficie por afectar será equivalente al 11.18% del predio, manteniendo el 88.82% de la superficie del terreno en condiciones naturales, lo que contrarresta la interacción negativa. En este sentido, se señalarán las interacciones de forma puntual por actividad u obra.

Tabla V.4. Interacción de componentes ambientales y actividades/obras del proyecto.

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
Preparación del sitio	Limpieza del predio (recolecta de residuos sólidos).	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros)	Suelo Agua Vegetación Fauna	Positiva por la eliminación de residuos sólidos que afectan al suelo y al agua
	Acondicionamiento del área provisional e instalación del almacén temporal y oficina de campo.	Ocupación del suelo Pérdida de la calidad visual	Paisaje Fauna Suelo	Negativa porque se ocupará superficie con presencia de vegetación herbácea
	Ahuyentar fauna silvestre	Desplazamiento de fauna	Fauna	Negativa Porque provocará el desplazamiento de la fauna hacia sitios fuera del predio
	Trazado topográfico	Afectación de vegetación	Flora	Negativa por pérdida de cobertura vegetal
	Excavaciones y remoción de plantas herbáceas.	Eliminación de cobertura vegetal	Suelo Vegetación Fauna	Negativa por pérdida de cobertura vegetal, desplazamiento de fauna y erosión de suelo desnudo
	Nivelación del terreno y relleno de terreno para base del temazcal.	Compactación Aplanar suelo	Suelo Acuífero	Negativa por compactación del suelo; pérdida de superficies permeables que ayudan con recarga de acuífero
	Actividades cotidianas de trabajadores	Residuos generados	Suelo Agua Vegetación	Negativa por contaminación o modificación de la

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
		(residuos sólidos urbanos y aguas negras) Jornada laboral	Fauna Socioeconómico	calidad del suelo y el agua; extracción o molestar fauna; extracción de flora; Positiva por generación de empleos
Construcción	Instalación de cerco con giles de madera.	Excavación para la colocación de los giles Pérdida de la calidad visual	Suelo	Negativa por la calidad visual, cambio de entorno natural
	Cimentación.	Echar cimientos Uso de equipos	Suelo	Negativa por pérdida de forma permanente de zonas permeables
	Levantamiento de muros.	Establecer estructura Residuos a generar Uso de equipo	Suelo Paisaje	Negativa por Alteración de calidad visual del paisaje.
	Instalación de estructuras y albañilería.	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Atmósfera Paisaje	Negativa por modificación de calidad del suelo y atmósfera, cambio en el paisaje
	Acabados	Empleo de materiales Residuos a generar	Atmósfera Paisaje	Negativa por modificación de calidad del suelo y atmósfera, cambio en el paisaje de acabados naturales
	Equipamiento de casa y *landscape* (jardineras).	Instalación del sistema eléctrico e hidrosanitario Jardineras con plantas nativas	Vegetación Suelo Microclima Acuífero	Negativa por generación de ruido y excavación del suelo; Positiva por la plantación de individuos de flora nativa
	Desmantelamiento de obras temporales y área provisional; retiro de sanitarios portátiles.	Residuos a generar	Suelo Agua	Negativa por contaminación de suelo y agua
	Limpieza del predio y obra previo a entrega final.	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros)	Suelo Fauna Atmósfera Agua	Positiva por la eliminación de residuos sólidos que afectan al suelo y al agua
	Actividades cotidianas de trabajadores	Elaboración de alimentos y bebidas Consumo de alimentos y bebidas Generación de aguas negras Jornada laboral	Suelo Agua Socioeconómico	Negativa por contaminación o modificación de la calidad del suelo y el agua; extracción o molestar fauna; extracción de flora; Positiva por generación de empleos

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
Operación y mantenimiento	Actividades domésticas en la casa y el predio como preparación de alimentos; recreación y descanso.	Residuos a generar Actividades humanas	Suelo Agua Fauna Vegetación	Negativa por contaminación de suelo, agua y acuífero
	Uso de energía eléctrica; uso de agua potable y pluvial; uso de baños.	Generación de emisiones de GEI Iluminación Generación de aguas grises y negras	Agua Suelo Atmósfera Hábitat Paisaje	Negativa por modificación de la calidad del aire; incremento de contaminación lumínica; cambio en la calidad del paisaje
	Seguimiento y cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.	Supervisión	Suelo Acuífero Agua Microclima Atmósfera	Positiva porque se garantizará que se realizarán las acciones necesarias para evitar y/o reducir impactos
	Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.	Residuos a generar (RSU, RME y RP)	Suelo Agua Vegetación Fauna	Negativa por contaminación de suelo y agua; afectación del desarrollo de la vida silvestre
	Conservación de manglar	Proteger manglar	Vegetación Suelo Acuífero Agua Microclima Atmósfera	Positiva por conservar especies de mangle, comunidad que brinda diversos servicios ambientales, mantiene suelo natural, proceso de purificación del agua, regula el microclima, es sumidero de carbono, entre otros
	Presencia de villa residencial	Ocupación de suelo	Paisaje Suelo Hábitat Fauna	Negativa por la calidad visual, cambio de entorno natural; pérdida permanentes de hábitat y desplazamiento de fauna
	Pisos y caminos principales compactos	Compactación de suelo	Suelo Acuífero	Negativa por cambio de estructura del suelo; alteración de la continuidad de la vegetación, pérdida de superficies permeables
	Presencia de camino elevado	Cambio en la calidad visual	Vegetación Fauna	Negativa por la calidad visual, cambio de entorno natural
	Presencia de cerco de giles de madera con pasos de fauna	Espacios seguro de desplazamiento	Fauna	Negativa por la calidad visual, cambio de entorno natural; Positiva al contribuir a que sea más

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
				fácil el desplazamiento de la fauna silvestre; mantiene conexión con parches de vegetación
	Presencia de cisterna	Ocupación de suelo	Suelo Acuífero Agua subterránea	Negativa por pérdida de forma permanente de zonas permeables

Con las interacciones identificadas, se podrán determinar y caracterizar los impactos ambientales, los cuales, de acuerdo con Garmendia *et al*. (2005) se clasifican de la siguiente manera:

Tabla V.5 Clasificación de los impactos ambientales.

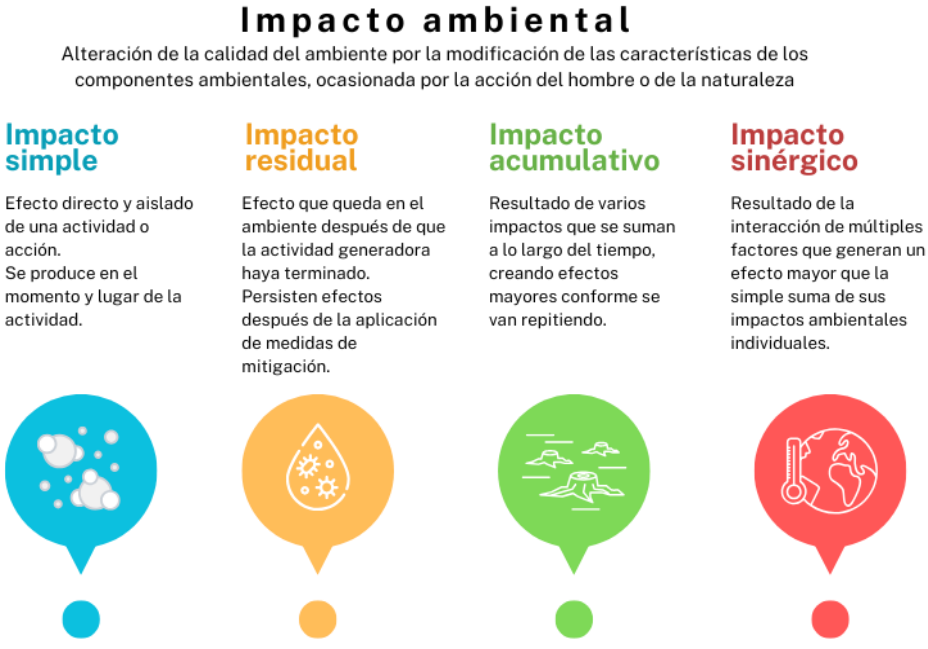
Atributo	Tipo de Impacto	
Por sus efectos	Positivos	Cuando el cambio ambiental deja efectos beneficiosos.
	Negativos	Cuando el cambio ambiental deja efectos perjudiciales.
Por su influencia	Directo	El elemento ambiental se ve afectado directamente por el proyecto.
	Indirecto	La alteración del elemento ambiental no es atribuible de forma directa al proyecto.
Por sus interacciones	Simples	Efectos ambientales que no interaccionan con otros.
	Acumulativos	Efectos que cuando se producen varias veces a lo largo del tiempo o espacio, su valoración es la suma de los impactos producidos por cada uno de los efectos por separado.
	Sinérgicos	Son efectos acumulativos, en donde la suma de sus efectos es mucho mayor que la suma de ellos por separado.
Frecuencia	Únicos	Se produce una sola vez a lo largo del desarrollo del proyecto.
	Periódicos	Se produce más de una vez con una frecuencia definida.
	Irregulares	Se produce más de una vez con una frecuencia no definida.
Duración	Temporales	Tienen una duración limitada.
	Permanentes	Cuando se mantienen a través del tiempo.
Tiempo de manifestación	Corto plazo	Los efectos se manifiestan en un periodo de menos de un año.
	Mediano plazo	Los efectos se manifiestan en un periodo de uno a cinco años.
	Largo plazo	Los efectos se manifiestan en un periodo de más de cinco años.
Forma de aparición	Continuo	Se manifiesta como una alteración constante en el tiempo.
	Discontinuo	Aquellos efectos que pueden ser intermitentes o disruptivos.
Reversibilidad	Reversible	Cuando, sin contar con la acción humana, la tendencia del sistema es volver a su estado inicial en un tiempo determinado
	Irreversible	Cuando el sistema no puede regresar por sí solo a su estado inicial o se pierden totalmente las características que le daban su identidad como un sistema particular.
Efecto de reversibilidad	Recuperable	Cuando el impacto ambiental no es reversible, pero se puede corregir mediante medidas viables de restauración o mediante la sustitución del elemento alterado por otro que cumpla su función.
	Mitigable	Cuando no se recupera la función inicial del sistema, pero parcialmente se puede pueden recuperación funciones que permitan que el sistema se mantenga estable.

SEMARNAT (2021) establece que los impactos ambientales también se clasifican de acuerdo por su origen:

- El aprovechamiento de recursos naturales: estos pueden ser renovables (aprovechamiento forestal, pesca) o no renovables (extracción de petróleo o carbón).
- Contaminación: todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente.
- Ocupación del territorio: los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por las acciones (erosión del suelo, excavación, cimentación, etc.).

Cabe señalar que, identificar un impacto ambiental por su interacción (simple, acumulativo o sinérgico) sirve para comprender mejor la naturaleza y el alcance de los efectos de un proyecto sobre el medio ambiente. Cada tipo de impacto tiene implicaciones distintas en la planificación y gestión ambiental. Asimismo, se deberá identificar si son residuales o no, es decir, si los efectos dejan de manifestarse al concluir las actividades que los generan o si estos persisten aún después de la aplicación de las medidas de mitigación, lo cual es importante para determinar si será acumulativo o sinérgico.

A continuación, se resumen los tipos de impactos ambientales por tipo de interacción, lo cual orientará la identificación de sus efectos basados en los otros atributos que pueden poseer.



FiguraV.2. Clasificación de los impactos ambientales por interacción.

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la actualidad existen diversas metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales, sin embargo, muchas de ellos han sido desarrollados para proyectos específicos, dificultando su generalización hacia otros ámbitos. León-Peláez (2004), menciona que existen tres grandes agrupaciones de métodos: A) métodos tradicionales que corresponden a técnicas que hacen sus mediciones en términos monetarios, por ejemplo, relación costo/beneficio; B) los métodos cuantitativos que consisten en la aplicación de escalas valorativas para los diferentes impactos medidos en sus respectivas unidades físicas como las listas de chequeo, matrices, como la matriz de Leopold, diagramas, redes, métodos cartográficos, etc. Y C) los métodos integrales que son los que incorporan la valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales mediante la adopción y medición de indicadores ambientales y funciones de transformación que permitan su comparación directa. Para este estudio se realizaron aproximaciones a través de las listas de chequeo y matrices, según lo descrito a continuación.

Matriz de Leopold

Para la identificación, caracterización y evaluación de impactos, se utilizó una Matriz de Leopold modificada para evaluar los impactos potenciales, la cual establece un sistema de análisis que permite identificar los impactos potenciales que el desarrollo de un proyecto puede tener sobre los atributos del medio ambiente, a fin de poder intervenir de manera oportuna, para que los efectos adversos se presenten en la menor medida posible (Ponce, 2011). Se enlistan en el eje horizontal de esta matriz las acciones que causan impactos ambientales, y en el eje vertical, los factores que pueden verse afectados por tales acciones positiva o negativamente. En cada casilla donde interacciona una actividad con un factor, se colocó un número del 0 al 3, que representa la magnitud del impacto, siendo 0 un impacto nulo, y 3, cuando el impacto tiene la mayor magnitud. Se elaboró una matriz en donde se describen los impactos en el SAR y otra matriz que contempla los impactos para el polígono y su área de influencia.

Para esta matriz, los criterios que serán utilizados para clasificar los impactos ambientales son:

1. La magnitud del impacto: Esta mide su nivel y representa la cantidad e intensidad del impacto calificándolo como significativo, medio, poco significativo y el impacto no significativo (nulo).
2. El tipo de impacto: Hace referencia a su efecto positivo o negativo respecto al estado previo de la acción.
3. La permanencia del impacto: Que hace referencia al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos si es temporal o permanente.

De acuerdo con lo anterior, los valores de las interacciones quedan como se describen a continuación:

Tabla V.6. Valores de las interacciones.

Magnitud del impacto	M	Tipo de impacto	T	Permanencia del impacto	P
Impacto significativo	**3**	Positivo	+	Temporal	
Impacto medio	**2**	Negativo	-	Permanente	
Impacto poco significativo	**1**	Negativo/Positivo	±		
Impacto nulo	**0**				

La clasificación de impacto Negativo/Positivo es para aquellas obras o actividades que durante su ejecución o construcción generarán impactos negativos, sin embargo, una vez ejecutados o establecidos, producirán impactos positivos con el paso del tiempo, en este sentido, aportarán beneficios al ambiente.

Matriz de sombras

Se elaboró una matriz de sombras para complementar la matriz de Leopold, la cual consta de las mismas filas y columnas. En cada casilla donde hubo una interacción, se colocó + o -, para representar impactos positivos y negativos, respectivamente. Asimismo, se marcaron las casillas con dos posibles colores: claro y oscuro, para representar la duración de los impactos, ya sea temporal o permanente, respectivamente. Se realizó una matriz en donde se describen los impactos para el polígono y su área de influencia, y otra matriz que contempla los impactos en el SAR.

V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

El escenario ambiental de la obra y sus actividades se realizó a partir de la recopilación de información ambiental en la zona considerando los elementos bióticos y abióticos con características homogéneas y que pudieran llegar a tener relación con el proyecto "*Villa Concha*". Estos sirvieron para la delimitación del Sistema Ambiental. A partir de las características ambientales, se identificaron los componentes que se verán afectados por el desarrollo de las obras y de qué forma serán impactados. Posteriormente, se identificó el tipo de interacción entre el elemento del proyecto y el componente ambiental del sistema ambiental del predio o el SAR. Con lo anterior, se conocerán las modificaciones o cambios sobre los elementos naturales, a partir de lo cual, se realizará la caracterización de los impactos. A continuación, se presenta la descripción de los tipos de impactaos detectados que posiblemente se van a generar con el desarrollo del proyecto.

Tabla V.7. Descripción de los impactos ambientales que posiblemente se generen con el proyecto.

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Contaminación del suelo	Modificación de uno o más parámetros fisico-químicos del suelo que propician su degradación.	Derrame de hidrocarburos por uso de maquinaria y equipo de construcción. Acumulación y dispersión de lixiviados generados por Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Peligrosos (RP) en la construcción de obras civiles.	Durante la construcción de obras civiles se pueden generar un manejo inadecuado de residuos provocando la acumulación y dispersión de estos en el suelo, lo que puede ocasionar alteraciones en la calidad del suelo, afectando su estructura y composición físico-química, causando problemas para la productividad, la flora y la fauna.	Suelo	Problemas de productividad. Afectación a la fauna edáfica. Afectación a la flora silvestre.	Negativo
Contaminación del agua	Modificación de uno o más parámetros fisico-químicos del agua y que rebasan los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Derrame de hidrocarburos por uso de maquinaria y equipo de construcción. Acumulación y dispersión de lixiviados generados por Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Peligrosos (RP) en la construcción de obras civiles.	Durante la construcción de obras civiles se pueden generar un manejo inadecuado de residuos provocando la acumulación y dispersión de estos en el agua, lo que puede ocasionar alteraciones en la calidad del agua, afectando su estructura y composición físico-química, causando problemas para la productividad, flora, fauna y la calidad humana.	Agua	Problemas de productividad. Afectación a la fauna acuática. Afectación a la flora silvestre. Problemas de salud humana.	Negativo
Contaminación atmosférica	Modificación de uno o más parámetros fisico-químicos del aire y que rebasan los límites máximos permisibles de emisiones establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Generación de gases, partículas finas suspendidas por el uso de maquinaria y equipo de construcción, generación de RSU, RME y RP, así como la generación de humo por el uso de fuego.	Mal manejo de residuos provocando la acumulación y dispersión de estos; generar gases y humo que pueden ocasionar alteraciones en la calidad del aire; partículas finas secas y dispersas en el ambiente (como material de construcción fino).	Atmósfera	Afectación a la fauna y flora silvestre. Aumento de enfermedades respiratorias.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Contaminación sonora	Modificación de los niveles sonoros y que rebasen los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994	Generación de ruido por empleo de maquinarias y equipo de construcción durante las obras civiles.	Durante la construcción de obras civiles se es propenso a la emisión de ruido por parte de la maquinaria y el equipo de construcción, lo que resulta en problemas auditivos y ahuyentamiento de la fauna silvestre.	Atmósfera	Problemas auditivos. Ahuyentamiento de fauna	Negativo
Contaminación lumínica	Modificación de la intensidad de la luz que rebase los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-025-STPS-2008	Generación de luz por el empleo de equipo lumínico y el uso de fuego durante la construcción de obras civiles.	Durante la duración del proyecto se hará empleo de equipo lumínico, en ocasiones se usará fuego; esto causaría un aumento en el brillo del cielo nocturno provocando contaminación, alteración en los patrones de comportamiento de la fauna desencadenando una modificación en los procesos ecológicos del ambiente.	Paisaje/ Ecología	Afectación al comportamiento de la fauna silvestre. Interrupción de procesos ecológicos. Afectación de la vista.	Negativo
Modificación del microclima	Cambios en las condiciones climáticas locales	Construcción de obras civiles. Emisión de gases, partículas finas suspendidas y humo por el empleo de maquinarias y equipo de construcción, y uso de fuego.	El empleo de maquinaria y equipo de construcción, así como fuego, provoca la emisión de gases, teniendo como consecuencia el aumento de la temperatura local; esto causaría desertificación. De igual forma, se vería comprometida la salud de los trabajadores.	Ecología	Desertificación. Afectaciones a la salud. Afectación de la flora y fauna silvestre local. Alteración de procesos ecológicos.	Negativo
Modificación de drenaje superficial	Cambios en la forma de evacuación del agua que se acumula en la superficie del suelo.	Remoción de suelo fértil y compactación por el uso de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	Durante la construcción se removerá la capa de suelo fértil y orgánica, así como se ejercerá una presión constante en el suelo provocando compactación de suelo, afectando la calidad de infiltración y modificando el drenaje superficial, lo que causa un aumento en la probabilidad de inundaciones en la zona.	Suelo	Alteración en la probabilidad de inundaciones. Afectación en procesos ecológicos.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Aumento de temperatura	Incremento de la temperatura del aire y/o agua del área.	Construcción de obras civiles. Emisión de gases y partículas finas suspendidas por el empleo de maquinarias y equipo de construcción. Emisión de humo y gases por el uso de fuego y explosivos.	El uso de maquinaria y equipo de construcción, así como el uso de fuego y explosivos causando un aumento de la temperatura en la zona, generando desertificación y afectando la salud tanto de flora y fauna, así como de los trabajadores.	Ecología	Desertificación. Afectación en la salud. Afectación a la flora y fauna silvestre.	Negativo
Erosión	Proceso de desgaste y desplazamiento de sedimentos y partículas del suelo.	Deforestación por la construcción de obras civiles.	La realización de la obra y el desgaste del suelo fértil causaría erosión, provocando una alteración a la estructura y composición físico-química del suelo, causando problemas en la productividad y afectaciones a la flora y fauna de la zona.	Suelo	Problemas de productividad. Afectación a los procesos ecológicos. Afectación a la flora y fauna silvestre. Reducción de hábitat.	Negativo
Compactación	Proceso de densificación y disminución de la porosidad del suelo por la presión constante ejercida sobre el suelo.	Presión constante ejercida sobre el suelo por el tránsito de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	La realización de la obra y el uso constante de equipo y maquinaria de construcción ocasionaría una presión constante ejercida sobre el suelo, llevando a la compactación y provocando una alteración a la estructura y composición físico-química del suelo, causando problemas en la productividad y afectaciones a la flora y fauna de la zona.	Suelo	Problemas de productividad. Afectación a los procesos ecológicos. Afectación a la fauna edáfica. Afectación a la flora silvestre.	Negativo
Eliminación o modificación de hábitats	Reducción del espacio para el desarrollo y reproducción de la vida silvestre.	Remoción por la construcción de obras civiles.	La construcción de obras civiles, así como la remoción de cubierta vegetal, ocasionando una disminución en la riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre.	Suelo	Alteración en procesos ecológicos. Disminución de riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Fragmentación del ecosistema	División de un espacio en áreas aisladas de menor tamaño.	División del área por el uso de equipo y maquinaria de construcción, así como la deforestación para la construcción de obras civiles.	La construcción de obras civiles, uso de equipo y maquinaria de construcción, limitaría procesos ecológicos al haber un efecto de barrera afectando la continuidad y conectividad de la flora y la movilización de la fauna silvestre, llegando incluso a ocasionar atropellamientos y decesos de fauna.	Suelo	Efecto de barrera para la movilización de la fauna silvestre que puede causar atropellamientos. Alteración de continuidad en la formación y la conectividad de la flora. Limitación de procesos ecológicos.	Negativo
Pérdida de cubierta vegetal	Reducción de la capa de hierbas que cubre la superficie.	Remoción de vegetación herbácea	La remoción de cubierta vegetal causada por la construcción de obras civiles, así como el uso de maquinaria y equipo de construcción ocasiona una pérdida en la cubierta vegetal del área	Flora	Disminución de la riqueza y abundancia de flora silvestre. Afectación a procesos ecológicos.	Negativo
Desplazamiento de fauna silvestre	Migración de especies de fauna silvestre del hábitat original hacia otras áreas.	Emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	El ruido provocado por la maquinaria y el equipo de construcción ahuyentaría fauna silvestre, ocasionando una disminución en la riqueza y abundancia de fauna silvestre, alterando los procesos ecológicos ambientales.	Fauna	Disminución de la riqueza y abundancia de fauna silvestre. Afectación a procesos ecológicos.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Pérdida de biodiversidad	Reducción de riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre en un hábitat.	Remoción y emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	La construcción de obras civiles y la remoción de cubierta vegetal, mientras que el ruido provocado por la maquinaria y el equipo de construcción ahuyentaría fauna silvestre, ocasionando un desplazamiento de esta y por consecuencia, una disminución en la riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre, alterando los procesos ecológicos ambientales.	Fauna/Flora	Disminución de riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre. Alteración en procesos ecológicos.	Negativo
Modificación de comportamiento de fauna silvestre	Cambios en los hábitos, rutinas y conducta de la fauna silvestre.	Deforestación, incremento en la intensidad de luz y emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción y lumínico en obras civiles.	Durante la construcción de obras civiles, el uso de maquinaria y equipo de construcción generará ruido que ahuyente a la fauna y el uso de equipo lumínico alterará el comportamiento de la fauna silvestre por el aumento de brillo durante la noche, alterando los procesos ecológicos ambientales.	Fauna	Alteración en los procesos ecológicos. Afectación a fauna silvestre.	Negativo
Pérdida de procesos ecológicos	Reducción de las funciones del ambiente que estructuran a los ecosistemas.	Remoción, incremento en la intensidad de luz y emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción y lumínico en obras civiles.	La remoción de cubierta vegetal causada por la construcción de obras civiles, el uso de maquinaria y equipo de construcción genera ruido externo y el uso de equipo lumínico genera luz artificial, aumentando la cantidad de brillo durante la noche son los causantes de la pérdida de procesos ecológicos al verse afectado el suelo fértil, flora y fauna silvestre, ocasionando una alteración en la calidad de los servicios ambientales.	Ecología	Afectación a fauna y flora silvestre.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Pérdida/modificación de servicios ambientales	Disminución o cambio de los recursos y procesos benéficos proporcionados por el ecosistema a los humanos.	Remoción y tránsito constante de equipo de construcción en obras civiles.	La remoción de cubierta vegetal durante los procesos de construcción ahuyenta a la fauna silvestre, reflejando una disminución en la riqueza de flora y fauna silvestre; esto ocasionaría una pérdida de procesos ecológicos llevando a una pérdida de servicios ambientales al verse afectada la calidad de la productividad del ambiente.	Ecología	Afectación a flora y fauna silvestre. Afectación a la productividad. Afectación a las comunidades.	Negativo
Modificación del paisaje	Alteración en la estructura, composición y apariencia del medio ya sea natural o urbano derivado de la reducción o cambio de uso de los componentes ambientales existentes.	Dispersión y acumulación de residuos sólidos urbanos (RSU) y residuos de manejo especial (RME) por la deforestación y uso de maquinaria y equipo de construcción en las obras civiles.	Durante la construcción se modificará el paisaje por el uso de equipo de construcción, así como por la presencia de trabajadores en el predio, produciendo también una dispersión de RSU por lo que no solo cambiaría la singularidad del paisaje al haber remoción de cubierta vegetal y por la presencia de agentes externos, también se verían comprometidos procesos ecológicos.	Paisaje	Alteración en la singularidad y calidad del paisaje. Alteración en procesos ecológicos. Disminución de riqueza y abundancia de fauna y flora silvestre.	Negativo
Cambio en la permeabilidad del suelo	Modificación de la capacidad permeable de una superficie derivada de la alteración a la estructura y composición del suelo.	Presión constante ejercida sobre el suelo por el tránsito de maquinaria y equipo de construcción, así como el desgaste del suelo fértil por deforestación para la construcción de obras civiles.	El uso de equipo durante la construcción de la obra causaría una constante presión ejercida sobre el suelo, ocasionando la compactación de este. Se observaría una disminución en la calidad del suelo en relación a su estructura física, modificando la permeabilidad y, por ende, la productividad.	Suelo	Afectación en la productividad. Afectación de fauna edáfica. Afectación de flora silvestre. Aumento en la probabilidad de inundación.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Cambio en infiltración	Modificación de la cantidad de agua absorbida por la tierra al subsuelo.	Presión constante ejercida sobre el suelo por el tránsito de maquinaria y equipo de construcción, así como el desgaste del suelo fértil por deforestación para la construcción de obras civiles.	La remoción de cubierta vegetal, los procesos de excavación y la compactación causada por el uso de equipo de construcción durante las obras provocando un cambio en la infiltración del agua; esto alteraría no solo los patrones de escurrimiento sino también la estructura y composición físico química del agua y del suelo al haber mayor probabilidad de encharcamiento en el predio.	Suelo/ Agua	Afectación a procesos ecológicos. Afectación a fauna edáfica. Afectación a flora silvestre.	Negativo
Cambio en la conectividad ecológica (o del paisaje)	Modificación en los patrones de intercambio y conexión ecológica derivado de la interacción y desplazamiento de organismos y procesos ecológicos.	División del área por el uso de equipo y maquinaria de construcción, así como la remoción para la construcción de obras civiles.	Durante la obra habrá división por equipo de construcción, división de los componentes naturales del paisaje, por lo que habrá cambios la conectividad ecológica; esto aumentará la artifización del ambiente, alterando los procesos ecológicos de la flora y fauna silvestre.	Suelo	Interrupción de procesos ecológicos. Afectación a flora y fauna silvestre. Pérdida de la calidad paisajística. Pérdida de valor estético.	Negativo
Cambio en la estética característica del paisaje	Modificación de la apariencia de un paisaje por la alteración a los elementos naturales, así como la forma y aspecto de la superficie.	Dispersión y acumulación de residuos sólidos urbanos (RSU) y residuos de manejo especial (RME) por la deforestación, introducción de elementos urbanos y uso de maquinaria y equipo de construcción en las obras civiles.	Durante la obra habrá presencia de trabajadores y equipo, potenciando una acumulación y dispersión de RSU; esto provocaría un cambio en la estética característica del paisaje al disminuir la calidad por la modificación de los componentes naturales. Presencia de obras civiles.	Paisaje	Afectación a flora y fauna Alteración de procesos ecológicos. Alteración del valor estético. Modificación de la calidad del paisaje.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Incremento o disminución de la oferta de empleo	Variación en la cantidad y calidad de puesto de trabajo derivado de la disponibilidad en el mercado laboral.	**Incremento:** Generación de empleos por la construcción de obras civiles. **Disminución:** Decremento poblacional por la falta de oportunidades.	Al construir la obra se observaría un incremento de la oferta laboral, esto causaría un incremento en la economía local por el desarrollo de actividades económicas y servicios, así como el aumento de pobladores, sin embargo, la creación de empleos más especializados puede generar una desigualdad socioeconómica. Por otro lado, cuando hay una disminución de la oferta laboral se debe a la falta de oportunidades en la localidad, reduciendo el desarrollo económico y sociocultural y afectando la calidad de vida de la gente, aunque los trabajadores que queden en la zona podrían obtener un aumento salarial debido al decremento de mano de obra.	Socioeconómico	**Positivo** Incremento económico. Desarrollo sociocultural. Mejoría de la calidad de vida **Negativo** Desigualdad socioeconómica por la creación de empleos más especializados.	Positivo/ Negativo

A continuación, se señalan los impactos potenciales que derivarán de las actividades para establecer en el proyecto "*Villa Concha*".

Para ello, deben considerarse las siguientes abreviaciones:

Tabla V.8. Abreviaciones para definir la relación del impacto.

Efecto	Afectación	Reversibilidad	Tipo	Duración	Extensión	Intensidad
Positivo (+)	Directo (D)	Reversible (R)	Simple (1)	Temporal (T)	Puntual (P)	Baja (B)
Negativo (-)	Indirecto (I)	Irreversible (I)	Acumulativo (2)	Permanente (P)	Local (L)	Media (M)
			Sinérgico (3)		Regional (R)	Alta (A)
			Residual (4)			

Tabla V.9. Descripción de las actividades y los impactos a generarse con el proyecto en la preparación del sitio.

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Limpieza del predio (recolecta de residuos sólidos).	Suelo	Retiro de residuos contaminantes	2	T	P	B	+
	Agua	Retiro de residuos contaminantes	2	T	P	B	+
Acondicionamiento del área provisional e instalación del almacén temporal y oficina de campo.	Suelo	Ocupación del suelo	1	T	P	B	-
	Paisaje	Pérdida de calidad visual	1	T	P	B	-
	Fauna	Desplazamiento de especies nativas	1	T	P	B	-
Trazado topográfico	Vegetación	Afectación de vegetación	1	T	P	B	-
Excavaciones y remoción de plantas herbáceas.	Suelo	Compactación	1	P	P	B	-
		Cambio en la disponibilidad de superficie permeable	1	P	P	B	-
	Vegetación	Afectación de vegetación	1	P	P	B	-
	Fauna	Desplazamiento de especies nativas	1	T	P	B	-
Nivelación del terreno y relleno de terreno para base del temazcal.	Suelo	Compactación	1	P	P	B	-
		Cambio en la disponibilidad de	1	P	P	B	-

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
		superficie permeable					

Tabla V.10. Descripción de las actividades y los impactos a generarse con el proyecto en la construcción.

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Instalación de cerco con giles de madera	Suelo	Excavación para la colocación de los giles	1	P	P	B	-
		Pérdida de la calidad visual	2	P	L	B	-
Cimentación	Suelo	Compactación	1	P	P	B	-
		Modificación de drenaje superficial	1	P	P	B	-
		Cambio en la permeabilidad del suelo	1	P	P	B	-
Instalación de estructuras y albañilería	Suelo	Modificación de la calidad del suelo	1	P	P	B	-
	Atmósfera	Empleo de materiales	1	T	P	B	-
	Paisaje	Pérdida de la calidad visual	1	P	P	B	-
Acabados	Atmósfera	Empleo de materiales	1	T	P	B	-
	Paisaje	Pérdida de la calidad visual	1	P	P	B	-
Equipamiento de casa y *landscape* (jardineras)	Suelo	Compactación	1	P	P	B	-
	Vegetación	Jardineras con individuos nativos	1	P	P	B	+
Desmantelamiento de obras temporales y área provisional	Agua	Contaminación del suelo	2	P	P	B	-
	Suelo	Contaminación del agua	2	P	P	B	-
Limpieza del predio y obra previo a entrega final.	Suelo	Retiro de residuos contaminantes	2	P	P	B	+
	Agua	Retiro de residuos contaminantes	2	P	P	B	+

Tabla V.11. Descripción de las actividades y los impactos a generarse con el proyecto en la operación.

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Actividades domésticas en la casa y el predio como preparación de alimentos; recreación y descanso.	Agua	Contaminación del agua	2	P	P	B	-
	Suelo	Contaminación del suelo	2	P	P	B	-
Uso de energía eléctrica; uso de agua potable y pluvial; uso de baños.	Agua	Contaminación del agua	2	P	P	B	-
	Suelo	Contaminación del suelo	2	P	P	B	-
Conservación de manglar	Flora	Mantener biodiversidad	2	P	L	B	+
	Fauna	Mantener biodiversidad	2	P	L	B	+

Es importante mencionar que, por el desarrollo de todas las actividades se generarán empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción; y puestos permanentes durante la etapa de operación y mantenimiento.

V.2.1. Indicadores de Impacto

Los indicadores de impacto son una herramienta útil para cuantificar la magnitud de los impactos ambientales que se producen debido a un proyecto. Un indicador ambiental es un factor que transmite información sobre el estado en el que se encuentra el ecosistema o alguna característica de este. Algunos parámetros como la biomasa acumulada o la diversidad de especies se utilizan como indicadores de madurez de los ecosistemas. De la misma forma, el consumo de energía y agua, la producción de residuos o contaminantes, también pueden fungir como indicadores ambientales.

Por otro lado, los indicadores de impacto ambiental se utilizan para poder determinar la calidad ambiental o el cambio de la calidad como consecuencia de determinada acción, así como una medida de la magnitud del impacto (Garmendia *et al*., 2005). Los indicadores ambientales deben cumplir dos características muy importantes: ser de fácil medición y que su relación sea clara con las propiedades del ecosistema o del elemento ambienta del que se busca identificar un cambio (Garmendia *et al*., 2005). Un indicador es capaz de caracterizar cualitativa o cuantitativamente el estado del factor a valorar. Los indicadores de impacto

regularmente están representados en unidades heterogéneas, inconmensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y dimensionales para hacerlos comparables, a fin de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generarán. La guía para la elaboración de manifestación de Impacto Ambiental menciona que para ser útiles los indicadores deben ser por lo menos:

- **Representativos:** se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.
- **Relevantes:** que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- **Excluyentes:** que no existe una superposición entre los distintos indicadores.
- **Cuantificables:** medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- **Fácilmente identificables:** definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

Para poder llevar a cabo el proyecto de manera que los impactos sean nulos o mínimos en la calidad de los elementos que conforman el polígono, es necesario identificar los indicadores que permitirán evaluar de manera completa, objetiva y eficaz los impactos ambientales que se generarán durante el proyecto, con la finalidad de describir y aplicar las medidas de mitigación correspondientes de manera oportuna. Los indicadores considerados para evaluar los impactos a generarse con el proyecto, tomando en cuenta únicamente el área del polígono, resaltando algunos impactos significativos.

Tabla V.12. Indicadores para evaluar los impactos a generarse y su área de influencia.

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
Suelo	**Superficie Permeable** **Área de superficie permeable** Se medirá el área de superficie permeable en el polígono previo al inicio del proyecto y después de este. Se evaluará de la siguiente manera: • Se perdió máximo el 30% de superficie permeable = poco significativo • Se perdió del 30 al 50% de superficie permeable = significativo • Se perdió más del 50% de superficie permeable = muy significativo
	Erosión **Grado de erosión** Previo al inicio de las obras, se clavarán varillas para medir la erosión en diferentes puntos del polígono. Al término de la construcción, se tomarán mediciones para saber si se ha perdido suelo. • Menor a 5 cm = poco significativo • De 5 a 10 cm = significativo • Más de 10 cm = muy significativo
	Contaminación Grado de contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, así como por el derrame de hidrocarburos Se evaluará el grado de contaminación del suelo en el área del polígono debido al almacenamiento de los residuos de la siguiente manera: • La superficie contaminada abarca hasta 5 m^2 = poco significativo

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
	• La superficie contaminada abarca de 6 a 10 m^2 = significativo • La superficie contaminada abarca más de 10 m^2 = muy significativo
Aire	**Ruido** **Niveles de emisión de ruidos** Se medirán los niveles de emisión de ruidos respecto a la NOM-081-SEMARNAT-1994 durante la construcción del proyecto. Se valorará la magnitud del impacto de la siguiente forma: • Rebasa los límites por menos del 25% = poco significativo • Rebasa los límites por más del 25% y menos del 50% = significativo • Rebasa los límites por más del 50% = muy significativo
	Calidad **Nivel de contaminación** Se medirán los niveles de emisión de hidrocarburos de vehículos automotores nuevos con peso máximo de 3,857 kilogramos, que se utilizarán en las diferentes etapas del proyecto, de acuerdo con la NOM-042-SEMARNAT-2003. Se medirán los niveles de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 conforme a la NOM-025-SSA1-2014 durante el desarrollo del proyecto. Se valorarán las mediciones anteriores de acuerdo con lo siguiente: • Rebasa los límites por menos del 25% = 1 • Rebasa los límites por más del 25% y menos del 50% = 2 • Rebasa los límites por más del 50% = 3 Se sumarán los valores de las dos mediciones y el nivel de contaminación será el siguiente: • 1 – 2 = poco significativo • 2 – 4 = significativo • 5 – 6 = muy significativo
Flora Terrestre	**Cobertura** Área de cobertura vegetal Se medirá el área de cobertura vegetal previa al inicio del proyecto y posterior a las obras. Se evaluará el impacto de la siguiente manera: • Se perdió menos del 30% de la cobertura = poco significativo • Se perdió del 30 al 50% de la cobertura = significativo • Se perdió más del 50% de la cobertura = muy significativo
	Riqueza Riqueza de especies Se medirá la riqueza de especies posterior al desarrollo de las obras y se contrastará con la riqueza encontrada en el muestreo previo al inicio de las obras Se evaluará la magnitud del impacto de la siguiente manera: • Se perdieron de 1 a 3 especies = poco significativo • Se perdieron de 4 a 6 especies = significativo • Se perdieron más de 6 especies = muy significativo
	Diversidad Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon previo al inicio de las obras y posterior a estas. Se contrastará la segunda medición con la primera y se evaluará la magnitud de la siguiente manera: • El índice disminuyó hasta 3 décimas = poco significativo • El índice disminuyó de 3 a 6 décimas = significativo • El índice disminuyó más de 6 décimas = muy significativo
	Especies en Estatus de Riesgo Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 que se vean afectadas durante el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta únicamente el área del polígono:

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
	• La abundancia de la especie se mantuvo = 0 • La abundancia de la especie disminuyó hasta un 50 % = 1 • La abundancia de la especie disminuyó de un 50 a un 75% = 2 • La abundancia de la especie disminuyó más de un 75% = 3 Finalmente, se realizará un promedio de todas las especies y se evaluará la magnitud del impacto de la siguiente manera: • Hasta 1 = poco significativo • Mayor a 1 hasta 2 = significativo • Mayor a 2 = muy significativo
Fauna Terrestre	**Riqueza** Se medirá la riqueza de especies posterior al desarrollo de las obras y se contrastará con la riqueza encontrada en el muestreo previo al inicio de las obras Se evaluará la magnitud del impacto de la siguiente manera: • Se perdió 1 especie = poco significativo • Se perdieron 2 especies = significativo • Se perdieron 3 o más especies = muy significativo
	Diversidad Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon previo al inicio de las obras y posterior a estas. Se contrastará la segunda medición con la primera y se evaluará la magnitud de la siguiente manera: • El índice disminuyó de hasta 3 décimas = poco significativo • El índice disminuyó de 3 a 6 décimas = significativo • El índice disminuyó más de 6 décimas = muy significativo
	Especies en Estatus de Riesgo Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 que se vean afectadas durante el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta únicamente el área del polígono: • La abundancia de la especie se mantuvo = 0 • La abundancia de la especie disminuyó hasta un 50 % = 1 • La abundancia de la especie disminuyó de un 50 a un 75% = 2 • La abundancia de la especie disminuyó más de un 75% = 3 Finalmente, se realizará un promedio de todas las especies y se evaluará la magnitud del impacto de la siguiente manera: • Hasta 1 = poco significativo • Mayor a 1 hasta 2 = significativo • Mayor a 2 = muy significativo
Paisaje	**Calidad Paisajística** Calidad del paisaje Posterior a las obras, se evaluará cada uno de los siguientes atributos en el polígono, los cuales son una modificación de lo propuesto por Mesa-Carranza, *et al*., (2016): grado de conservación urbana, grado de conservación natural, grado de organización de la forma urbana, proximidad y accesibilidad de los servicios básicos, grado de belleza, grado de utilidad, cantidad de símbolos culturales y grado de conservación de las prácticas culturales. A cada uno, se le otorgará un valor del 1 al 10. Posteriormente, se sumará el total de todos y se evaluará la magnitud de la siguiente forma: • 1 – 12 = muy significativo (-) • 13 – 24 = significativo (-) • 25 – 40 = poco significativo (-) • 41 – 57 = poco significativo (+) • 58 – 70 = significativo (+)

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
	• Mayor a 70 = muy significativo (+)
Economía y Calidad de Vida	**Empleos** Número de empleos directos e indirectos generados por el proyecto Se evaluará de la siguiente manera: • De 1 a 5 empleos = poco significativo • De 6 a 10 empleos = significativo • Más de 10 empleos = muy significativo
	Empleados con Prestaciones de Ley Porcentaje de empleados del proyecto con prestaciones de ley Se evaluará el porcentaje de empleados del proyecto con prestaciones de ley de acuerdo con el siguiente criterio: • Menos del 30% = poco significativo • Entre el 30 y el 60 % = significativo • Más del 60% = muy significativo

V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de las metodologías aplicadas para identificar, evaluar y valorar los impactos potenciales.

Matriz de Leopold

Con base en los apartados anteriores del actual capítulo, se presenta a continuación una matriz de Leopold modificada que permitió evaluar los impactos identificados por las actividades que se realizarán durante la construcción del proyecto.

Tabla.V.13. Matriz de Leopold de valoración de impactos en el predio.

			Preparación del Sitio							Construcción													Operación y mantenimiento								
		Actividad / Elemento	1) Limpieza del predio	2) Remoción de vegetación	3) Trazado	4) Excavación	5) Acondicionamiento de sitio temporal	6) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	1) Cimentación	2) Base de temazcal	3) Estructura	4) Albañilerías	5) Acabados	6) Cancelerías, herrerías y carpinterías	7) Instalación del sistema eléctrico	8) Instalación del sistema hidrosanitario	9) Equipamiento	10) Sustitución de cerco	11) Jardinería	12) Limpieza y desmantelamiento del sitio tempora	13) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	1) Uso de instalaciones	2) Uso de alberca	3) Uso de sanitarios	4) Actividades de huespedes	5) Mantenimiento	6) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	IMPACTO TOTAL AMB.	IMPACTO TOTAL COMP.
Físico-Químico		Aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Suelo	1	1	0	1	1	1	5	2	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	9	0	0	0	0	1	1	2	16	
		Agua (Subsuelo)	0	0	0	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	6	0	0	1	0	1	1	3	11	33
		Luz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	1	5	
		Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Ecosistema		Topoforma	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	
		Hábitat	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
		Paisaje	1	0	0	0	1	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	0	0	0	0	1	1	2	10	26
		Derenaje natural	0	0	0	1	1	1	3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	6	0	0	0	0	1	1	2	11	
		Servicios ambientales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Corredores biológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biológico	Fauna	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Terrestre	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	0	0	1	1	1	3	8	20
	Flora	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Terrestre	1	1	0	0	1	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	0	0	0	0	1	1	2	12	
		Interacciones	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	0	1	5	5
Socioeconómico		Espacio seguro de trabajo	1	1	1	1	1	0	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12	0	0	0	0	1	1	2	19	40
		Bienestar de los trabajadores	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0	0	0	0	1	1	2	21	
IMPACTO TOTAL ACTIVIDAD			8	5	2	6	6	7	34	8	7	4	3	3	3	5	5	2	5	10	8	7	70	0	0	1	2	9	8	20	124	124

0 '=impacto nulo 1 =poco significativo 2 =significancia media 3 =muy significativo

Tabla.V.14. Matriz de sombras de valoración de impactos en el predio.

			Preparación del Sitio						Construcción												Operación y mantenimiento					
Actividad / Elemento			1) Limpieza del predio	2) Remoción de vegetación	3) Trazado	4) Excavación	5) Acondicionamiento de sitio temporal	6) Generación de residuos	1) Cimentación	2) Base de temazcal	3) Estructura	4) Albañilerías	5) Acabados	6) Cancelerías, herrerías y carpinterías	7) Instalación del sistema eléctrico	8) Instalación del sistema hidrosanitario	9) Equipamiento	10) Sustitución de cerco	11) Jardinería	12) Limpieza y desmantelamiento del sitio temp	13) Generación de residuos	1) Uso de módulos	2) Uso de alberca	3) Uso de sanitarios	4) Actividades de huespedes	5) Mantenimiento	6) Generación de residuos
Físico-Químico		Aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Suelo	+	-	0	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	0	-	+	+	-	0	0	0	0	+	-
		Agua (Subsuelo)	0	0	0	-	0	-	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	+	0	-	0	0	-	0	+	-
		Luz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
		Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecosistema		Topoforma	0	0	0	-	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hábitat	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
		Paisaje	+	0	0	0	-	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	+	+	-	0	0	0	0	+	-
		Derenaje natural	0	0	0	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	+	0	-	0	0	0	0	+	-
		Servicios ambientales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Corredores biológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biológico	Fauna	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	+	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	-	0	0	0	-	+	-
	Flora	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	+	-	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	-	+	+	-	0	0	0	0	+	-
	Interacciones		+	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	+	0
Socioeconómico	Espacio seguro de trabajo		+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	+	0
	Bienestar de los trabajadores		+	+	+	0	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0	0	0	0	+	-
			+ =positivo					- Negativo			± =positivo-negativo											=temporal		=permanente			

De acuerdo con la matriz de Leopold, para el predio se generaron 122 interacciones de las cuales, se observa lo siguiente:

El componente abiótico, con sus parámetros **físico-químicos**, tuvieron la segunda valoración de impactos más alta, con 33 puntos, repartidas en 32 interacciones; los elementos más afectados serán el suelo y el agua con 16 y 11 puntos respectivamente.

- El suelo suele ser el elemento natural más afectado durante el desarrollo de un proyecto que implique edificación, construcción de vialidades, excavaciones y cimentación, debido a que con estas actividades se modifica la estructura del suelo al remover las primeras capas de los horizontes, modificar la superficie permeable disponible o eliminar la fuente de nutrientes y fijación como la que le brinda la cobertura vegetal. Como se aprecia en la matriz de sombras, gran parte de los impactos al suelo son permanentes, ya que una vez que las obras ocupan su superficie, el suelo pierde sus características en ese espacio. Dentro de las afectaciones temporales se observa que serán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, relacionado con el sitio temporal y la generación de residuos, ya que una vez que terminen dichas etapas, ya no se generará el impacto.
- En cuanto al agua, podrá ser afectado principalmente por la construcción y el establecimiento de las obras, ya que, al impactar el suelo, también se modifica la capacidad de permeabilidad que alimenta los flujos subterráneos. La fuente más importante de causante de impactos en el agua es la generación de residuos, ya que, ante un mal manejo, pueden derivar en la contaminación del agua, e incluso del suelo; durante las etapas de preparación del sitio y construcción este impacto será temporal, mientras que durante la etapa de operación y mantenimiento serían permanentes, por lo cual se deberá realizar un correcto manejo de estos, evitando la contaminación del recurso hídrico.

El **ecosistema**, considerado como una unidad ambiental, tuvo una valoración de 26 puntos, con el mismo número de interacciones; los elementos más afectados serán el drenaje natural (11 puntos) y el paisaje (10 puntos).

- Gran parte de los impactos hacia el drenaje natural son negativos, esto se debe principalmente a la afectación que tendrá el suelo al momentos de excavar y colocar la cimentación, los cuales serán permanentes. Provocando una pérdida en la permeabilidad del suelo, por lo que, este ya no permite el paso del agua al subsuelo. Sin embargo, por la cantidad de obras a establecer directamente sobre el suelo, el impacto será poco significativo, ya que al mantener espacios entre los elementos estructurales se favorecerá el flujo y escurrimiento natural del terreno.

- En cuanto al paisaje, el principal impacto es la pérdida de calidad visual y la estética natural que actualmente posee, por la introducción de elementos que rompen la armonía del paisaje; por ello, el proyecto tendrá un diseño con elementos que mitigan el impacto, adecuándose y reduciendo la pérdida de la calidad visual.

En cuanto a los **factores bióticos**, tuvo una valoración de 20 puntos, con el mismo número de interacciones; siendo que la fauna obtuvo un valor de 8 puntos y la flora 12 puntos.

- La fauna es el elemento que sufrirá menor afectación, ya que, al ser organismos con capacidad de desplazamiento podrán ir hacia sitios colindantes para su resguardo, en donde cuentan con hábitats y recursos similares a los que poseen en el predio; una vez concluida la etapa de construcción podrán retornar al predio, por ello, las medidas deben estar enfocadas hacia la protección de la integridad de la fauna silvestre. Por otro lado, la flora será impactada directamente, sin embargo, por la superficie de afectación con respecto a la cobertura de la unidad de paisaje, y siendo únicamente individuos herbáceos los que serán afectados, se considera un impacto poco significativo, ya que las comunidades por afectar estarán representadas en el sistema ambiental regional, por ello, las medidas deberán estar encaminadas a mitigar los impactos por la remoción de la vegetación en los sitios de desplante.

En cuanto al aspecto **socioeconómico**, tuvo la valoración más alta con 40 puntos, y el mismo número de interacciones.

- El impacto positivo será por la generación de empleos, priorizando el bienestar de los trabajadores y un espacio seguro de trabajo, esto será de forma temporal en etapa de preparación del sito y de construcción; en etapa de operación y mantenimiento será permanente.

Tabla.V.15. Matriz de Leopold de valoración de impactos en el SAR.

		Preparación del Sitio							Construcción														Operación y mantenimiento								
Actividad / Elemento		1) Limpieza del predio	2) Remoción de vegetación	3) Trazado	4) Excavación	5) Acondicionamiento de sitio temporal	6) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	1) Cimentación	2) Base de temazcal	3) Estructura	4) Albañilerías	5) Acabados	6) Cancelerías, herrerías y carpinterías	7) Instalación del sistema eléctrico	8) Instalación del sistema hidrosanitario	9) Equipamiento	10) Sustitución de cerco	11) Jardinería	12) Limpieza y desmantelamiento del sitio tempora	13) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	1) Uso de módulos	2) Uso de alberca	3) Uso de sanitarios	4) Actividades de huespedes	5) Mantenimiento	6) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	IMPACTO TOTAL AMB.	IMPACTO TOTAL COMP.
Físico-Químico	Aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	Suelo	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	0	0	0	1	1	2	7	
	Agua (Subsuelo)	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	1	1	3	7	
	Luz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ecosistema	Topoforma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	Hábitat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Paisaje	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	
	Derenaje natural	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	5	
	Servicios ambientales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Corredores biológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biológico	Fauna Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fauna Terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Flora Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Flora Terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Interacciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socioeconómico	Empleos	1	1	1	1	1	0	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12	0	0	0	0	1	0	1	18	74
	Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0	0	0	0	1	1	2	21	
	Desarrollo Económico	1	1	1	1	1	0	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12	0	0	0	0	1	0	1	18	
	Migración Inmigración	1	1	1	1	1	0	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	17	
	Migración Emigración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IMPACTO TOTAL ACTIVIDAD		4	4	4	8	5	4	29	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	7	6	4	58	0	0	1	0	6	4	11	98	98

0 '=impacto nulo 1 =poco significativo 2 =significancia media 3 =muy significativo

Tabla.V.16. Matriz de sombras de valoración de impactos en el SAR.

			Preparación del Sitio						Construcción													Operación y mantenimiento					
Actividad / Elemento			1) Limpieza del predio	2) Remoción de vegetación	3) Trazado	4) Excavación	5) Acondicionamiento de sitio temporal	6) Generación de residuos	1) Cimentación	2) Base de temazcal	3) Estructura	4) Albañilerías	5) Acabados	6) Cancelerías, herrerías y carpinterías	7) Instalación del sistema eléctrico	8) Instalación del sistema hidrosanitario	9) Equipamiento	10) Sustitución de cerco	11) Jardinería	12) Limpieza y desmantelamiento del sitio temporal	13) Generación de residuos	1) Uso de módulos	2) Uso de alberca	3) Uso de sanitarios	4) Actividades de huespedes	5) Mantenimiento	6) Generación de residuos
Físico-Químico		Aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Suelo	0	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	-	0	0	0	0	+	-
		Agua (Subsuelo)	0	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	-	0	0	-	0	+	-
		Luz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecosistema		Topoforma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hábitat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Paisaje	0	0	0	-	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0
		Derenaje natural	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	+	-
		Servicios ambientales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Corredores biológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biológico	Fauna	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Flora	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Interacciones		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socioeconómico	Empleos		+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	+	0
	Calidad de vida		+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0	0	0	0	+	-
	Desarrollo Económico		+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	+	0
	Migración	Inmigración	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0
		Emigración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

+ =positivo | - Negativo | ± =positivo-negativo | =temporal | =permanente

De acuerdo con la matriz de Leopold, para el SAR se generaron 98 interacciones de las cuales, se observa lo siguiente:

El componente abiótico, con sus parámetros **físico-químicos**, tuvieron la segunda valoración de impactos más alta, con 14 puntos, repartidas en 14 interacciones; los elementos afectados serán el suelo y el agua, ambos con 7 puntos.

- El suelo suele ser el elemento natural más afectado durante el desarrollo de un proyecto que implique edificación, construcción de vialidades, excavaciones y cimentación, debido a que con estas actividades se modifica la estructura del suelo al remover las primeras capas de los horizontes. Si bien, gran parte de los impactos al suelo son permanentes, a nivel del SAR estos representan un impacto poco significativo.
- En cuanto al agua, podrá ser afectado principalmente por la construcción y el establecimiento de las obras, así como el suelo, gran parte de los impactos serán permanentes, a nivel del SAR representan un impacto poco significativo.

Dentro de las problemáticas que se presentan en la isla, el sistema de drenaje se ha visto rebasado, así como el manejo de los residuos ha tenido complicaciones; por lo tanto, si se generarán afectaciones al suelo y el agua debido al proyecto, se sumarían a las problemáticas presentadas en la isla; por ello es necesario realizar el manejo adecuado para evitar el incremento y acumulación de tales problemas.

El **ecosistema** tuvo una valoración de 10 puntos, con el mismo número de interacciones; los elementos afectados serán el drenaje natural y el paisaje, ambos con 5 puntos.

- Gran parte de los impactos hacia el drenaje será al momentos de excavar y colocar la cimentación, los cuales serán permanentes. Debido a que estos impactos serán en una superficie mínima en comparación con la superficie del SAR, la importancia de estos es poco significativa.
- En cuanto al paisaje, el principal impacto es la pérdida de calidad visual y la estética natural que actualmente posee, así como en el anterior punto, debido al tamaño del proyecto con respecto a la superficie del SAR, los impactos son pocos significativos, aunado a lo anterior, el proyecto tendrá un diseño que mitiga el impacto, adecuándose y reduciendo la perdida de la calidad visual.

En cuanto a los **factores bióticos**, no se tuvo ninguna interacción y por lo tanto una valoración de 0. Con respecto a la fauna, si bien estos tienen la capacidad de desplazarse e ir hacia sitios colindantes al predio, estos no abandonarán la ANP; una vez concluida la etapa de construcción podrán retornar al predio. Si bien

se afectará vegetación, únicamente se removerán individuos herbáceos, los cuales presentan formas de vida simples; siendo que, las especies afectadas se encuentran bien representadas en el SAR.

En cuanto al aspecto **socioeconómico**, tuvo la valoración más alta con 74 puntos, y el mismo número de interacciones.

- El impacto positivo será por la generación de empleos, esto será de forma temporal en etapa de preparación del sito y de construcción; en etapa de operación y mantenimiento será permanente.

▪ VALORACIÓN MIXTA DE LOS IMPACTOS

Para identificar el grado de significancia de los impactos que potencialmente se generarán, se realizó la valoración de estos mediante la metodología propuesta por Salvador y colaboradores (2005), para la cual se utilizan los valores asignados de la siguiente tabla:

Tabla.V.17. Valores asignados a las características de cada impacto en una valoración cualitativa completa.

VALORACIÓN CUALITATIVA			
SIGNO		**ACUMULACIÓN (*A*)**	
Impacto beneficioso	-	Simple	1
Impacto perjudicial	+	Acumulativo	3
		Sinérgico	6
EXTENSIÓN (*P*) **Área de influencia**		**INTENSIDAD (*In*)** **Grado de destrucción**	
Puntual	1	Baja	1
Parcial	2	Media	4
Extenso	4	Alta	4
Total	6	Muy alta	6
Crítica	+4	Total	10
PERSISTENCIA (*P*) **Permanencia del efecto**		**REVERSIBILIDAD (*Rv*)** **Medios naturales**	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Largo plazo	3
		Irreversible	4
RECUPERABILIDAD (*Rc*) **Medios humanos**		**PERIODICIDAD (*Pr*)**	
Recuperable de manera inmediata	1	Aperiódico o discontinuo	1
Recuperable a medio plazo	2	Periódico	2
Mitigable	4	Continuo	4
Recuperable a largo plazo	6		
Irrecuperable	8		

VALORACIÓN CUALITATIVA			
MOMENTO (*Mo*) **Plazo de manifestación**		**EFECTO (*Ef*)**	
Largo plazo	1	Directo	3
Medio plazo	2	Indirecto secundario	2
Inmediato	4	Indirecto terciario	1
Crítico	+4		

Una vez completada la asignación de los valores, se aplica la siguiente fórmula:

$$Im = Signo\ (A + E + In + P + Rv + Rc + Pr + Mo + Ef).$$

En donde: *Im* = Importancia del impacto

Signo = ±

A = Acumulación

E = Extensión

In = Intensidad

P = Persistencia

Rv = Reversibilidad

Rc = Recuperabilidad

*P*r = Periodicidad

Mo = Momento

Ef = Efecto

Si bien se puede trabajar con el valor obtenido de la anterior fórmula, para una mejor interpretación de la misma, debe normalizarse, de manera que el resultado sea un número entre 0 y 1. Para obtener estos valores se utiliza la siguiente fórmula:

$$I_{NI} = \pm\ (|Im| - Mínimo) / (Máximo - Mínimo))$$

En donde: I_{NI} = Importancia del impacto normalizado

Im = Importancia del impacto

Mínimo = Valor mínimo alcanzable (57)

Máximo = Valor máximo alcanzable (9)

Siendo que los valores resultantes más cercanos a 0 comprenden una importancia menor, mientras que valores más cercanos a 1 suponen una mayor importancia. En las fórmulas normalizadas siempre se debe utilizar el valor absoluto de la importancia para la realización de los cálculos, colocando el signo del impacto (negativo o positivo) siempre al final.

Es importante mencionar que los impactos del presente proyecto que se valorarán a continuación se tomarán como si ya estuvieran presentes, sin embargo, durante las diferentes etapas del proyecto estos pueden no presentarse o verse reducidos por acciones de mitigación.

- **Preparación del sitio y construcción**

Tabla.V.18. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de los residuos sólidos y/o peligrosos	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	3
Total	**21**

Valor normalizado: **-0.25**

Tabla.V.19. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	3
Total	**21**

Valor normalizado: **-0.25**

Tabla.V.20. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de los residuos sólidos y/o peligrosos	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	2
Total	**21**

Valor normalizado: **-0.25**

Tabla.V.21. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Signo	-

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	2
Total	**21**

Valor normalizado: **-0.25**

Tabla.V.22. Valoración del impacto

Impacto: Modificación de la calidad del aire	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Tránsito de vehículos y uso de equipos	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	1
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	1
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	1
Total	**13**

Valor normalizado: **-0.08**

Tabla.V.23. Valoración del impacto

Impacto: Pérdida de fauna silvestre	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Construcción de la obra	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	1
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	1
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**15**

Valor normalizado: **-0.13**

Tabla.V.24. Valoración del impacto

Impacto: Pérdida de vegetación	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Edificación de la casa	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**26**

Valor normalizado: **-0.35**

Tabla.V.25. Valoración del impacto

Impacto: Modificación de la calidad visual	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Edificación de la casa	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	6
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**28**

Valor normalizado: **-0.40**

Tabla.V.26. Valoración del impacto

Impacto: Modificación del paisaje	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Edificación de la casa	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	6
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**28**

Valor normalizado: **-0.40**

Tabla.V.27. Valoración del impacto

Impacto: Pérdida de superficie permeable	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Establecimiento de las obras civiles	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**24**

Valor normalizado: **-0.31**

Tabla.V.28. Valoración del impacto

Impacto: Compactación	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Establecimiento de las obras civiles	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**24**

Valor normalizado: **-0.31**

Tabla.V.29. Valoración del impacto

Impacto: Alteración del drenaje natural del terreno	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Establecimiento de las obras civiles	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**24**

Valor normalizado: **-0.31**

Tabla.V.30. Valoración del impacto

Impacto: Generación de empleos	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Desarrollo de la obra	
Carácter	**Valoración**
Signo	+
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	0
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	0
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**17**

Valor normalizado: +**0.17**

NOTA: se colocó 0 en *Rv* y *Rc,* ya que el impacto no presenta un valor en las características mencionadas.

Tabla.V.31. Valoración del impacto

Impacto: Tránsito por vehículos de carga	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Establecimiento de las obras civiles	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**19**

Valor normalizado: **-0.21**

Tabla.V.32. Valoración del impacto

Impacto: Afectación de la comunidad de manglar	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Ocurrencia de fenómeno hidrometereológico	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	4
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	3
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**23**

Valor normalizado: **-0.29**

- **Operación y mantenimiento**

Tabla.V.33. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de los residuos sólidos y/o peligrosos	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	1
Efecto (*Ef*)	3
Total	**22**

Valor normalizado: **-0.27**

Tabla.V.34. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de los residuos sólidos y/o peligrosos	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	2
Total	**22**

Valor normalizado: **-0.27**

Tabla.V.35. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	1
Efecto (*Ef*)	3
Total	**22**

Valor normalizado: **-0.27**

Tabla.V.36. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	2
Total	**22**

Valor normalizado: **-0.27**

Tabla.V.37. Valoración del impacto

Impacto: Conservación del manglar	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Protección del área de conservación	
Carácter	**Valoración**
Signo	+
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	4
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	0
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	0
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**23**

Valor normalizado: +**0.29**

NOTA: se colocó 0 en *Rv* y *Rc,* ya que el impacto no presenta un valor en las características mencionadas.

Tabla.V.38. Valoración del impacto

Impacto: Conservación de hábitat para la fauna silvestre	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Protección del área de conservación	
Carácter	**Valoración**
Signo	+
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	4
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	0
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	0
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**23**

Valor normalizado: +**0.29**

NOTA: se colocó 0 en *Rv* y *Rc,* ya que el impacto no presenta un valor en las características mencionadas.

Tabla.V.39. Valoración del impacto

Impacto: Generación de empleos	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Desarrollo de la obra	
Carácter	**Valoración**
Signo	+
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	0
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	0
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**21**

Valor normalizado: +**0.25**

NOTA: se colocó 0 en *Rv* y *Rc,* ya que el impacto no presenta un valor en las características mencionadas.

Tabla.V.40. Valoración del impacto

Impacto: Afectación de la calidad de vida de los pobladores de Holbox	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Desarrollo de la obra (contaminación del agua)	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	4
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	4
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	6
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	1
Efecto (*Ef*)	1
Total	**31**

Valor normalizado: **-0.46**

Tabla.V.41. Valoración del impacto

Impacto: Afectación de la comunidad de manglar	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Ocurrencia de fenómeno hidrometeorológico	
Carácter	**Valoración**
Signo	+
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	4
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	3
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**23**

Valor normalizado: **-0.29**

Para la etapa de Preparación del sitio y construcción se identificaron 15 impactos, de los cuales 9 son permanentes y 6 son temporales. Todos los impactos se encuentran por debajo de la media (.50). De estos 15 impactos, 14 son negativos, siendo el impacto Modificación de la calidad del aire el que presenta el valor menos significativo (-.08), por otro lado, los impactos con el mayor valor son modificación de la calidad visual y modificación del paisaje, ambos con -.40. En la etapa de Operación y mantenimiento se identificaron 9 impactos, de los cuales 8 son permanentes y 1 temporal. Así como en la anterior etapa, los valores obtenidos se encuentran por debajo de la media. De los 9 impactos, 5 son negativos, siendo el impacto Afectación de la calidad de vida de los pobladores de Holbox el que presenta el valor más significativo (-.46), mientras que el resto de los impactos presentaron un valor de -.27. Con esto se observa que los impactos en ambas etapas son poco significativos, siendo que, estos pueden verse disminuidos con las medidas de protección y mitigación adecuadas.

V.4. IMPACTOS RESIDUALES

Hacen referencia a los impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas. De acuerdo con el análisis de las interacciones presentadas en la sección pasada, impactos residuales se darán principalmente en el suelo, ya que, durante las diferentes etapas del proyecto se generarán impactos a este recurso abiótico, principalmente por el establecimiento de las obras. Siendo estos la pérdida de superficie permeable, la

alteración del drenaje natural del terreno y el cambio en la estructura del suelo; impactos que serán poco significativos con respecto a la superficie del SAR.

V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS

Según en Compendio de Estadísticas Ambientales de SEMARNAT (2021), los impactos acumulativos hacen referencia a los efectos en el ambiente que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Particularmente, la unidad de paisaje del SAR conserva la mayor parte de sus elementos naturales en buen estado, por lo que no se estará generando impactos acumulativos significativos, esto es benéfico ya que, al seleccionar el predio, se evita construir en aquellos lugares donde existe una sobrecarga por presencia de desarrollos turísticos.

A continuación, se presentan los impactos acumulativos identificados para el proyecto. Sin embargo, no necesariamente se van a manifestar, debido a que la aplicación de medidas ambientales contribuirán a prevenir su generación.

Tabla V.42. Impactos acumulativos del proyecto.

Impacto	Descripción	Extensión	Frecuencia	Duración	Significancia
Contaminación del suelo/agua por generación de residuos sólidos	Los residuos generados durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se sumarán a la generación de residuos ocasionado por los habitantes de la casa y del personal que labore en la etapa de operación; todos estos residuos se sumarán a los residuos generados en el SAR.	SAR	Permanente	Duración del proyecto	Baja
Contaminación del suelo/agua por generación de aguas residuales	Los aguas residuales generadas durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se sumarán a la generación de las aguas residuales durante la etapa de operación; estos residuos se sumarán a los residuos generados en el SAR. El agua es de los recursos con mayor demanda durante la operación y mantenimiento.	SAR	Permanente	Duración del proyecto	Baja
Generación de empleos	Durante las distintas etapas del proyecto se generarán empleos para los trabajadores de la isla, siendo estos temporales durante las etapas de preparación y construcción y permanentes en la etapa de operación. Con los empleos generados se beneficiaría a la economía de las familias locales.	SAR	Permanente	Duración del proyecto	Baja

Impacto	Descripción	Extensión	Frecuencia	Duración	Significancia
Conservación del manglar	El área con presencia de elementos de mangle dentro del predio será un área de conservación, con esto se protegerán estas especies que se encuentran en la normatividad, asi como la fauna que habita en estos.	Polígono y SAR	Permanente	Duración del proyecto	Baja

V.6 IMPACTOS SINÉRGICOS

El Compendio de Estadísticas Ambientales de SEMARNAT (2021), nos indica que un impacto sinérgico es aquel 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.

Para el presente proyecto no se contemplan impactos sinérgicos, debido al tamaño del predio con respecto a la superficie del SAR la generación de los impactos es poco significativa, asimismo el diseño del proyecto contempla las características del entorno en donde se desarrollará, así como las problemáticas que se presentan en la isla con la finalidad de reducir gran parte de los impactos que pudieran llegar a producirse durante todas la etapas.

V.7. CONCLUSIÓN

Con base en los análisis realizados sobre los impactos y comparando las características del medo abiótico, medio biótico, medio perceptual y medio socioeconómico, de acuerdo con los trabajos que se realizarán en cada etapa del proyecto propuesto, y la relación que pueda existir con el área del polígono y el SAR, se concluye que la mayoría de los impactos son negativos y de corta duración, por lo que no representan un verdadero riesgo para el sistema ambiental, sin embargo, los impactos en la calidad del aire, la calidad de agua y la producción de ruidos a pesar de ser de corta duración durante algunas etapas, continúan siendo impactos constantes sobre el polígono, sumándose a los producidos en el SAR.

Los impactos negativos en el polígono ocurren durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto propuesto, siendo el de mayor valor el provocado al elemento natural suelo y a la vegetación, ya que en ambos se producirán afectaciones permanentes; sin embargo, éstas podrán contrarrestarse, con las medidas adecuadas se mitigarán los impactos generados sobre dichos elementos, aunado a que, por la superficie de impacto, será poco significativa la modificación; en el SAR se mantendrán aún, y bien representados, los componentes por afectar como el suelo de tipo arenosol y vegetación herbácea donde se desplantará la obra nueva; cabe mencionar que, de forma positiva, se establecerá como área de conservación el manglar, lo que

asegura mantener corredores biológicos, hecho que ya produce un impacto positivo en la unidad de paisaje y, minimiza los efectos de la deforestación en otras comunidades vegetales.

Los impactos más duraderos podrían ser los producidos durante la etapa de operación y mantenimiento, con la generación de residuos de diferente naturaleza, la demanda de recursos y las emisiones de ruido y gases GEI, así como sustancias contaminantes, ya que, de no implementar medidas adecuadas, se produciría contaminación de tres elementos naturales: agua, suelo y aire. No obstante, la magnitud de la afectación será mínima, puesto que el polígono solo representa un pequeño porcentaje del Sistema Ambiental Regional, por lo que, a nivel regional, estas afectaciones al ambiente y biodiversidad no son significativas, sin embargo, deben proponerse medidas que eviten en su totalidad dichos impactos sobre los recursos abióticos.

La mayor parte de los impactos positivos ocurren en los factores socioeconómicos, principalmente la generación de empleos ya sea de manera temporal o permanente, provocando así la derrama económica y con ella la mejora en la calidad de vida de los empleados. Por lo anterior, se puede concluir que el proyecto a desarrollar, junto con las oportunas medidas de prevención y mitigación, puede ser ambientalmente compatible con el ambiente y brindar beneficios socioeconómicos, así como beneficios por la protección ambiental de recursos naturales.

CAPÍTULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO "*VILLA CONCHA*" EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO

Establecer medidas de mitigación es un elemento crucial que permite llevar a cabo de manera oportuna la prevención y/o remediación de los efectos y/o impactos negativos que son producidos por el desarrollo de un proyecto. Implementar de forma oportuna en cada una de las etapas del proyecto estas medidas, así como de su integración en programas, permite que los impactos ambientales producidos puedan verse reducidos. En este capítulo se describen las medidas que deberán ser contempladas por la promovente para eliminar, evitar, prevenir, controlar, atenuar, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales negativos y significativos que serán generados durante la realización, desarrollo y operación del proyecto, tanto en el predio, sus áreas de influencia directa e indirecta, como sobre el Sistema Ambiental Regional.

Con base en el Reglamento proporcionado por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, señala que las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de acciones que se deberán ejecutar, en este caso por el promovente, para evitar efectos previsibles del deterioro al ambiente, de igual manera, para atenuar los impactos y reestablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se podrían causar con la ejecución de un proyecto. Asimismo, se incluye la aplicación de políticas, estrategias, obras o acciones que tiendan a eliminar o disminuir impactos adversos que pudieran presentarse durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

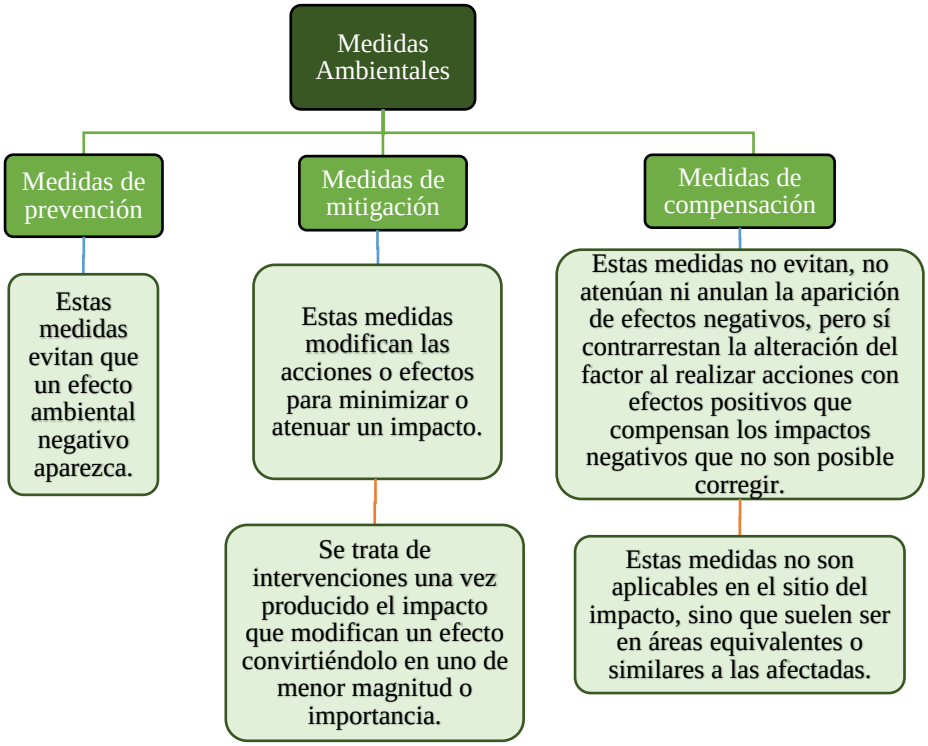


Figura VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación (Garmendia *et al*., 2006).

Mediante una correcta planeación y gestión ambiental realizada minuciosa y oportunamente, la mayoría de los impactos pueden ser evitados en su totalidad. Sin embargo, esta acción no siempre llega a ser posible, debido a que cuando existen impactos que no pueden prevenirse, es necesario tomar medidas correctoras, tales como reparación, rehabilitación o restauración, que limiten las consecuencias negativas. La implementación de acciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto puede reducir o eliminar los impactos a través del tiempo. Si esto no es posible, deben llevarse a cabo otras medidas que pudieran compensar el impacto producido mediante el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

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

A continuación, se describen las medidas de prevención y mitigación contempladas durante las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento del proyecto "*Villa Concha*" para evitar y mitigar los impactos dentro del predio y su área de influencia, así como del SAR. Es de destacar que, la medida de compensación por el proyecto será para atender la especificación 4.43. de la NOM-022-SEMARNAT-2003 por la construcción del proyecto a menos de 100 metros de la comunidad de manglar del terreno.

Tabla VI.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Tipo de Medida	Medida	Descripción	Etapa
Prev	Ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre	Esta medida evitará los decesos de fauna silvestre dentro del predio y su área de influencia, tanto por afectación en procesos constructivos, por dispersión de residuos, como por sacrificio por parte de los trabajadores.	P y C
Prev	Almacenamiento de material y equipo en el área provisional	El almacenamiento de material y equipo en el área provisional debidamente acondicionado evitará que las emisiones y dispersión de polvo y partículas a la atmósfera dentro del predio sobrepasen los límites permitidos.	P y C
Prev	Establecimiento de horarios de trabajo diurnos	Esta medida permitirá mantener las emisiones de ruido dentro del horario permitido de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994 en el predio.	P y C
Mit	Respetar caminos existentes para la circulación de vehículos automotores	El acceso para el transporte de materiales será únicamente mediante las vías existentes en la localidad, lo cual evitará la creación de nuevos caminos, reduciendo la compactación del suelo. Para acceder al predio, se circulará con autorización por superficie previamente impactada de dos predios colindantes; en estos también se extiende parte del camino sin vegetación que atraviesa el predio seleccionado para construir "*Villa Concha*", por lo tanto, aprovechar estas superficies no ocasionará la remoción de vegetación arbustiva de la zona.	P, C y O
Prev	Utilización vehículos ligeros	La utilización de vehículos ligeros (menores a 3.85 toneladas) evitará la generación de ruidos que sobrepasen los decibeles permitidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994 en el predio.	P, C y O

Tipo de Medida	Medida	Descripción	Etapa
Prev	Revisiones a la maquinaria y vehículos, para corroborar que se encuentren en buen estado.	Esta medida evitará la emisión de contaminantes a la atmósfera que sobrepasen los límites permitidos por la NOM-042-SEMARNAT-2003 en el predio. También se evitarán derrames de hidrocarburos que puedan contaminar el suelo del predio o caminos existentes en la localidad, los cuales se conforman en su mayoría por arena.	P, C y O
Mit (solo si se requiere)	Remoción de suelo en caso de contaminación	En caso de que, a pesar de la revisión de la maquinaria y vehículos, se presenten o produzcan derrames de hidrocarburos u otras sustancias, o que, a pesar de la utilización de contenedores, exista contaminación en el suelo por desechos, se removerá el área de suelo afectada y 10 cm más de profundidad, para darle un manejo y disposición final adecuados.	P, C y O
Prev	El mantenimiento y la operación de equipo y vehículos será realizado por personal capacitado	Únicamente el personal capacitado operará y dará mantenimiento al equipo y vehículos, con la finalidad de evitar derrames de hidrocarburos en el predio y accidentes.	P, C y O
Prev	Transporte de materiales cubiertos con lonas	Evitará que la dispersión de polvos y partículas que puedan contaminar el aire al transportar materiales de construcción en el predio rebasen los límites permitidos.	P y C
Prev	Humedecer los caminos y sitios de tránsito de vehículos de sitios colindantes al predio.	Evitará que el levantamiento de polvos y partículas que puedan contaminar el aire rebasen los límites permitidos.	P y C
Prev	Prohibición de quema de residuos en el sitio.	Esta medida evitará que se produzcan partículas que contaminen el aire tanto en el predio como en el SAR.	P, C y O
Prev	Utilización de sanitarios portátiles. Razón 1:10.	Evitará el fecalismo al aire libre, evitando la contaminación del aire y suelo en el predio y el SAR.	P y C
Prev	Uso de biodigestor.	Esta medida hará que las aguas residuales que se generen durante el proyecto lleguen a un biodigestor donde serán debidamente tratadas, evitando la contaminación del suelo y del manto freático. Las aguas tratadas serán dispuestas en un almacén y posteriormente serán reutilizadas en otras áreas de la casa como los baños.	O
Prev	Prohibición de la extracción de flora y fauna silvestre.	Previo al inicio de las actividades, se capacitará a los trabajadores, para evitar la extracción o sacrifico de ejemplares de flora y fauna silvestre en el predio.	P, C y O
Mit	Verificar que se respeten las dimensiones autorizadas para las construcciones	Esta medida evitará que las afectaciones a los elementos bióticos y abióticos del predio que alcancen grandes magnitudes mediante un sistema de delimitación del predio. Tales afectaciones incluyen: disminución o aumento de la superficie permeable, pérdida de cobertura de vegetación, disminución de la riqueza y diversidad de especies, afectaciones a las especies en estatus de riesgo y disminución de la calidad paisajística.	P y C
Prev	Uso de contenedores con tapa y rotulados para la disposición de residuos	Esta medida evitará que los residuos generados durante el proyecto contaminen el suelo, el aire o cuerpos de agua cercanos al predio antes de su disposición final. Además, permitirá la separación de residuos para su adecuada disposición final en sitios autorizados.	P, C y O
Prev	Mantenimiento de las instalaciones	Esta medida evitará que se deteriore la calidad paisajística del proyecto con el paso del tiempo. Esta medida incluye	O

Tipo de Medida	Medida	Descripción	Etapa
		reparaciones de toda índole sobre la infraestructura y los acabados de las construcciones y en el resto del predio.	
Prev	Establecer sitios destinados al agrupamiento de pinturas y solventes	Las pinturas o solventes deberán ser conservados en todo momento en recipientes tapados y agrupados en áreas destinadas para este fin y nunca en contacto con el suelo directo o de manera dispersa a lo largo de la superficie del polígono.	P y C
Prev	Elaboración y aplicación del **Programa de conservación del manglar**	Se implementarán las acciones contenidas en este programa para garantizar la protección y mantenimiento del área de conservación del proyecto.	P,C y O
Com	Elaboración y aplicación del **Programa de compensación ambiental por el aprovechamiento del predio con presencia de manglar**	Debido a que las obras se establecerán a menos de 100 metros de distancia de la comunidad de manglar del predio, se debe dar cumplimiento a la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003 para exceptuar la restricción de la especificación 4.16 de la misma norma. Para ello, se presenta un programa de compensación por el uso del terreno que cuenta con cobertura de manglar; la medida consiste en la reforestación de una superficie equivalente al doble del predio seleccionado para la obra. En este programa se calcula el costo de las actividades de reforestación.	C y O
Mit	Elaboración y aplicación del **Programa de atención de contingencias ambientales e hidrometeorológicas, así como los efectos del cambio climático**	El programa tiene como finalidad implementar acciones de prevención, atención o corrección de los efectos de fenómenos hidrometeorológicos que ocurran en la zona, así como de contingencias ambientales y efectos del cambio climático. Este programa es necesario considerando la ubicación geográfica del predio de interés, donde la obra estará expuesta cada año a diversos fenómenos naturales de ese tipo.	P, C y O
Mit	Elaboración y aplicación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**	Esta medida implica implementar acciones que garanticen el correcto manejo y disposición final de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto, para evitar la contaminación del suelo, aire, cuerpos de agua, daños a la flora y fauna y proliferación de fauna nociva en el área del proyecto y en el SAR.	P, C y O
Mit	Elaboración y aplicación del **Plan de manejo ambiental**	A través de este se identificarán todas las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental durante el desarrollo del proyecto. Se establecerán las políticas ambientales que dirigirán la ejecución de acciones de protección del ambiente y reducción de los impactos ambientales para evitar el desequilibrio ecológico en el SAR.	
Mit	Elaboración y aplicación del **Plan de Supervisión Ambiental**	Se establecerán todas las acciones y medidas que se tomarán para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que se producirán en este proyecto. Dentro de este, se incluye el Programa de Vigilancia Ambiental, cuyo propósito es monitorear y garantizar la correcta ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos propuestas, así como la ejecución de los Programas Ambientales descritos anteriormente.	P, C y O

Prev = prevención, Mit = mitigación Com = Compensación; P = preparación del sitio, C = construcción y O = operación y mantenimiento.

El proyecto "*Villa Concha*" se construirá en superficie terrestre, en una superficie previamente impactada que actualmente se conforma de área sin vegetación y área cubierta por plantas del estrato herbáceo. Por lo tanto, la construcción de la obra no considera realizar el desmonte de comunidades de vegetación arbustiva o arbórea del predio o del SAR. Para garantizar la protección y permanencia del manglar del predio, se destinará como *área de conservación* la superficie cubierta por esta comunidad. Con esta acción se asegura proteger sistemas naturales vulnerables como lo es la comunidad de manglar, la cual ha sido fragmentada con la expansión de la urbanización dentro del asentamiento humano de Holbox. La presencia de humedales como el manglar es de suma importancia en el ecosistema costero porque fungen como barreras protectoras que amortiguan vientos e inundaciones, por ello, la acción de conservación de esos componentes corresponde a una medida de adaptación a los efectos del cambio climático, un fenómeno natural que se ha intensificado por la actividad humana en el planeta y que en como consecuencia provoca el desarrollo de fenómenos naturales de mayor magnitud.

A continuación, se establecen las medidas de mitigación por componentes ambientales dentro del predio y su área de influencia. De igual forma, se especifican los impactos hacia los que van dirigidas. La columna denominada "Medida de Éxito", fue valorada del 1 al 3, siendo 1 el grado de mitigación más bajo y 3 el grado máximo de mitigación de cada uno de los impactos del predio y su área de influencia. No se encuentran incluidas en la tabla las medidas preventivas, ya que estas logran evitar los impactos a los que van dirigidas, solo se incluyen aquellas dirigidas a mitigar los impactos que si serán producidos.

Tabla VI.2. Impactos a los que van dirigidas las medidas de mitigación y medida de éxito esperada para el predio y su área de influencia.

Medida	Impacto al que va dirigido	Componente	Medida de Éxito
Ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre	Disminución de la riqueza de especies	Biótico (fauna terrestre)	2
Almacenamiento de material y equipo en el sitio provisional	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Establecimiento de horarios de trabajo diurnos	Emisión de ruido Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Respetar caminos existentes para la circulación	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la abundancia de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (fauna terrestre)	2
Utilización de vehículos ligeros	Emisión de ruido Compactación del suelo	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2

Medida	Impacto al que va dirigido	Componente	Medida de Éxito
Revisiones a la maquinaria y vehículos, para corroborar que se encuentren en buen estado.	Emisión de ruido Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
El mantenimiento y la operación de la maquinaria y vehículos será realizado por personal capacitado	Emisión de ruido Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Establecer sitios destinados al agrupamiento de pinturas y solventes	Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (suelo)	2
Transporte de materiales cubiertos con lonas	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Humedecer los caminos y sitios de tránsito de vehículos	Disminución de la calidad del aire Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Prohibición de quema de residuos dentro del sitio	Disminución de la calidad del aire Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Utilización de sanitario portátil	Disminución de la calidad del suelo Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Uso de contenedores con tapa y rotulados para la disposición de residuos	Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (suelo)	2
Uso de biodigestor	Disminución de la calidad del agua Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (agua) Fisicoquímico (suelo)	2
Prohibición de la extracción de fauna silvestre.	Disminución de la riqueza de especies	Biótico (fauna terrestre)	2
Establecer un reglamento sobre los límites máximos permisibles de velocidad para los vehículos de tránsito en el predio	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la abundancia de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (fauna terrestre)	2
Verificar que se respeten las dimensiones autorizadas para las construcciones y Mantenimiento de las instalaciones	Disminución de la superficie permeable	Fisicoquímico (suelo)	2
	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la diversidad de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (fauna terrestre)	2
	Disminución de la calidad paisajística	Perceptual (paisaje)	2

Medida	Impacto al que va dirigido	Componente	Medida de Éxito
Elaboración y aplicación del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre**	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la diversidad de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (fauna terrestre)	2
Aplicación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**	Contaminación	Fisicoquímico (suelo)	3
	Disminución en la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	
Elaboración y aplicación del **Plan de Supervisión Ambiental**	Este programa va dirigido a todos los impactos mencionados anteriormente	Fisicoquímico (suelo, y aire) Biótico (fauna terrestre) Perceptual (calidad paisajística)	3
Elaboración y aplicación del **Plan de Supervisión Ambiental**			

A continuación, se especifican las medidas de mitigación por componentes ambientales aplicables al SAR y se especifican los impactos hacia los que van dirigidos. Para la columna denominada "Medida de Éxito", se valoró cada medida del 1 al 3, siendo 1 el grado de mitigación más bajo 3 el grado máximo de mitigación de cada uno de los impactos para el predio y su área de influencia. En la tabla no se incluyen las medidas preventivas, ya que estas logran evitar el impacto, solo se incluyen aquellas dirigidas a mitigar los impactos que si serán producidos. Cabe resaltar que en la tabla de medidas de mitigación aplicables al SAR no se toman en cuanta algunas medidas descritas para mitigar impactos en el polígono del predio, ya que, algunos impactos significativos a nivel predio, no lo son a nivel SAR.

Tabla VI.3. Impactos a los que van dirigidas las medidas de mitigación y medida de éxito esperada para el SAR.

Medida	Impacto al que va Dirigido	Componente	Medida de Éxito
Rescate y reubicación de flora	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la abundancia de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (flora terrestre)	2
Ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre	Disminución de la riqueza de especies	Biótico (fauna terrestre)	2

Medida	Impacto al que va Dirigido	Componente	Medida de Éxito
Respetar caminos construidos para la circulación	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la abundancia de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (fauna terrestre)	2
Transporte de materiales cubiertos con lonas	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Humedecer los caminos y sitios de tránsito de vehículos	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Elaboración y aplicación del **Programa de conservación del manglar**	Conservación de comunidad de manglar	Biótico (Flora)	3
Elaboración y aplicación del **Programa de compensación ambiental por el aprovechamiento del predio con presencia de manglar**	Conservación de comunidad de manglar Pérdida de hábitat Ocupación del suelo	Biótico (flora) Ecosistémico (hábitat) Paisaje	3
Elaboración y aplicación del **Programa de atención de contingencias ambientales e hidrometeorológicas, así como los efectos del cambio climático**	Contaminación del aire, agua y suelo Disminución de biodiversidad	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo) Fisicoquímico (agua) Biótico	3
Elaboración y aplicación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**	Contaminación	Fisicoquímico (suelo)	3
	Disminución en la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	
Elaboración y aplicación del **Plan de Supervisión Ambiental**	Este programa va dirigido a todos los impactos mencionados anteriormente	Fisicoquímico (suelo, y aire) Biótico (sistema natural, fauna terrestre) Perceptual (calidad paisajística)	3

A continuación, se presenta una tabla con los indicadores que servirán para evaluar el grado de mitigación de los impactos ambientales negativos para cada uno de los factores ambientales del predio contemplados para el presente proyecto y su área de influencia. Se describe la meta de mitigación esperada para cada indicador gracias a la aplicación de las medidas. Cabe mencionar que en la tabla no se incluyen los impactos evitados, únicamente se incluyen aquellos impactos significativos que, si serán producidos, pero mitigados.

Tabla VI.4. Indicadores y metas para evaluar el grado de mitigación en el predio y su área de influencia

Factor Ambiental	Indicadores de Mitigación de Impactos	Meta:
Suelo	**Superficie Permeable** • Área de superficie permeable	La disminución de la superficie permeable del predio sea de máximo el 20%.

Factor Ambiental	Indicadores de Mitigación de Impactos	Meta:
	Se medirá la superficie permeable del predio posterior a la construcción del proyecto y se comparará con el área de superficie permeable del predio antes del desarrollo del proyecto.	
	Erosión • Grado de erosión Previo al inicio de las obras, se clavarán varillas para medir la erosión en diferentes puntos del predio. Al término de la construcción, se tomarán mediciones para saber si se ha perdido suelo.	Se espera que la erosión en el predio no supere los 5 cm.
Flora Terrestre	**Cobertura** • Área de cobertura vegetal Se calculará el área de cobertura vegetal en el predio previo al inicio del proyecto y posterior a las obras. Se contrastará la segunda medición con respecto a la primera medición.	Se espera que se el máximo de cobertura vegetal removida en el predio sea del 10%
	Riqueza • Riqueza de especies Se obtendrá la riqueza de especies en el predio posterior al desarrollo de las obras y se contrastará con la riqueza previo al inicio de las obras (# especies).	Se espera que no disminuya la riqueza de especies en el predio.
	Diversidad • Índice de Shannon Se calculará el índice de Shannon previo al inicio de las obras y posterior a estas dentro del área del predio. Se contrastará la segunda medición con la primera.	Se espera que el índice de Shannon no disminuya en más de 3 décimas.
	Especies en Estatus de Riesgo • Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 afectadas en el predio.	Se espera que no disminuya la abundancia de especies en la NOM-059 en el predio.
Fauna Terrestre	**Riqueza** Se medirá la riqueza de especies en el predio posterior al desarrollo de las obras y se contrastará con la riqueza encontrada previo al inicio de las obras (X especies).	**S**e espera que no disminuya la riqueza de especies en el predio.
	Diversidad • Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon previo al inicio de las obras y posterior a estas dentro del área del predio. Se contrastará la segunda medición con la primera.	**S**e espera que el índice de Shannon en el predio no disminuya en más de 3 décimas.
	Especies en Estatus de Riesgo • Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 afectadas en el predio.	**S**e espera que no disminuya la abundancia de especies en la NOM-059 en el predio.

A continuación, se presenta una tabla con los indicadores que servirán para evaluar el grado de mitigación de los impactos ambientales negativos para cada uno de los factores ambientales del SAR contemplados para el presente proyecto. Además, para cada indicador, se describe la meta de mitigación esperada gracias a la aplicación de las medidas. Cabe mencionar que en la tabla no se incluyen los impactos evitados, sino que únicamente se incluyen los impactos significativos que, si serán producidos, pero mitigados.

Tabla VI.5. Indicadores y metas para evaluar el grado de mitigación en el SAR.

Factor Ambiental	Indicadores de Mitigación de Impactos	Meta:
Suelo	**Contaminación** • Volumen de residuos producidos Se evaluará el grado de contaminación del suelo por el proyecto a nivel SAR, según el volumen de desechos generados una vez que el proyecto esté en su etapa de operación.	Que el volumen de desechos producido no supere los 1.2 kg por persona por día, contemplando trabajadores del proyecto y turistas
Flora Terrestre	**Cobertura** • Área de cobertura vegetal Se medirá el área de cobertura vegetal en el predio y a nivel SAR.	Permanencia de la riqueza de vegetación en el predio.
	Riqueza • Riqueza de especies Se medirá la riqueza de especies en el predio y a nivel SAR.	No habrá pérdida de ninguna especie.
	Diversidad • Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon con respecto al área de conservación.	No se esperan disminuciones en el índice de Shannon.
	Especies en Estatus de Riesgo • Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAR-2010 que se vean afectadas en el área del predio y sus alrededores.	Las especies de fauna dentro del predio son circundantes y las especies de vegetación que están en la NOM-059-SEMARNAR-2010 se mantendrán en el área de conservación del predio
Fauna Terrestre	**Riqueza** • Riqueza de especies Se medirá la riqueza de especies en el área (# especies).	No se espera pérdida de riqueza.
	Diversidad • Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon en el área	Se espera que el índice de Shannon no disminuya en más de 3 décimas en el área, pero no se espera pérdida de diversidad.
	Especies en Estatus de Riesgo Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 afectadas a nivel SAR.	No se espera pérdida de diversidad de especies.

Impactos ambientales adicionales

Debido a la aplicación de algunas de las medidas de mitigación se pudieran llegar a generar impactos adicionales. Por tal motivo, es necesario que el desarrollo del proyecto contemple estos impactos ambientales a generarse, de manera que se incorporen a la relación de impactos ambientales definitivos. A continuación, se establecen los impactos ambientales adicionales que serán derivados de la aplicación de las medidas de mitigación propuestas.

Tabla VI.6. Impactos adicionales

Medida De Mitigación	Impacto Adicional
Remoción de suelo en caso de derrame de hidrocarburos o contaminación por desechos	Esta medida es una medida de emergencia en caso de que ocurran derrames de hidrocarburos o contaminación del suelo por residuos. Aunque se espera que esto no suceda, en caso de que sí ocurra, será necesario remover hasta diez centímetros de suelo. Aunque esta medida evitará que la contaminación permee y se amplíe el área afectada, se perderá cierto volumen de suelo con la aplicación de esta medida (erosión).

VI.1.1 COMPONENTES FISICOQUÍMICOS

En la sección que se presenta a continuación se establecen los componentes fisicoquímicos del aire, suelo y agua, así como sus medidas preventivas y de mitigación dentro del marco jurídico correspondiente.

Tabla VI.7. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al componente aire, tomando en cuenta como indicador la calidad de este.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Los gases contaminantes provenientes de la combustión interna de los vehículos deberán encontrarse dentro de los límites permitidos, por lo que el uso de los vehículos que trasladen el material de construcción al sitio de las obras estará limitado a ciertos horarios y verificando que se encuentren en buen estado con la comprobación de afinaciones correspondientes.	NOM-041-SEMARNAT-2015. NOM-045-SEMARNAT- 2017. NOM-080-SEMARNAT-1994. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	X	X	
Para las actividades de construcción, se humedecerá el suelo, esto con la finalidad de evitar la dispersión de partículas sólidos suspendidos.		X	X	
La maquinaria y vehículos empleados durante las actividades de las diferentes etapas no deberán generar niveles de ruido que sobrepasen los niveles máximos de ruido provenientes de escapes automotores.		X	X	
Se contarán con sanitarios portátiles para el uso de trabajadores, con el fin de prevenir la dispersión de materia fecal en el ambiente o la propagación, por medio del viento, de organismos patógenos, esto con el fin de evitar la contaminación del agua.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo	X	X	

Tabla VI.8. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al componente suelo, tomando en cuenta como indicador la calidad y la estructura de este.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Se deberá tener contenedores con tapa y en buen estado para evitar derrame de lixiviados en el suelo,	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	X

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
para ello se implementará un Programa de manejo integral de residuos.	Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo			
Se recomendará a los responsables del manejo de transporte y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	X	X	
No se contempla que se ocupen o afecten superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	X	X	
Los diferentes tipos de residuos que se generen podrán ser almacenados temporalmente en los almacenes temporales para posteriormente ser enviados de manera apropiada para su disposición final en sitios autorizados por el Municipio de Lázaro Cárdenas.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo	X	X	

Tabla VI.9. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al componente agua, tomando en cuenta como indicador la calidad de esta.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Se contará con sanitarios portátiles razón 1:10, para el uso de trabajadores, con la finalidad de prevenir la dispersión de materia fecal y residuos líquidos al ambiente, y así evitar la contaminación de la calidad del agua y la propagación, por medio del viento de organismos patógenos.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo	X	X	
Los contenedores para los residuos sólidos que se colocarán en el área de trabajo se mantendrán con tapa y en buen estado para evitar derrames o escurrimiento de lixiviados al agua.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo	X	X	X
En el mantenimiento de las estructuras se realizará con especificaciones técnicas que no representen un posible daño a algún componente del ambiente (flora y fauna).	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Ley Federal de Responsabilidad Ambiental			X

VI.1.2. COMPONENTES ECOLÓGICOS

A continuación, se presentan los componentes ecológicos con respecto a la flora terrestre, fauna terrestre y al paisaje, así como sus medidas preventivas y de mitigación dentro del marco jurídico correspondiente.

Tabla VI.10. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto a flora terrestre y fauna silvestre, el marco jurídico en el que se desarrolla y la etapa en la que se llevará a cabo.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Se prohíbe extraer por cualquier motivo individuos de la flora presente en el área del proyecto o sus colindancias.	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	X
Se prohíbe extraer, molestar, dañar, alimentar o afectar a la fauna silvestre del predio el SAR; se tiene que garantizar la protección de los individuos y la conservación de recursos naturales que permiten su desarrollo en el medio que habitan	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	X
Implementar el Programa de Conservación del Manglar	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	X
Al inicio de las actividades de construcción se verificará que no exista fauna en las áreas de trabajo. En caso de existir se ahuyentará a las áreas colindantes. Esta medida permitirá proteger la fauna.	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	
Se prohíbe atrapar por cualquier motivo individuos de fauna que llegaran a arribar en el área del proyecto o sus colindancias.	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	X

Tabla VI.12. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al paisaje, el marco jurídico en el que se desarrolla y la etapa en la que se llevará a cabo.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
No se deberán ocupar o afectar superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento. Se deberá tener cuidado de no afectar la flora colindante al polígono y que no queden inmersas en el área de afectación.	Ley General de Vida Silvestre		X	
El diseño de las estructuras en general deberá incluir elementos naturales que armonicen y sean compatibles con el medio y no se provoque un impacto visual negativo alto, al tiempo que cuente con elementos estructurales sólidos que permitan su resistencia a huracanes.	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.		X	
Se prohíbe la disposición de cualquier tipo de residuos en área natural o de vegetación.	Ley General de Vida Silvestre NOM-022-SEMARNAT-2003	X	X	X
Incorporar todos los elementos de diseño del proyecto que fueron establecidos con el fin de reducir los impactos sobre el paisaje	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental		X	
No establecer más caminos y vialidades de las señaladas en la MIA-R	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental		X	
Mantener los corredores biológicos del SAR, a través de la protección de la vegetación del predio	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	X	X	X

Tabla VI.13. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto a ecosistema terrestre, el marco jurídico en el que se desarrolla y la etapa en la que se llevará a cabo.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
No se realizará la quema o la eliminación de los residuos sólidos generados mediante el empleo de productos químicos, sino que tendrán un almacenamiento temporal hasta su disposición final	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	X
Se deberán establecer procedimientos e infraestructura como botes de basura que eviten o minimicen la generación y la dispersión de residuos sólidos que pudieran causar contaminación en la parte terrestre.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	X
Respetar los criterios de ocupación del suelo para asegurar la protección de los componentes ambientales.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	

VI.1.3. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

A continuación, se presentan los componentes socioeconómicos dentro del correspondiente marco jurídico.

Tabla VI.14. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al carácter socioeconómico, el marco jurídico en el que se desarrolla y la etapa en la que se llevará a cabo.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Al menos un porcentaje moderado de empleados, que se empleará para la construcción del proyecto y su operación, deberán provenir de municipio de Lázaro Cárdenas y de las poblaciones circunvecinas de manera que el proyecto sea fuente de empleo y bienestar socioeconómico en el Sistema Ambiental Regional en que se encuentra inmerso.	Ley Federal del Trabajo	X	X	X

Se presentan los impactos ambientales por componente y las medidas de mitigación para la etapa preliminar, de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla VI.15. Impactos ambientales y medidas de mitigación para la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Aire/ Atmósfera	Emisiones de gases de combustión y polvos derivados de la utilización de equipo, así como por el tránsito de vehículos.	• El promovente se asegurará, mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas, que la maquinaria y vehículos utilizados durante las etapas de preparación del sitio y construcción no generen emisiones a la atmósfera que sobrepasen los límites establecidos por la normatividad vigente (NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-050-SEMARNAT-2018).

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
		• Se prohíbe la quema de cualquier tipo de residuos en el área de trabajo o áreas colindantes, con la finalidad de prevenir impactos al SAR. • Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado. • Se restringirá la circulación de vehículos a las áreas específicas de trabajo y se solicitará que los camiones transiten con lonas con la finalidad de evitar dispersión de polvos. • Se realizarán riegos periódicos a los caminos de terracería para evitar la dispersión de partículas de polvo.
	Emisiones de ruido derivadas de la utilización de equipo, así como al tránsito de vehículos.	• El promovente se asegurará, mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas, que los vehículos empleados durante las actividades de preparación del sitio y construcción no generen niveles de ruido que sobrepasen los niveles máximos de ruido provenientes de escapes automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994. • Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de equipo que asegure su buen estado.
Agua	Contaminación por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	• Se solicitará a los contratistas contar con acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado. • Todos los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto deberán ser almacenados y dispuestos de conformidad con el Programa de Manejo Integral de Residuos. • Se supervisarán las actividades a realizar para corroborar que se esté cumpliendo con lo establecido en la información técnica del Capítulo II, del presente documento, así como el cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención establecidas en el presente capítulo.
Ecosistema y Fauna	Modificación de la distribución de fauna a nivel local.	• Se ahuyentará a la fauna que pudiera encontrarse en la zona de influencia directa, para ello, se debe verificar la presencia de individuos que pudiera encontrarse en ese momento en los sitios de intervención, para que, por medio de ruidos ahuyente a la fauna de rápido desplazamiento.
Paisaje	Modificación del paisaje original debido a la presencia de equipo durante las labores de preparación del sitio y construcción.	• Durante la etapa de preparación del sitio, las labores se realizarán de manera paulatina y conforme a las etapas establecidas en el programa de trabajo. • Para la presencia de equipo en la zona no se contempla la afectación significativa del paisaje; se estima que, una vez finalizados los trabajos, se retire toda la maquinaria y equipo y el sitio retome la calidad paisajística inicial.
Socioeconómico (Económico)	Generación de empleos directos e indirectos por la contratación de personal de la zona.	• Se contratará personal de la localidad de Holbox o del municipio de Lázaro Cárdenas. • Este es un impacto benéfico por lo que no se contemplan medidas de mitigación y/o compensación.
Manejo y disposición de residuos	Demanda de servicios para el manejo de residuos y sitios autorizados para el	• En las zonas de trabajo se instalarán sanitarios portátiles para uso exclusivo de los trabajadores. • Los residuos generados durante las diferentes etapas de la preparación del sitio y construcción serán manejados de

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	tratamiento y/o disposición de los residuos sólidos.	acuerdo con sus características diferenciando residuos peligrosos y no peligrosos y tomando en consideración la legislación ambiental correspondiente. Estos serán dispuestos en sitios debidamente autorizados y con la capacidad suficiente para ello. Se tramitarán los permisos, convenios y/o contratos correspondientes. Todo esto estará contemplado dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos.
Insumos	Demanda de insumos para las actividades de preparación del sitio y construcción.	• Todos los insumos serán abastecidos por proveedores locales • Este es un impacto benéfico por lo que no se contemplan medidas de mitigación y/o compensación

Tabla VI.16. Impactos ambientales y medidas de mitigación para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Suelo	Contaminación del suelo por filtración de contaminantes.	• En el mantenimiento de las estructuras se utilizarán técnicas que no representen un posible daño al ambiente. • La promovente se asegurará, mediante contratos e inspecciones periódicas, que los vehículos autorizados de los contratistas que realicen actividades de mantenimiento no presenten goteos de combustible y/o aceites, así como la prohibición de llevar a cabo mantenimientos a los vehículos o maquinaria dentro de la zona de trabajo del proyecto.
Ecosistema y Fauna	Modificación de la distribución de especies a nivel local.	• Identificar la diversidad de especies presentes en el área para el desarrollo del proyecto.
Paisaje	Modificación del paisaje original debido a la presencia de equipo durante las labores de mantenimiento	• Por la presencia de equipo en la zona no se tiene contemplada medida de mitigación, sin embargo, se estima que, una vez finalizados los trabajos de mantenimiento, se retire toda la maquinaria y equipo y el sitio retome la calidad paisajística inicial.
Empleos	Generación de empleos directos e indirectos por la contratación de personal de la zona.	• Durante la operación del proyecto y las actividades de inspección y mantenimiento se requerirá de la contratación mínima de personal. Se intentará, en la medida de lo posible, que el personal pertenezca a las localidades cercanas y/o a la región. • Este es un impacto benéfico por lo que no se contemplan medidas de mitigación y/o compensación.
Manejo y disposición de residuos	La generación de residuos demandará el uso de rellenos sanitarios o tiraderos municipales debidamente autorizados	• Habrá contenedores para el acopio de residuos sólidos en sitios cercanos para evitar la contaminación del suelo. Además, los contenedores serán rotulados para la debida separación de la basura en orgánica e inorgánica; el contenedor destinado para la basura orgánica se mantendrá tapado para prevenir la aparición de fauna nociva, que pudiera generar problemas en la salud de los usuarios. Todos residuos serán recolectados por el servicio de recolección municipal para su disposición final. • Para los residuos líquidos, se hará uso de un biodigestor, posterior al tratamiento de aguas, se reutilizarán en baños.

VI.2 PLAN DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL

Un Plan de Supervisión Ambiental tiene como objetivo y función dar seguimiento a las condiciones y de asegurar que exista un equilibrio entre el ambiente y la sociedad. Con la aplicación de este plan, puede verificar que las medidas y las actividades de un proyecto se realicen de manera satisfactoria, de tal manera que las afectaciones al ambiente sean mínimas o nulas. Las verificaciones frecuentes permiten adaptar las medidas a un proceso de mejora continua, involucrando planificación, ejecución, comprobación y el actuar en consecuencia. De esta forma se detectan cuales medidas son adecuadas, cuales no y en dado caso estas pueden cambiarse o corregirse.

Como parte del Plan de Supervisión Ambiental para el proyecto "*Villa Concha*", se contempla una serie de Programas Ambientales que describen las acciones necesarias para mitigar, reducir y compensar impactos ambientales negativos muy concretos que requieren de un análisis más profundo de la información disponible y acciones específicas conjuntas para que la mitigación de los impactos se lleve a cabo de manera exitosa. De esta forma, se garantizará que la continuidad de los elementos bióticos comprendidos dentro del área del proyecto no se vea afectada. Sin embargo, no basta con proponer y ejecutar Programas Ambientales, también es necesario que se incluya un Programa de Vigilancia Ambiental que se encargue de monitorear y garantizar la correcta ejecución de cada uno de los Programas Ambientales y el cumplimiento de las obligaciones ambientales y de las medidas de mitigación, en general.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se llevarán a cabo actividades que derivarán en una serie de impactos ambientales, las cuales podrían poner en riesgo la continuidad de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos proporcionados por el Sistema Ambiental Regional. Por tal motivo, el promovente tiene la obligación de proponer una serie de medidas de prevención, mitigación y/o reducción de las afectaciones que pudieran producirse con el desarrollo del proyecto. Estas medidas deben complementarse con Programas Ambientales que contengan las acciones pertinentes para la protección ambiental y de monitoreo, para conocer la influencia del proyecto sobre los elementos del Sistema Ambiental Regional.

Objetivo General:

Supervisar la aplicación de las medidas de mitigación propuestas por la promovente y solicitadas por la autoridad ambiental, durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto *"Villa Concha*" vigilando el cumplimiento de las acciones establecidas y proponiendo nuevas medidas de mitigación en caso de detectarse impactos ambientales no previstos, con la finalidad de que el desarrollo del proyecto no se afecte de manera significativa en el Sistema Ambiental Regional.

Objetivos Específicos:

- Identificar los impactos ambientales negativos que se producirán en cada una de las etapas del proyecto, así como las medidas de mitigación propuestas ante estos impactos.
- Aplicar las medidas de mitigación propuestas para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales derivados del proyecto.
- Planificar la gestión ambiental, con la finalidad de dar cumplimiento a los instrumentos legales en materia ambiental aplicables al proyecto.
- Delegar un vigilante ambiental, que será responsable de dar seguimiento y monitorear la correcta aplicación de las medidas de mitigación propuestas y modificarlas en caso de que no estén dando los resultados esperados.
- Supervisar el correcto desarrollo de las actividades de cada una de las etapas del proyecto, así como de las medidas de mitigación aplicadas.
- Generar informes anuales para presentar ante las autoridades ambientales, los cuales contendrán el avance y la medida del cumplimiento de las medidas propuestas.
- Desarrollar el Programa de Vigilancia Ambiental, en que se establezcan las acciones de vigilancia de las medidas de mitigación propuestas.
- Identificar impactos no previstos y proponer medidas de mitigación adecuadas para hacer frente a estos impactos.

A continuación, se enlistan los Programas Ambientales que se llevarán a cabo como medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos potenciales a generarse durante las diferentes etapas del proyecto *"Villa Concha"*

Programa de Supervisión Ambiental

- Programa de Conservación del manglar
- Programa de compensación ambiental
- Programa de atención de contingencias ambientales e hidrometeorológicos, así como los efectos del cambio climático
- Programa de Manejo Integral de Residuos

Cabe recalcar que estas son las medidas propuestas a llevar a cabo por el promovente, sin embargo, se dará continuidad conforme al dictamen que establezca la autoridad en el resolutivo del presente proyecto.

VI.3. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Considerando las características del proyecto y las condiciones ambientales del área seleccionado para su desarrollo, el Programa de Vigilancia Ambiental consistirá en la planificación, aplicación, evaluación y, en caso de requerirse, la modificación de las medidas de prevención, reducción y mitigación de impactos, con la finalidad de minimizar los daños que pudieran generarse al ambiente, derivados de las actividades de construcción y operación de la obra. Para el cumplimiento de dicho programa se deberá designar un responsable, quien será el encargado de coordinar las actividades durante las diferentes etapas del proyecto y verificar que se apliquen adecuadamente las medidas de mitigación propuestas.

Otro factor importante para el cumplimiento de las medidas propuestas es la capacitación de los trabajadores del proyecto, brindándoles pláticas sobre el adecuado manejo de los residuos, las acciones permitidas y prohibidas para asegurar su integridad física, así como pláticas sobre los recursos bióticos del predio y la zona para promover su protección y conservación. Los trabajadores deberán tener conocimiento de los procedimientos de respuesta ante contingencias ambientales. Para el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo actividades derivadas en una serie de impactos ambientales que pondrán en resigo la salud y continuidad del Sistema Ambiental. En los apartados anteriores se describieron todas las medidas de mitigación que el promovente aplicará para garantizar que los impactos producidos por el proyecto sean mínimos. Además, se propuso una serie de Programas Ambientales que se enfocarán en describir las acciones necesarias para mitigar, reducir y compensar impactos ambientales negativos concretos y acciones específicas conjuntas para que la mitigación de dichos impactos se lleve a cabo de manera exitosa.

Los Programas de Vigilancia Ambiental surgen de la necesidad de implementar un área administrativa que se encargue de vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación que forman parte del Plan de Supervisión Ambiental. El Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto detallará una serie de acciones a realizar para lograr una planeación y gestión ambiental que se orienten hacia la disminución de los impactos ambientales negativos. Asimismo, el Programa de Vigilancia Ambiental se encargará de recopilar y condensar la información generada durante cada una de las etapas del proyecto. El Programa de Vigilancia Ambiental es parte fundamental del Plan de Supervisión Ambiental, puesto que será la herramienta de verificación directa de los aspectos de planificación y gestión de los programas elaborados para el proyecto, así como actividades asociadas al mismo.

Objetivo General:

Garantizar la adecuada aplicación de las medidas de mitigación propuestas por la promovente en la MIA-R y solicitadas por la autoridad ambiental, en las diferentes etapas de ejecución del proyecto *"Villa Concha*"

vigilando el cumplimiento de las acciones establecidas y proponiendo nuevas en caso de detectarse impactos ambientales no previstos, con la finalidad de que al desarrollar el proyecto no se afecte significativamente al ambiente, favoreciendo la protección y conservación del Sistema Ambiental.

Objetivos Específicos:

- Realizar actividades de planificación, coordinación y gestión orientadas hacia la definición e implementación de estrategias y medidas que conduzcan al proyecto hacia esquemas de desarrollo sostenible.
- Verificar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales en todas las etapas del proyecto.
- Supervisión del proceso constructivo y de operación.
- Vigilar y dar seguimiento a la ejecución de los Programas Ambientales propuestos como medidas de mitigación.
- Ser el documento rector del grado de cumplimiento del proyecto.
- Coordinar y ejecutar las actividades de la educación ambiental entre los trabajadores.
- Verificación de los indicadores de éxito de las medidas de mitigación.
- Generar el informe que se presentará ante el Supervisor Ambiental y las autoridades ambientales, el cual contendrá el avance y cumplimiento de las medidas propuestas.

Dentro del Programa de Vigilancia Ambiental, se contempla darles seguimiento a las medidas de prevención y mitigación, así como a las acciones incluidas en los Programas Ambientales. Esto se hará mediante acciones de monitoreo ambiental.

VI.4. PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Con el propósito de establecer una estrategia para darle seguimiento y control a las medidas de mitigación propuestas y asegurar su cumplimiento, es necesario la elaboración de un programa de seguimiento y control (monitoreo), como complemento del Programa de Vigilancia Ambiental. En el programa de monitoreo se deben detallar los parámetros, frecuencia de recolección de datos, metodologías y sitios de muestreo que se seguirán para los monitoreos pertinentes. La información recolectada será útil para demostrar el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas por la promovente o que las medidas resulten ser insuficientes o inadecuadas o en caso de que aparezcan impactos no previstos, se deberá de proponer nuevas medidas de mitigación. De tal manera, esta información servirá para retroalimentar el Programa de Vigilancia Ambiental.

Tabla VI.17. Seguimiento y control de las medidas de prevención y mitigación

Medida	Recursos Necesarios	Forma De Evaluación	Etapa
Ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre	Capacitación a los trabajadores	Evidencia fotográfica	P y C
Establecer un reglamento sobre los límites máximos permisibles de velocidad para los vehículos de tránsito en el predio	Capacitación a los trabajadores Letreros en determinados puntos de toda la superficie del predio	Evidencia fotográfica	P, C y O
Almacenamiento de material, maquinaria y equipo en el sitio provisional	Sitio provisional	Inspecciones del área del proyecto, para corroborar que no se encuentre material y maquinaria almacenada fuera del sitio provisional	P y C
Establecimiento de horarios de trabajo diurnos	Control del horario los trabajadores	Se revisarán las listas para corroborar que se respeten los horarios establecidos	P y C
Respetar caminos preexistentes para la circulación	Vehículos ligeros	Evidencia fotográfica	P, C y O
Utilización vehículos ligeros	Vehículos ligeros	Reportes de revisión	P, C y O
Instalación y uso de paneles solares	Herramienta y equipo de construcción Materiales de construcción Paneles solares Recurso humano	Evidencia fotográfica Verificación periódica de que los paneles estén funcionando correctamente	C y O
Revisiones a vehículos, para corroborar que se encuentren en buen estado.	Recurso humano Equipo y materiales para el mantenimiento	Evidencia fotográfica Reporte de ejecución de la medida	P, C y O
El mantenimiento y la operación del equipo y vehículos será realizado por personal capacitado	Recurso humano Equipo y materiales para el mantenimiento	Corroborar que el equipo sea operado y mantenida por personal capacitado	P, C y O
Transporte de materiales cubiertos con lonas	Vehículos Lonas y cuerdas Recurso humano	Inspecciones del momento de llegada de los vehículos cargados Evidencia fotográfica	P y C
Humedecer los caminos y sitios de tránsito de vehículos	Recurso humano Mangueras Toma de agua	Inspecciones de los caminos y sitios de tránsito de los vehículos Evidencia fotográfica	P y C
Utilización de un sanitario portátil	Capacitaciones a los trabajadores	Inspecciones en el área de trabajo Listas de asistencia a las capacitaciones	P, C y O
Establecer sitios destinados al agrupamiento de pinturas y solventes	Capacitaciones a los trabajadores	Inspecciones en el área de trabajo Evidencia fotográfica	P y C

Medida	Recursos Necesarios	Forma De Evaluación	Etapa
Uso de contenedores con tapa y rotulados para la disposición de residuos	Sanitario portátil	Capacitaciones a los trabajadores Se realizarán inspecciones para verificar que no haya vertederos de basura en el manglar	P y C
Uso de biodogestor	Recurso humano Cisterna biodigestora Tuberías, Equipo y herramientas de plomería Equipo y herramientas de construcción Materiales de construcción	Evidencia fotográfica. Se verificará que los letreros se encuentren en su lugar. Verificación de que el drenaje esté funcionando correctamente.	P, C y O
Prohibición de la extracción de flora y fauna silvestre.	Letreros Capacitación a los trabajadores	Evidencia fotográfica Verificación periódica de que el equipo esté funcionando correctamente	C y O
Verificar que se respeten las dimensiones autorizadas para las construcciones y Mantenimiento de las instalaciones	Capacitaciones a los trabajadores	Inspecciones en el área de trabajo Listas de asistencia a las capacitaciones	P, C y O
	Planos del proyecto	Evidencia fotográfica Verificación de las áreas de vegetación mantenidas	P, C y O
Elaboración y aplicación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**	Computadora Contenedores debidamente rotulados Contrato (con las empresas encargadas de la disposición final)	Vigencia de los contratos con las empresas encargadas de la disposición final de los residuos Verificación de que no existan residuos fuera de sus sitios Verificación de que los residuos estén separados correctamente	P, C y O

Por las características, el tipo y las dimensiones del presente proyecto y de la superficie del área seleccionada para su desarrollo, es necesario el seguimiento de la aplicación de prevención, reducción y mitigación de impactos en las etapas de preparación del sitio y construcción, el cual será realizado por el supervisor ambiental. Durante la etapa de operación, el promovente será la responsable de dar seguimiento y cumplir con las medidas propuestas en el presente capítulo. En la etapa de construcción se considerarán los siguientes criterios para verificar que las medidas de reducción, prevención y mitigación de impactos están siendo aplicadas correctamente.

Tabla VI.18. Programa de monitoreo de las medidas de prevención, reducción y mitigación**.**

Medida de prevención, reducción y/o mitigación.	Recursos necesarios	Forma de evaluación	Tiempo en el que se instrumentará
Manejo adecuado y disposición final en sitios autorizados de residuos sólidos.	Contenedores con tapa debidamente rotulados para su clasificación.	Inspección del área del proyecto. Residuos generados en sus respectivos contenedores. Disposición final de residuos en sitios autorizados.	Etapas de preparación del sitio, construcción y operación.
Aahuyentamiento de especies de fauna.	Equipo de sonido.	Evidencia fotográfica.	Etapa de preparación del sitio.
Protección de la fauna que circule por el sitio del proyecto.	Materiales para generar ruido.	Evidencia de capacitación de personal. Fotografías.	Durante etapa de preparación del sitio y construcción.
Mantenimiento del equipo y herramientas que se utilizará para la construcción de obras.	Recurso humando.	Corroborar que el mantenimiento del equipo se lleve a cabo de la manera adecuada.	Etapa de preparación del sitio y construcción.

VI.5. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE FLORA Y FAUNA

La ejecución del proyecto generará impactos de diversa índole en los componentes bióticos y abióticos del Sistema Ambiental Regional y sus colindancias. Entre los elementos de los componentes bióticos que se verán afectados, se encuentran la flora y fauna silvestre. Sin embargo, las áreas verdes el proyecto contribuirán a mantener el ambiente natural del sitio.

Las afectaciones a la flora y fauna silvestre terrestre del SAR podrían derivar en la pérdida de biodiversidad y la reducción de interacciones ecológicas en el medio. Sin embargo, la elaboración y aplicación del Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna, más que un requisito, es una actividad indispensable para contrarrestar las afectaciones sobre la flora y fauna silvestre identificada en el predio y el SAR. Entre sus metas se contempla la conservación de la diversidad de la flora y fauna y evitar los impactos directos que comprometan su integridad en el área del proyecto y el SAR. Por esta razón, la realización del proyecto contempla entre sus actividades la elaboración y aplicación del Programa de Manejo integral de Flora y Fauna, en el cual serán descritas las actividades, consideraciones y criterios que deberán tomarse en cuenta para rescatar y reubicar a los ejemplares de flora y fauna que se encuentren en áreas del predio donde sean susceptibles por alguna afectación, de manera que se garantice su éxito y supervivencia.

Objetivo General:

Proteger la integridad física y garantizar la sobrevivencia de los individuos de flora ya fauna terrestre en el predio, dando especial énfasis a aquellas especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059-

SEMARNAT-2010, con acciones de ahuyentamiento y reubicación de ejemplares, con la finalidad de mantener la riqueza y abundancia de las especies terrestres en el Sistema Ambiental Regional.

Objetivos Específicos

- Describir fauna presente en el área del proyecto.
- Describir las unidades de vegetación que servirán como áreas verdes.
- Designar las áreas donde se llevará a cabo la reubicación de los ejemplares de fauna.
- Describir las medidas adecuadas para llevar a cabo el ahuyentamiento, rescate y reubicación de ejemplares de fauna de manera exitosa.
- Reubicar exitosamente ejemplares de flora y fauna, de manera que puedan continuar su desarrollo en otro sitio.
- Verificar las áreas del proyecto previo a las actividades de construcción, para ahuyentar y reubicar a las especies susceptibles a afectación.
- Registrar y tomar evidencia fotográfica de los ejemplares presentes en el proyecto.
- Designar la responsabilidad del Supervisor Ambiental, para el seguimiento y cumplimiento del programa y sus subprogramas, durante el desarrollo de las obras.

VI.6. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

Las actividades que se llevarán a cabo durante las diferentes etapas del proyecto generarán residuos de diversa índole. En primer lugar, las actividades de preparación del sitio y construcción producirán residuos que pueden clasificarse como "residuos de manejo especial". La utilización de sanitarios portátiles y las actividades cotidianas de los trabajadores, como su alimentación y descanso producirán residuos sólidos urbanos. Posteriormente, la utilización de maquinaria, equipo y vehículos podría derivar en la producción de residuos peligrosos. Por último, la operación del sitio generará residuos sólidos urbanos derivado de las actividades de los huéspedes del complejo.

Los residuos que se produzcan durante las diferentes etapas del proyecto pueden contaminar de manera mínima el suelo, aire y los cuerpos de aguas cercanos, sin poner en riesgo la estabilidad ecológica del Sistema Ambiental Regional y los recursos naturales. Sin embargo, una mala gestión y disposición final de residuos puede promover la proliferación de plagas de animales, tales como los roedores y moscas, los cuales son reservorios y vectores de enfermedades zoonóticas que podrían poner en riesgo la salud de los seres humanos. Por tal motivo la elaboración de un Programa de Manejo Integral de Residuos sentará las bases para realizar una correcta gestión, manejo y disposición final de los residuos. Esto, con la finalidad de que los residuos producidos por el proyecto no comprometan la salid ambiental ni los recursos naturales.

Objetivo General:

Implementar estrategias y procedimientos para el manejo integral de los residuos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto *"Villa Concha*" a través de la ejecución de acciones de un manejo adecuado como la separación, reducción, tratamiento, transporte, valorización y disposición final de los residuos con el fin de prevenir, reducir y mitigar los impactos ambientales que pudieran verse derivados por la generación de residuos.

Objetivos Específicos

- Establecer estrategias de manejo integral de los residuos que se generen durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.
- Establecer un sistema de información dirigido a los empleados y visitantes del proyecto, para el manejo adecuado de los residuos a generarse.
- Realizar un adecuado manejo de los residuos a generarse con la obra, dando cumplimiento a las disposiciones en los distintos instrumentos jurídicos en materia de Gestión Integral de los Residuos.
- Identificar las fuentes y actividades generadoras de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, durante el desarrollo de las obras.
- Clasificar los residuos a generarse con el desarrollo de las obras, en Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP), conforme a las normas jurídicas aplicables en materia de Gestión Integral de los Residuos.
- Establecer políticas de manejo de los residuos a generarse durante el desarrollo de las obras.
- Determinar el protocolo de manejo de los residuos a generarse durante el desarrollo de las obras.
- Designar la responsabilidad del Supervisor Ambiental, para el seguimiento y cumplimiento del programa y sus subprogramas, durante el desarrollo de las obras.
- Establecer estrategias de prevención y manejo de los residuos identificados, tomando en cuenta cada etapa de desarrollo de las obras.
- Establecer estrategias para disminuir las fuentes emisoras y de actividades generadoras, lo cual contribuirá a la reducción de reducción de residuos a generarse con el desarrollo de las obras.
- Desarrollar los subprogramas de manejo de RSU, RME Y RP, en los que se especifiquen las acciones para un adecuado manejo de cada tipo de residuo a generarse con el desarrollo de las obras.
- Valorizar los residuos a generarse, para recuperar aquellos susceptibles a reúso y reciclaje.
- Fomentar el criterio de las tres R's: Reducir, Reusar y Reciclar.

- Definir las características de los contenedores y la infraestructura a usar para el manejo adecuado de los residuos a generarse durante el desarrollo de las obras.
- Seleccionar y acondicionar espacios dentro del polígono del proyecto con el fin de realizar un adecuado control y acopio de los residuos generados.
- Establecer las características para los señalamientos y/o rotulados del equipo, material, espacios e infraestructura, para el manejo de los residuos a generarse con el desarrollo de las obras.
- Capacitar a los trabajadores de las distintas etapas de desarrollo de las obras, a fin de que estos conozcan e implementen las estrategias y acciones propuestas para el manejo integral de los residuos.
- Identificar los posibles impactos ambientales que resultarían de no ejecutarse adecuadamente las estrategias y acciones para el manejo integral de los residuos. La identificación de impactos permitirá proponer nuevas estrategias y acciones futuras, con el objeto de mejorar el programa de manejo.
- Establecer indicadores que permitan evidenciar si se cumplen los objetivos del programa.
- Especificar las estrategias de acción ante los casos de un mal manejo de los residuos generados.
- Especificar las estrategias de acción ante la generación de residuos no identificados en este programa.
- Establecer el procedimiento para garantizar la disposición final de los residuos en sitios autorizados.
- Presentar a la autoridad ambiental un reporte final de la ejecución del Programa. Asimismo, incluir los resultados de la aplicación del programa, en los Informes Anuales del proyecto.

El Programa de Manejo Integral de Residuos consta de los siguientes subprogramas:

- Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos: Abarcará el manejo de todos aquellos residuos sólidos que se generen durante la realización del proyecto.
- Subprograma de Manejo de Residuos de Manejo Especial: Abarcará el manejo de residuos líquidos generados durante y después del desarrollo del proyecto, incluyendo el manejo de aguas negras.
- Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos: Abarcará el manejo de todos aquellos residuos en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general. La identificación y clasificación de estos se realizará de acuerdo con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

VI.7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En el siguiente apartado se describen de manera general los temas y medidas que incluirá el Plan de Manejo Ambiental, cuyo objetivo general es garantizar la protección y conservación de los recursos naturales identificados en el área del proyecto.

Los objetivos específicos del Programa de Manejo Ambiental son los siguientes:

- Evaluación del estado de los diferentes componentes ambientales que serán afectados por el proyecto por medio de indicadores que permitan la identificación de las modificaciones positivas y negativas que se generan durante el desarrollo del proyecto.
- Verificación oportuna de cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación que se aplicarán durante y después de la vida útil del proyecto, para disminuir al mínimo los impactos ambientales.
- Comprobación de la eficacia de las medidas implementadas, para que cuando ésta se considere insatisfactoria, se determinen las causas raíz y se realicen las acciones pertinentes.
- Detección de impactos no previstos, para implementar medidas adicionales, así como alteraciones no previstas anteriormente.

Como resultado de la aplicación del Plan de Manejo Ambiental se generará un informa de cumplimiento, para su entrega a las autoridades. Este informe se elaborará una vez concluidas las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, donde se presentará con evidencia de cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación y sus indicadores, propuestas en el capítulo VI del presente documento.

VI.8. PROGRAMA DE MONITOREO PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS

Debido al tipo de obras a construir, es importante que se realice el monitoreo de las estructuras para conocer la forma en la que interactúa con los elementos del sistema natural, asimismo, para detectar los posibles cambios o daños sobre las obras, lo cual derivará en el establecimiento de nuevas medidas y acciones de mantenimiento para conservarlas a través del tiempo y lograr que éstas se integren al sistema en el que se encuentran, como un elemento más del ambiente. Por lo que es necesario que el promovente elabore un programa de monitoreo para el mantenimiento de las obras a establecer y éstas se cumplan de manera objetiva y oportuna.

VI.9. ANÁLISIS DE POSIBLES IMPACTOS ACUMULATIVOS Y SINÉRGICOS A NIVEL DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Las emisiones de ruido y partículas contaminantes hacia la atmósfera por el desarrollo de la obra son mínimas. La demanda turística y la derrama económica para el SAR serán significativamente positivas, mientras que el manejo de residuos sólidos y líquidos se deben disponer conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, con la finalidad de reducir los residuos que se generan y evitar su acumulación, con el fin de reducir los impactos sobre el suelo. La presencia antrópica en la región es de tipo urbano y de presencia turística, presenta la infraestructura necesaria como caminos previamente establecidos, energía eléctrica y alumbrado público.

Los impactos acumulativos potenciales van relacionados con la generación de residuos y de emisiones a la atmósfera durante la construcción, sin embargo, con la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos y, con la verificación de la maquinaria para el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la Normas Oficiales Mexicanas, se considera que los impactos producidos por el proyecto serán de baja significancia. Además, al emplear eco técnicas, se reduce la presión sobre sistemas de drenaje y abastecimiento de agua potable, reduciendo la acumulación de impactos en el SAR.

VI.10. IMPACTOS RESIDUALES

Impacto residual es el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que se podrían generar impactos residuales pese a la implementación de medidas de mitigación en las diferentes etapas del proyecto. Los componentes ambientales que pueden ser involucrados por los impactos residuales son los siguientes:

- **Modificación del paisaje:** Se identifica como impacto residual sobre este elemento la modificación permanente del estado natural del paisaje local. No obstante, el diseño del proyecto, no solo integra en buena medida a los elementos naturales presentes, creando un nuevo paisaje con cualidades diferentes, sino también un aspecto y diseño natural y vanguardista. Cabe destacar que la construcción del proyecto *"Villa Concha*" no afectará al paisaje significativamente al colocar elementos artificiales que armonicen con el entorno.
- **Entorno socioeconómico:** El impacto residual sobre este elemento estará representado por las fuentes de trabajo, sin embargo, se plantea la obtención de mano de obra local para el desarrollo de las etapas del proyecto, lo cual generará nuevos empleos temporales y permanentes, así como el consumo de materiales de la región y la contratación de empleados y diversos servicios. Por lo que, este proyecto es viable tanto en término ambientales como económicos siempre y cuando se tomen las medidas necesarias y el cumplimiento adecuado de las mismas a corto, mediano y largo plazo.

VI.11. CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO

Las medidas de mitigación de impactos ambientales son un conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, las cuales se implementan con el objetivo de evitar, reducir, minimizar y/o compensar los impactos potenciales sobre el ambiente, que se generarán con la ejecución del proyecto *Construcción y Operación del proyecto "Villa Concha" en Isla Holbox, Quintana Roo*. La correcta implementación de las medidas contribuirá a evitar la degradación, contaminación o fragmentación del ecosistema costero y de los elementos naturales del predio y sus alrededores, pero principalmente del SAR y la zona de impacto directo.

Por lo anterior, se considera que la ejecución del proyecto no causará impactos significativos, por el contrario, en algunos casos potencializará algunos impactos positivos en el SAR y en el municipio en general. Es importante recordar que, desde su diseño, se consideraron los componentes ambientales que integran el predio y el SAR, de forma que fue posible determinar un concepto de obra dirigido por el modelo de desarrollo sustentable, es por ello que, la ejecución del proyecto ya contempla acciones que reducen la generación de impactos sobre el sistema ambiental regional.

Un factor de suma relevancia del proyecto es la protección de la comunidad de manglar del predio, polígono que se destinará como área de conservación del proyecto; en este sentido, se implementarán acciones de protección específica de 685.485 m^2 de manglar para asegurar su permanencia en el sistema ambiental regional. Esta comunidad a conservar forma parte de remanentes de vegetación secundaria de manglar que se extiende por el SAR, tanto en zonas urbanizadas como en aquellas alejadas del poblado; con ello se protegerá dos especies de mangle nativas del estado de Quintana Roo y que se encuentran en categoría de Amenazadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*.

CAPÍTULO VII

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

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO "*VILLA CONCHA*" EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO

En capítulos anteriores, se han descrito a detalle las actividades que se desarrollarán durante las diversas etapas del Proyecto denominado "*Villa Concha*", ubicado en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. Como parte del cumplimiento de lo establecido en la guía para la elaboración de la MIA-R, en el presente capítulo se llevará a cabo un pronóstico ambiental, mediante el análisis de los posibles escenarios del área de estudio.

El objetivo del pronóstico es, evaluar la evolución de los procesos propios del Sistema Ambiental Regional (SAR), en cuanto a la mejora esperada en la calidad ambiental, mediante la implementación de medidas de manejo ambiental propuestas en el presente estudio, además, de visualizar la interacción final que tendrá el proyecto con respecto a los recursos y procesos biológicos que se lleven a cabo en el área de estudio, en tres escenarios principales:

a) Escenario sin proyecto (situación actual).
b) Escenario con proyecto (sin medidas de manejo ambiental).
c) Escenario con proyecto (con medidas de manejo ambiental).

La interpretación o predicción de acciones futuras, con base en perspectivas, resulta complicado por la complejidad de su comportamiento. Sin embargo, existen métodos para la formulación de escenarios, como los pronósticos cualitativos y cuantitativos, estudios prospectivos, modelos causales, entre otros, que nos proporcionan indicios de lo que podría esperarse para un tiempo posterior, derivado de una acción.

El objetivo de cualquiera de estos métodos es pronosticar escenarios coherentes y acordes a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto (*Vergara C., Maza F. y Fontalvo T., 2010*). Por lo tanto, el análisis de los posibles escenarios, se desarrolló mediante el uso de estos métodos.

VII.1. METODOLOGÍA DE ESCENARIOS PARA ESTUDIOS PROSPECTIVOS

Existen diferentes formas de aproximarse al futuro, siendo la prospectiva la única que lo aborda como una realidad múltiple e indeterminada, orientada como resultado de las infinitas posibilidades de acción humana, reflejada en los diferentes proyectos, anhelos y temores de los grupos sociales (*Cely B., 1999*).

Para la realización de los pronósticos ambientales, se optó por utilizar el método de "Escenarios para Estudios Prospectivos", cuya principal premisa, se basa en que el futuro no sucede aleatoriamente, sino que depende de la acción del hombre. Por esta razón, la prospectiva se convierte en una gran herramienta para la planeación de proyectos, debido a que permite orientar las acciones humanas que conducirán a su realización y la manera en que se asociarán con el medio.

De acuerdo con, el artículo escrito por Alexandra V. Cely B. (1999), en la práctica no existe un solo método de obtención de escenarios, sino una multitud de maneras de construirlos e implementarlos.

Sin embargo, el calificativo de método de escenarios se asigna únicamente a aquellos estudios que se realizan teniendo en cuenta los siguientes tres aspectos fundamentales:

A. Analizar el fenómeno de estudio, desde un punto de vista retrospectivo y actual.
B. Analizar la influencia de los grupos sociales que son gestores del desarrollo del fenómeno, así como, de los factores de cambio.
C. Presentar los resultados finales en forma de escenarios.

Primeramente, definiremos un escenario como, la descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable. Los escenarios describen eventos y tendencias, y cómo éstas pueden evolucionar en tiempo y espacio (*Fírmenich, 2009*). Asimismo, dependen directamente de su probabilidad de ocurrencia, pudiéndose clasificar de la siguiente manera:

- **Escenarios Posibles**: Aquellos escenarios que se puedan imaginar sin importar si probabilidad de ocurrencia es alta o baja.
- **Escenarios Realizables:** Se tratan de los escenarios cuya ocurrencia es factible, teniendo en cuenta todas las restricciones del sistema.
- **Escenarios Deseables:** Son los escenarios a los que se desea llegar, se pueden clasificar de igual manera como "los escenarios más convenientes". Forman parte de los escenarios posibles y no necesariamente son realizables.

VII.1.1. Objetivos

La metodología de escenarios posee tres objetivos fundamentales, los cuales deben desarrollarse de manera concreta, utilizando el análisis de los factores del sistema y la manera en la que interactúan con el medio y las acciones humanas. Dichos objetivos son:

- Identificar y vincular los factores clave (componentes), que caracterizan al sistema a analizar, mediante un análisis explicativo global.
- Determinar a partir de los factores clave, los actores fundamentales (todos aquellos que puedan influir significativamente sobre el sistema) y los medios de que disponen para concretar sus proyectos.
- Describir en forma de escenarios, la posible evolución del sistema de estudio, a partir de la observación y análisis de los factores clave, así como, de las acciones y comportamiento de los actores, respecto a una hipótesis especifica.

Para lograr dichos objetivos, la metodología de escenarios se divide en dos fases: la construcción de la base analítica y la elaboración de los escenarios.

VII.1.2. Construcción de la Base Analítica

La base analítica se construirá a partir de la caracterización de los componentes ambientales (fisicoquímicos, bióticos y socioeconómicos) que integran el SAR. Esto con el propósito de, obtener una visión global del sistema (SAR) y su entorno, obteniendo así, una caracterización más precisa del mismo.

De esta forma, se hará un análisis de la situación actual del sistema, describiendo el estado actual de sus componentes, lo cual nos permitirá encontrar las "tendencias de cambio" dentro de los mismos. Por lo tanto, se describirán los componentes que integran el medio fisicoquímico (aire, agua y suelo), biótico (flora y fauna) y socioeconómico (paisaje, empleo y desarrollo económico).

La base analítica construida a partir de los componentes ambientales del área de estudio, constituye una fuente de información significativa, para determinar los impactos ambientales esperados por la implementación del proyecto en el medio. Por lo anterior, se podrán establecer medidas de manejo ambiental apropiadas, asimismo, se implementarán programas ambientales que garantizarán su cumplimiento, de esta forma, la continuidad de los elementos que conforman el predio y sus zonas de influencia, no será afectada por la inserción del proyecto. Una vez realizada la base analítica, obtenida a partir del análisis de la situación actual de los componentes claves del SAR, identificando los posibles impactos que la implementación del proyecto podría ocasionar en el sistema, y estableciendo los programas que verificarán el cumplimiento de dichas medidas, se determinaran los escenarios a desarrollar.

VII.1.3. Determinación de los Escenarios

Los escenarios tomarán como variable la inserción del proyecto en el sistema y la implementación de medidas de manejo ambiental durante el desarrollo del mismo, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas y las esperadas en cada uno de los escenarios.

El desarrollo de estos, permitirá prever los posibles impactos ambientales sobre los componentes ambientales del sistema, con y sin la presencia del proyecto, lo cual nos permitirá comparar las condiciones ambientales actuales y posteriores a la ejecución del mismo.

- **Escenario Ambiental "A" (sin proyecto):** Se considerará la situación ambiental actual del área del predio y del SAR. La descripción de este escenario considera que las condiciones naturales del área de estudio, presentan impactos previos, originados por actividades humanas, esto se debe a que el predio se sitúa dentro de un área urbanizada, perteneciente a una localidad con desarrollo turístico.

- **Escenario Ambiental "B" (con el proyecto y sin medidas de manejo):** Considera la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y obras que el proyecto desarrollará en sus distintas etapas presentadas a lo largo de este documento, tomando como referencia el Sistema Ambiental Regional delimitado y descrito en el Capítulo IV, así como, los posibles impactos ambientales que se pudieran generar con las actividades a realizar durante las etapas del proyecto.
- **Escenario Ambiental "C" (con el proyecto y con medidas de manejo):** Se tomo la descripción de los aspectos citados en el escenario "B", incorporando las medidas de manejo ambiental propuestas en el Capítulo VI. El pronóstico de este escenario, se abordará a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones del proyecto sobre el medio, tras la implementación del mismo y la ejecución de las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para lo anterior, se debe tomar la dinámica ambiental del proyecto, considerando la aplicación de las medidas como parte del mismo y la situación ambiental que prevalece al momento del estudio (antes de la inserción del proyecto).

VII.1.4. Elaboración del Pronóstico Ambiental a partir del Desarrollo del Proyecto

Con base en el análisis de los escenarios, se elaborará el pronóstico ambiental que resulta de la inserción del proyecto en los componentes ambientales del medio, tomando en consideración la aplicación de las medidas de manejo ambiental y la ejecución de los programas ambientales, propuestos en el capítulo IV.

Asimismo, se deben señalar los beneficios de la aplicación y ejecución de las medidas y programas ambientales a los componentes que integran al sistema, con la finalidad de evaluar la evolución de los procesos propios del SAR, en cuanto a la mejora esperada en su calidad ambiental. De esta manera, se podrá visualizar la interacción final que tendrá la implementación del proyecto con respecto a los componentes sociales y procesos biológicos, descritos a lo largo del documento.

VII.2. PRONÓSTICO AMBIENTAL

El pronóstico ambiental puede definirse como la proyección de los posibles cambios o modificaciones en los elementos naturales, resultado de las actividades humanas, fenómenos naturales o el desarrollo de un proyecto en un lugar determinado. Este pronóstico es una herramienta clave para identificar riesgos, evaluar alternativas y establecer medidas de manejo ambiental que se ajusten a las condiciones y problemáticas específicas de una región.

En el presente documento se realizó la caracterización de los componentes ambientales de la región donde se pretende establecer el proyecto. Asimismo, se identificaron los impactos potenciales derivados de las actividades propuestas y la ejecución de las obras. Todo esto con el objetivo de implementar medidas de manejo y programas ambientales que promuevan la conservación de los elementos naturales.

Por lo tanto, mediante la metodología de "Escenarios para Estudios Prospectivos" se elaborará el pronóstico ambiental del proyecto, lo que nos permitirá visualizar la interacción final del desarrollo con los aspectos bióticos y abióticos previamente identificados en la región correspondiente al SAR.

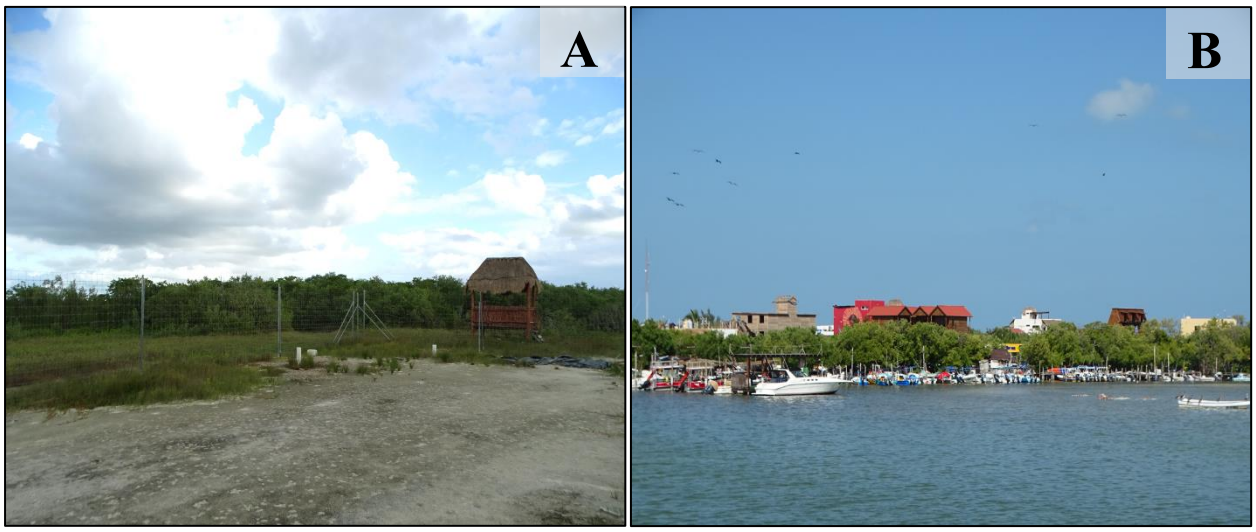
VII.2.1. Base Analítica de los Componentes Ambientales Actuales

La construcción de la base analítica, se realizará a partir de la descripción actual de cada factor ambiental, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas.

Tabla VII.1.- Descripción actual de los componentes que integran al SAR.

Componente Ambiental	Estado Actual del Componente
Medio Fisicoquímico	
Aire	De acuerdo con los datos de los sensores de calidad del aire del municipio de Lázaro Cárdenas, la calidad del recurso se considera satisfactoria, representando un riesgo casi nulo para la población. Asimismo, el Atlas de Riesgo para el Estado de Quintana Roo menciona que la principal fuente de contaminación del elemento natural, son los vehículos y medios de transporte debido a la emisión de gases de efecto invernadero. Por otro lado, la morfología de la región (sin elevaciones de importancia) favorece la dispersión de los elementos contaminantes por medio de las corrientes de viento, evitando así su acumulación.
Agua	La zona se caracteriza por un sistema de corrientes resultantes de la acción del oleaje sobre una ramificación proveniente del Mar Caribe. La hidrodinámica resultante del comportamiento del acuífero, esta alterada por la presencia de dos periodos (lluvias y época de sequías). La contaminación del acuífero se evidencia a nivel freático; siendo sus posibles causas la disposición inadecuada de las aguas residuales y los tiraderos a cielo abierto, propiciando su infiltración en el acuífero, lo cual deteriora su calidad. El crecimiento económico, poblacional y el desarrollo desmedido de la infraestructura urbana, eleva el riesgo de producir impactos al recurso, degradando la calidad del recurso. Por lo tanto, la implementación de medidas de manejo ambiental y la buena gestión respecto a la calidad del agua subterránea, debe ser una prioridad para conservar el estado actual del componente.
Suelo	Debido a la estructura del suelo y la carencia de cuerpos de agua o corrientes superficiales dentro de la Isla, los procesos de acreción y erosión son fácilmente identificables. El grupo de suelo "Arenosol" (AR), se encuentra distribuido en el borde norte de la Isla y comprende toda la zona de playa. No se utiliza para actividades agrícolas, pues mantienen un bajo rendimiento y presentan una alta susceptibilidad a la erosión. Presenta un material paternal de textura gruesa, con una baja permeabilidad, debido a su poca retención de agua o nutrientes.
Medio Biótico	
Flora	La mayor parte de Holbox tiene un crecimiento sustancial de mangle en los canales internos de la Isla, y al norte de la Laguna Conil. Las especies de mangle con mayor abundancia son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*), seguido por el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y ocasionalmente se encuentra el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), las cuatro especies se encuentran listadas en la categoría de Amenazada (A) dentro de la NOM-059 SEMARNAT- 2010. De igual forma, la vegetación de matorral costero, mezclado con algunas palmas remanentes, forma la mayor parte de la vegetación que se esparce entre los manglares y dunas playeras, así como, de las dunas pioneras, orientadas en el límite oceánico de la Isla.

Componente Ambiental	Estado Actual del Componente
Fauna	En la isla se identificaron los cuatro tipos de cordados, destacando el grupo de las aves, las cuales aprovechan la vegetación de manglar para su protección, reproducción, alimentación y crianza. Por lo tanto, su protección mantendrá la biodiversidad de las poblaciones de fauna silvestre.
Medio Socioeconómico	
Paisaje	La estructura urbana propia de la localidad de Holbox, se basa en una zona central que acumula mayoría de los servicios turísticos, administrativos y públicos, el trazo vial es ortogonal en el centro de la mancha urbana. Sin embargo, por las dimensiones y forma de la isla, el trazo se vuelve lineal e irregular. Entre las comunidades vegetales con mayor extensión identificadas, se encuentran las comunidades de manglar distribuidas a lo largo de la zona lagunar. La fragilidad paisajística del SAR se consideró como alta, debido a que no cuenta con una buena capacidad de absorción visual. Un ejemplo de esto se encuentra en la zona de costa, donde la implementación de obras ha modificado el paisaje natural de las extensas barras de arena que circundan la isla.
Aspectos Sociales	De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda (2010), la población en la Isla era de 1,486 habitantes, 771 hombres (52 %) y 715 mujeres (48 %). Asimismo, se registraron 760 viviendas, de las cuales; 412 están habitadas, 68 se encuentran desalojadas y 275 son viviendas particulares de uso temporal. El servicio de salud es proporcionado por SESA. La atención a las zonas rurales se realiza por medio de una unidad móvil, se cuenta con un Centro de Salud dentro de la Isla. El agua potable proviene de dos pozos profundos ubicados en la zona continental de Quintana Roo, a 7.5 kilómetros de Chiquilá. Por otro lado, el servicio de alcantarillado sanitario, se da a través del drenaje al vacío, en el que se emplean válvulas de vacío que evacuan el aire de las líneas de alcantarillado, lo que impulsa el flujo de aguas hasta hacerlo llegar al sitio de tratamiento; este sistema se instaló en la Isla en el año 2003.
Desarrollo económico	De acuerdo con los datos del 2010, la Población Económicamente Activa (PEA) de la isla era de 700 personas, de las cuales el 69.43% son hombres y el 30.6 mujeres. La Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de Holbox fue de 1.85 % (promedio anual); siendo sensiblemente más baja que la tasa estatal que se ubicó en 4.24 % el mismo año.



Fotografías VII.1 y 2. **A)** Vista general de las condiciones actuales del predio. Se puede apreciar las áreas sin vegetación, en donde se desplantarán los elementos estructurales. **B)** Condiciones actuales del puerto y la zona urbana de la isla, donde se aprecia un aumento en la infraestructura y transporte marítimo.

VII.2.2. Desarrollo de los Escenarios Planteados

El desarrollo de los escenarios se realizará a partir de la base analítica, la descripción ambiental del sitio, el diagnóstico ambiental, la evaluación de los impactos y las medidas de manejo ambiental propuestas.

Tabla VII.2.- Interpretación de los escenarios planteados para el proyecto.

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**	**Escenario con proyecto y medidas de mitigación**
Medio Fisicoquímico			
Aire	Debido a la magnitud del proyecto, no se prevé una disminución en la calidad del recurso durante el desarrollo de las actividades a realizar. Por lo que, en un escenario sin la inserción del proyecto en el medio, la calidad del recurso no tendría un cambio significativo. Cabe señalar que, debido al aumento de fuentes contaminantes en el municipio, la calidad del recurso tendrá de manera eventual una disminución en su calidad, sin importar, la ejecución del proyecto.	El flujo de vehículos y maquinaria aumentará durante las etapas de preparación y construcción, por lo que habrá un aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, asimismo, se incrementará la dispersión de polvos y partículas en las áreas circundantes al proyecto. Esto producirá un riesgo para la salud de los trabajadores y de las personas que habiten en las proximidades del área donde se desarrollará el proyecto, debido a la mala calidad del recurso.	Debido al aumento en el flujo de vehículos y maquinaria para el desarrollo del proyecto, se implementarán medidas de manejo ambiental, tales como: • Humedecer el material fino o cubrirlo durante su utilización, con el objetivo de disminuir su dispersión. • Mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria, para reducir la emisión de gases contaminantes y ruido. La implementación de las medidas descritas en el Capítulo VI, reducirá los posibles impactos, los cuales serán locales y de corta duración.
Agua	Debido al constante crecimiento de la mancha urbana que caracteriza a la región, no es posible descartar la degradación del recurso por actividades antropogénicas o la mala disposición de los residuos, lo cual degrada directamente al acuífero. Se debe recordar, que la afectación al recurso continuaría de manera progresiva, con o sin la implementación del proyecto.	Dentro de las actividades del proyecto no se contempla el uso, aprovechamiento o descarga alguna sobre ningún cuerpo de agua cercano o dentro de los límites del SAR. Sin embargo, en el escenario donde se realice el proyecto sin la aplicación de medidas de manejo, se pronostica la ocurrencia de impactos, por la generación de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial que, de no contar con una disposición final adecuada, terminarán contaminando el suelo y el agua de la zona del proyecto.	En el escenario donde el proyecto se lleve a cabo, aplicando las correctas medidas de manejo, se prevé que la calidad del recurso no se vea afectada por el desarrollo e inserción del proyecto en el medio. Algunas de estas medidas son: • Colocación de sanitarios portátiles durante las diversas etapas del proyecto. • Mantenimiento constante de la maquinaría y vehículos para evitar el derrame de hidrocarburos. • Implementar el Programa de Manejo Integral de Residuos.

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**	**Escenario con proyecto y medidas de mitigación**
Suelo	En un escenario donde el proyecto no se lleve a cabo, el recurso del suelo mantendrá su calidad actual. Cabe señalar que, en el área urbana donde se pretende desarrollar el proyecto, el suelo presenta impactos previos, por actividades humanas como el desarrollo de infraestructura, por lo que, de manera eventual, habrá una disminución en su calidad. La calidad de este recurso se ve afectada principalmente por el manejo inadecuado de los residuos sólidos que derivan a lixiviados, los cuales tienen una rápida infiltración, provocando una disminución en la calidad del suelo.	Las obras y actividades que se pretenden realizar dentro de los límites del predio, consideran la ocurrencia de ciertos impactos potenciales durante las etapas de realización. Durante la etapa de preparación del sitio se prevé la remoción de individuos vegetales presentes en el predio, lo cual ocasionaría un aumento en la erosión del suelo, asimismo, las excavaciones y el desplante de las obras, provocara la compactación del recurso. De esta forma, sin la aplicación de medidas de manejo ambiental durante el desarrollo de las obras, se prevé un deterioro a la calidad del suelo, debido a la erosión y posible infiltración de sustancias contaminantes, al no contar con un adecuado manejo de residuos.	Durante el desarrollo del proyecto, se garantizará la aplicación de medidas de manejo ambiental, tales como: • La implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos. • Establecimiento y etiquetado de contenedores para los residuos. • Mantener sitios puntuales de excavación para el desplante de las obras. • La remoción puntual de individuos vegetales, solo en las zonas que lo ameritan. Manteniendo la aplicación de las medidas propuestas, la calidad del recurso no se verá disminuida, debido a que se mantendrá áreas permeables para no afectar la infiltración del agua, reduciendo de igual manera la erosión que se podría provocar.
Medio Biótico			
Flora	Sin el desarrollo de proyecto los individuos identificados en el predio continuarán con su crecimiento. Sin embargo, se debe señalar que la cobertura vegetal dentro del área de estudio, no pertenece a una comunidad vegetal, si no a la ausencia de obras que requerirían del desplante del terreno. Por lo tanto, sin el desarrollo de proyecto dichos individuos mantendrían un crecimiento, pero no conformarían parte de una comunidad vegetal representativa para la región.	Sin la aplicación de medidas de manejo adecuadas, la vegetación dentro del área de estudio se vería comprometida, por la remoción de individuos de manera desmedida en sitios donde no se establecerán obras. Cabe señalar que, el suelo también presentaría modificaciones en sus características como su densidad, porosidad, capacidad de retención, permeabilidad, entre otros. Sin embargo, se debe mencionar que los individuos presentes en el predio se deben a la ausencia de obras dentro del predio.	Dentro del escenario donde el proyecto implemente las medidas de manejo adecuadas, la afectación de los individuos presentes en el predio y las comunidades vegetales cercanas al área será mínima. Algunas de estas medidas son: • Mantener sitios puntuales de construcción, para mantener una remoción de vegetación establecida y autorizada. • La aplicación del Programa de Conservación ambiental. • La implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos.
Fauna	Sin el desarrollo del proyecto, las comunidades locales de fauna no se verían	De no contar con medidas de manejo durante el desarrollo del proyecto, las especies de fauna	Con la implementación de las medidas de manejo ambiental, durante el desarrollo del

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**	**Escenario con proyecto y medidas de mitigación**
	afectadas, debido a la baja riqueza registrada en el área del predio, al estar dentro de un área con un alto grado de urbanización. El grupo predominante en el área (aves) mantendría sin alteraciones su comportamiento actual.	se verían afectadas por la dispersión de residuos generados durante las actividades a realizar, debido a la contaminación de las comunidades vegetales que son cruciales para su desarrollo. Asimismo, se afectaría a la población de la misma causando su desplazamiento. Cabe señalar que la riqueza registrada en el área es baja, debido a las características de la región.	proyecto, no se prevé ningún impacto significativo a las comunidades de fauna que caracterizan a la región. Algunas de estas medidas son: • Se llevará a cabo el ahuyentamiento de especies de ser necesario. Asimismo, solo de ser necesario se llevará a cabo la reubicación de los mismos. • Mantener la comunidad de manglar como hábitat natural de la fauna de la zona.
Medio Socioeconómico			
Paisaje	De no realizarse el proyecto, el paisaje conservará su estructura actual, en la cual predomina la infraestructura y obras habitacionales, dejando de lado los componentes vegetales de la zona. Cabe señalar que, debido al constante desarrollo económico de la región, la degradación del recurso irá en aumento, sin importar la implementación del proyecto.	Sin las medidas de mitigación aplicables, el desarrollo del proyecto causaría una perturbación en los elementos naturales que componen al paisaje, ya que se generaría un impacto a la calidad visual por el transitó de maquinaría o el aumento de ruido que podría alejar a fauna presente en el área. Sin embargo, estos impactos no serán de importancia ya que el predio se encuentra dentro de una localidad en constante crecimiento, lo que indica una constante expansión de construcciones para los sectores que predominan en la región.	Por el tipo de obras a elaborar, el proyecto no prevé alteraciones significativas al paisaje, debido a que se integran al paisaje urbano de la localidad. Además, se realizará un mantenimiento periódico, lo que ayudará a preservar la imagen actual de los elementos naturales circundantes al área de estudio. Con la operación del proyecto, el promovente realizará acciones que contribuyan a mantener limpia y conservada el área del predio, al acopiar de forma adecuada los residuos sólidos generados.
Aspectos Sociales	El aspecto social que podría verse afectado sin el desarrollo del proyecto, sería la generación de empleos directos o indirectos para la población de la localidad. Sin embargo, la oferta se mantendrá similar a la contemplada, debido a que la zona es un destino turístico de importancia para la región.	El desarrollo del proyecto representa una oportunidad en la generación de empleos. Sin embargo, la ejecución de las obras sin medidas de manejo, podría ocasionar que los trabajadores se vean afectados por la generación de gases y partículas, así como el ruido producido por parte de la maquinaría. Lo cual generaría problemas de salud a nivel general.	El desarrollo del proyector representa una fuente generadora de empleos directos e indirectos, así como temporales y permanentes, lo cual ayudará al derrame económico de la región. Siguiendo las medidas propuestas en el documento, la calidad de vida y salud de los trabajadores no se verá afectada por el desarrollo de las obras.

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**	**Escenario con proyecto y medidas de mitigación**
Desarrollo económico	En el escenario donde no se lleva a cabo el proyecto, la derrama económica se mantendrá sin cambios significativos para la región. Esto se debe a que la localidad de Puerto Morelos, es un sector turístico de importancia para el estado, aumentando su economía de manera regular.	El desarrollo del proyecto representa un beneficio económico temporal, debido a que, durante el periodo de construcción, habrá una adquisición de productos y servicios de la localidad por parte de los trabajadores y de manera permanente por la generación de empleos. Sin embargo, sin las medidas de manejo propuestas, se pudiera generar un rechazo al desarrollo del proyecto por parte de los habitantes de la región, debido a los riesgos que se puedan ocasionar.	Con el debido establecimiento de las medidas de manejo propuestas, el riesgo para los habitantes de la región, así como de los trabajadores del proyecto, será mínimo. Asimismo, se ha tomado en cuenta la elaboración de este documento y de sus medidas de manejo ambiental, con la finalidad de que el proyecto sea incluyente y exista una relación de beneficio mutuo para el promovente y los habitantes de la localidad. Por lo que se asegurará, la calidad de los recursos ambientales y de los recursos que brindan.

VII 2.3. Pronóstico Ambiental a partir del Desarrollo del Proyecto

Con base en el análisis de los escenarios planteados anteriormente, se elaboró el siguiente pronóstico modificado por la introducción del proyecto en el medio, aplicando las medidas de manejo ambiental propuestas en el Capítulo VI.

La Isla de Holbox es conocida por su riqueza ambiental, ya que alberga una gran diversidad de flora y fauna nativa en sus ecosistemas clave, como manglares, franjas marinas y humedales. La concentración de actividades urbanas en una zona específica de la isla, ha permitido mantener una mayor conservación en parte de sus ecosistemas, lo que subraya la importancia de minimizar los impactos potenciales del proyecto.

En caso de que el proyecto se lleve a cabo sin implementar medidas de manejo adecuadas, se podrían generar impactos negativos significativos, como la alteración de la dinámica hídrica del suelo, reducción de áreas permeables, degradación del acuífero por contaminación de residuos sólidos, entre otros. Además, durante la fase de construcción, podrían generase emisiones de gases de efecto invernadero, dispersión de partículas y ruidos que sobrepasen los límites establecidos. Estos impactos afectarían los elementos naturales de la isla y los servicios ecosistémicos que brindan, así como a las comunidades cercanas.

Sin embargo, con la implementación de las medidas señaladas a lo largo de este documento, los impactos se reducirán drásticamente. Entre las medidas propuestas, destaca la instalación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales, evitando la contaminación del suelo y manto freático. Asimismo, el uso de los soportes estructurales permitirá reducir la compactación del suelo y preservar las áreas de infiltración.

Las actividades de construcción incluirán el manejo controlado de la vegetación, con una remoción puntual en los sitios de desplante, lo que fomentará la recuperación del ecosistema. Asimismo, se reducirán las emisiones partículas y de gases de efecto invernadero, mediante el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos necesarios para las actividades. Se implementarán programas ambientales destinados al manejo óptimo de residuos sólidos, la conservación de las comunidades de manglar y la presencia de contingencias ambientales y fenómenos hidrometeorológicos.

El pronóstico ambiental del proyecto, considerando la aplicación de las medidas de manejo ambiental, es favorable. Las acciones propuestas garantizarán que los impactos negativos sean mínimos, manteniendo la alta riqueza de flora y fauna de la isla. Además, el proyecto se apegará a los lineamientos oficiales, asegurando un equilibrio entre el desarrollo turístico y la conservación de los ecosistemas de Holbox. Por lo tanto, la implementación del proyecto fomentará un modelo de turismo sostenible, que respete los elementos ecosistémicos de la isla, reduciendo la presión sobre el entorno natural.

VII.3. CONCLUSIONES

El predio seleccionado para el desarrollo del proyecto "*Villa Concha*" se encuentra en la subzona de Asentamientos Humanos de Holbox, dentro del Área Natural Protegida (ANP) Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. En esta subzona, están permitidas actividades como el desarrollo de obras públicas o privadas y la ejecución de actividades turísticas de bajo impacto. Por lo tanto, es factible llevar a cabo el proyecto, que consiste en la construcción de una casa habitación de tres niveles destinada a uso eventual por una familia de 10 personas. La obra contempla la integración de ecotecnias y soluciones estructurales diseñadas para minimizar los impactos sobre los componentes ambientales del predio y prevenir acumulaciones significativas de efectos negativos en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Además, el proyecto "*Villa Concha*" se ajusta plenamente a las disposiciones del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam.

Con base en el análisis realizado a través de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R), así como en la descripción de los elementos naturales del área, la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables, la identificación de impactos ambientales y la propuesta de medidas de prevención y mitigación, se concluye que el proyecto es viable. Su diseño arquitectónico y planeación son compatibles con el entorno y armonizan con el paisaje natural de Isla Holbox, Quintana Roo.

El proyecto "*Villa Concha*" también incluye un enfoque integral de sostenibilidad, orientado a la protección y conservación del medio ambiente. Se priorizan ecotecnias como sistemas de captación de agua de lluvia,

tratamiento adecuado de aguas residuales y el uso de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, reduciendo así la presión sobre los recursos naturales locales. Asimismo, las soluciones estructurales implementadas buscan minimizar la huella ecológica del proyecto, garantizando la preservación de los componentes físicos, biológicos y sociales del entorno. Para el proyecto se destinará como *área de conservación* una superficie de 685.485 m^2 equivalentes al 41.03% de la superficie total del predio, para proteger la comunidad de vegetación secundaria arbustiva de manglar que se distribuye en el terreno.

Además de su compatibilidad ambiental, el proyecto "*Villa Concha*" contribuye al desarrollo social y económico de la isla. Su construcción y operación generan empleos directos e indirectos, beneficiando a la comunidad local mediante la contratación de mano de obra, la adquisición de materiales en la región y la promoción de servicios relacionados. Asimismo, el uso eventual del inmueble fomenta una dinámica económica que impulsa actividades como el turismo y los servicios, respetando siempre el enfoque de bajo impacto establecido en el marco normativo del área.

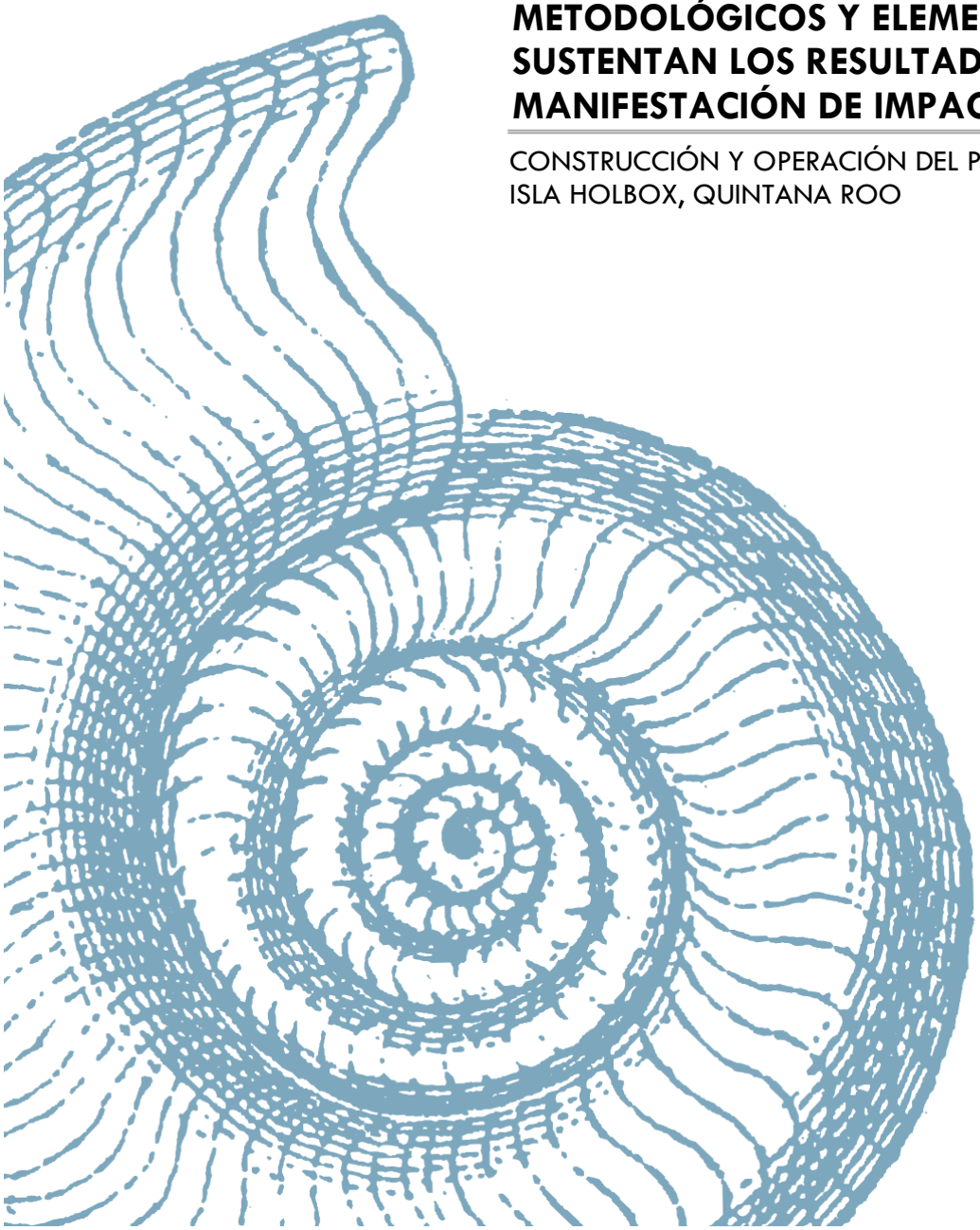
Cabe destacar que se han establecido medidas específicas de prevención, mitigación y compensación para garantizar la protección y conservación de la flora y fauna del sitio durante el desarrollo del proyecto. Asimismo, se vigilará el cumplimiento estricto de dichas medidas y de la normatividad ambiental vigente, asegurando así que el proyecto no genere desequilibrios ecológicos en el ecosistema costero ni ponga en riesgo la existencia o permanencia de la vida silvestre regional.

En conclusión, el proyecto "*Villa Concha*" no solo asegura la preservación ambiental de la isla, sino que también representa una oportunidad de desarrollo económico y social, fortaleciendo el bienestar de la comunidad local y promoviendo un modelo de desarrollo sostenible en Holbox.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO "*VILLA CONCHA*" EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO



Proyecto Ambiental y Sustentable SC

VIII.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El promovente ingresa un ejemplar de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional y copias en medio magnético, una de ellas con la leyenda "Consulta al Público" para ser utilizada en la consulta pública. Asimismo, se adjunta el resumen ejecutivo y la carta responsiva del responsable técnico.

VIII.1.1. Cartografía

Para la elaboración del presente documento, se utilizaron diversos sistemas de información geográfica entre los que destacan: QGIS, Google Earth y SIGEIA. Asimismo, se optó por usar un software de diseño asistido por computadora (CAD) para dibujar, diseñar y modelar (AUTOCAD y CivilCAD).

A través de dichas herramientas se ingresaron coordenadas geográficas (obtenidas mediante el uso de estaciones totales de topógrafos, GPS propios y el GPS integrado en las cámaras fotográficas) de polígonos y de las obras, con la finalidad de identificar las zonas de desplante, la superficie del proyecto, el área de las comunidades vegetales, así como, los espacios donde no hubo registro de vegetación, entre otros.

Para la cartografía se emplearon imágenes de satélite (Google Earth, ESRI Word, entre otros), fotografías áreas obtenidas con un vehículo no tripulado denominado "Phantom 3 SE" (generación propia), croquis (elaboración propia), mapas (elaboración propia con uso de shape´s y kml´s de fuentes oficiales y de creación propia), y planos de obra proporcionados por el promovente.

La cartografía se distribuyó entre los capítulos de la MIA-R, siendo legible para su fácil interpretación, con la excepción de los planos de obra, los cuales se presentarán en el Anexo 2 "Planos del proyecto" del presente documento. A continuación, se presenta el listado de mapas incluidos en el estudio.

Tabla VIII.1.- Lista de los mapas elaborados para la MIA-R.

Lámina	Nombre	Capítulo
I-01	Ubicación Geopolítica del SAR	I
I-02	Ubicación del Predio	I
I-03	Áreas Naturales Protegidas	I
I-04	Zonificación del APFF "Yum-Balam"	I
I-05	Zonificación (acercamiento)	I
I-06	Zonificación respecto al Predio.	I
I-07	Ubicación geopolítica del Predio	I
II-.01	Representación Gráfica Local	II
II-.02	Representación Gráfica Regional	II
II-.03	Coberturas Vegetales Identificadas en el Predio	II
II-.04	Representación Gráfica (Proyecto)	II
II-.05	Distribución de las Áreas a Proyectar	II
II-.06	Elementos Estructurales	II
II-.07	Estructuras de Soporte	II
II-.08	Instalaciones de Sótano	II

Lámina	Nombre	Capítulo
II-.09	Servicios	II
II-.10	Sendero y Regaderas	II
II-.11	Áreas (Planta Baja)	II
II-.12	Obras Temporales	II
II-.13	Ruta de Acceso	II
II-.14	Área de Conservación	II
II-.15	Distribución de las Obras con Desplante Directo	II
II-.16	Superficie de Vegetación a Remover	II
II-.17	Superficie de Vegetación a Remover (Obras Temporales)	II
II-.18	Coordenadas del Área de Conservación (puntos de referencia)	II
III-.01	Programa de Ordenamiento General del Territorio	III
III-.02	POEMyR del Golfo de México y Mar Caribe	III
III-.03	Áreas Naturales Protegidas	III
III-.04	Subzonificación del APFF "Yum-Balam"	III
III-.05	Subzonificación del APFF "Yum-Balam" (acercamiento)	III
III-.06	Regiones Terrestres Prioritarias	III
III-.07	Regiones Hidrológicas Prioritarias	III
III-.08	Regiones Marinas Prioritarias	III
III-.09	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	III
III-.10	Sitios Ramsar	III
III-.11	Sitios Terrestres Prioritarios	III
III-.12	Sitios Marinos Prioritarios	III
IV-.01	Ubicación Geopolítica del SAR	IV
IV-.02	Componentes Centrales	IV
IV-.03	Coordenadas del SAR	IV
IV-.04	Zonas de Influencia	IV
IV-.05	Zona de Influencia Directa	IV
IV-.06	Zona de Influencia Indirecta	IV
IV-.07	Zonificación del APFF "Yum-Balam"	IV
IV-.08	Zonificación del APFF "Yum-Balam" (acercamiento)	IV
IV-.09	Unidad Climática	IV
IV-.10	Temperatura Media Anual	IV
IV-.11	Precipitación Media Anual	IV
IV-.12	Material Geológico	IV
IV-.13	Mapa Digital de Elevación	IV
IV-.14	Ubicación Fisiográfica	IV
IV-.15	Sistemas de Topoformas	IV
IV-.16	Grupos Principales de Suelo	IV
IV-.17	Grupo de Suelo (Clave WRB)	IV
IV-.18	Regiones Hidrológicas	IV
IV-.19	Cuenca Hidrológica	IV
IV-.20	Hidrografía	IV
IV-.21	Acuíferos	IV
IV-.22	Material Geohidrológico	IV
IV-.23	Uso de Suelo y Vegetación (INEGI Serie VII) SAR	IV
IV-.24	Uso de Suelo y Vegetación identificado en el SAR	IV
IV-.25	Uso de Suelo y Vegetación identificado en el SAR (acercamiento)	IV
IV-.26	Uso de Suelo y Vegetación (INEGI Serie VII) Predio	IV
IV-.27	Uso de Suelo y Vegetación identificado en el Predio	IV
IV-.28	Coberturas Vegetales circundantes	IV
IV-.29	Coberturas Vegetales (Predio)	IV

Lámina	Nombre	Capítulo
IV-.30	Área de Conservación	IV
IV-.31	Muestreos de Vegetación realizados en el SAR	IV
IV-32	Muestreos de Vegetación realizados en el SAR (acercamiento)	IV
IV-.33	Muestreos de Vegetación realizados en el Predio	IV
IV-.34	Sistema Lagunar	IV
IV-.35	Deslizamiento de Playa (Isla Chica)	IV
IV-.36	Desplazamiento de Playa (Acercamiento)	IV
IV-.37	Grado de Peligro (Ciclones Tropicales)	IV
IV-.38	Grado de Peligro (Sequías)	IV
IV-.39	Grado de Riesgo (Inundaciones)	IV
IV-.40	Muestreos de Fauna Realizados en el SAR	IV
IV-.41	Muestreos de Fauna Circundantes al Predio	IV
VIII-01	Registro Fotográfico	IV

VIII.1.2. Fotografías

Como parte de la presente MIA-R, se integró un anexo fotográfico incluido en el Anexo 3. En este se describen los componentes ambientales observados en el área de estudio y sus zonas de influencia (directa e indirecta), así como, en el Sistema Ambiental Regional (SAR) que fue delimitado para el proyecto. Cabe señalar que, a través de los capítulos del presente documento se incluyeron fotografías (aparte del anexo fotográfico), que ejemplifican lo descrito en los textos del estudio. De este modo, lo señalado en la MIA-R puede ser apreciado a través de todas las fotografías consideradas para el presente estudio.

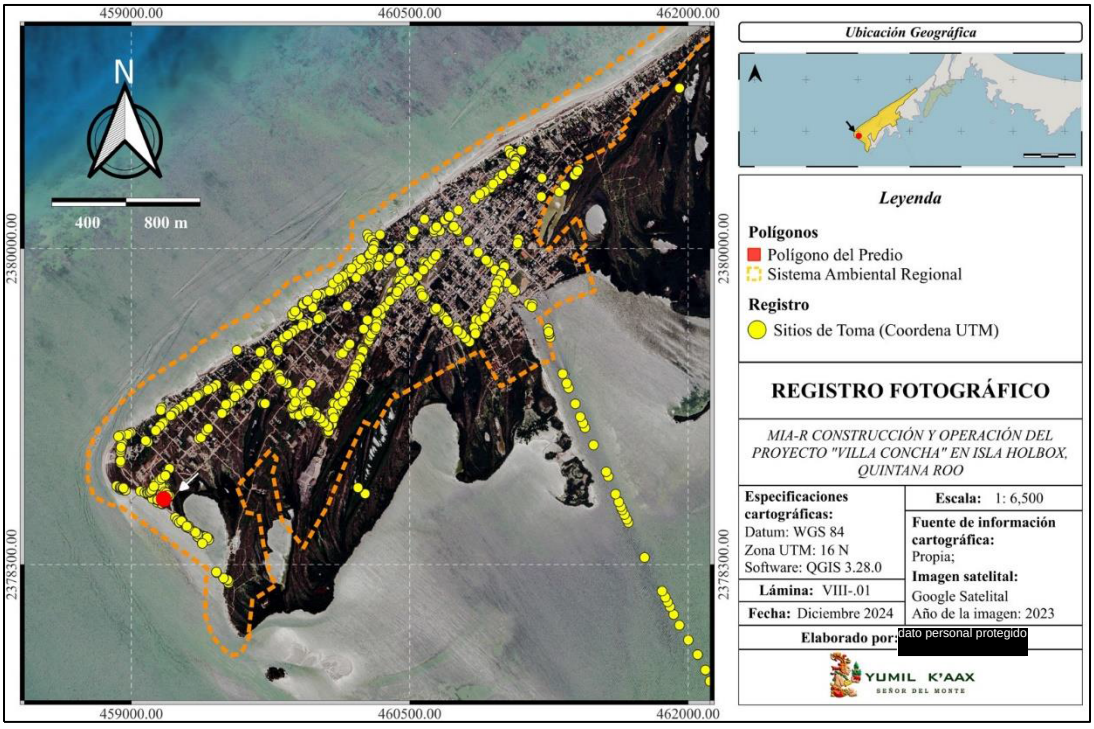


Lámina VIII.1.- Sitios de toma (coordenadas UTM) de fotografías presentadas en el documento.

VIII.2. OTROS ANEXOS

VIII.2.1. Consulta de fuentes de información

Para complementar la información obtenida en campo, se realizó la consulta de diversas fuentes de información (artículos científicos, libros especializados, guías, reportes de periódicos, archivos disponibles en fuentes web, informes técnicos, entre otros). En los capítulos correspondientes se presentó la lista de las fuentes de información consultadas. Asimismo, para el capítulo III se presentó como apartado cada instrumento jurídico analizado, fungiendo como el referente de la fuente consultada. En cuanto a la cartografía, como complemento se consultó la información disponible en distintas fuentes web y literaturas especializadas para delimitar los polígonos de interés.

VIII.2.2. Diagramas y gráficos

A través de los capítulos de la MIA-R, se presentaron diagramas y gráficas. Los primeros fueron elaborados por el equipo técnico de obra para las especificaciones de equipos; los segundos fueron obtenidos de fuentes oficiales como el INEGI y la CONAGUA, además, se elaboraron gráficas de fuente propia considerando los datos presentados en los programas de desarrollo del estado de Quintana Roo.

VIII.3. METODOLOGÍAS Y ANÁLISIS DE DATOS

VIII.3.1. Metodología para la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

Originalmente desarrollado por Wischmeier y Smith, el modelo de la ecuación EUPS ha demostrado ser una herramienta de importancia para la conservación del recurso suelo, debido a, que puede ser usada en cualquier región geográfica, modificando sus factores con respecto a los parámetros identificados en el área. Este modelo calcula el promedio anual de erosión usando una relación funcional de varios factores expresados en la siguiente ecuación:

$$E = (R)\ (K)\ (LS)\ (C)\ (P)$$

Donde:

- **E** = Tasa de Erosión anual (ton/ha/año)
- **R** = Factor de erosividad de la lluvia (MJ.mm/ha.h)
- **K** = Factor de erodabilidad del suelo (ton h/MJ mm)
- **LS** = Factor topográfico longitud-pendiente (atemporal)
- **C** = Factor de vegetación y cultivos (atemporal)
- **P** = Factor de prácticas de conservación (atemporal)

Por otra parte, la erosión potencial puede calcularse multiplicando los factores (**R**), (**K**) y (**LS**), los cuales se consideran inmodificables. Los factores (**C**) y (**P**) están destinados a la protección del recurso, por medio de prácticas y obras de manejo que reducen las posibles pérdidas del recurso, por lo tanto, sus valores están ligados al tipo de obra/ práctica de conservación, así como la eficiencia de la misma.

La ecuación para la erosión potencial se expresa como:

$$\mathbf{E_p = (R)\ (K)\ (LS)}$$

Para utilizar este modelo, se han propuesto diversas metodologías para estimar cada una de las variables; sin embargo, la aplicación de estos métodos en el campo es difícil de realizar, por no contar con la información necesaria. Para evitar este problema, se presentará una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en el país, (Martínez, 2005).

A continuación, se presenta a detalle cada uno de los factores que integran la ecuación.

Factor de erosividad de la lluvia (R)

El factor **R** representa la fuerza erosiva de las precipitaciones, es decir, representa la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado a un área en específico; para determinarlo se requiere obtener la intensidad máxima de lluvia en 30 min consecutivos **(I_{30})** y determinar la energía cinética asociada **(Ec)**. La erosividad de la lluvia sería el producto de ambas. La complejidad de este procedimiento radica en que dichos datos suelen ser inexistentes o muy complicados de obtener. Por ello, se han desarrollado otras formas para estimarlo como el propuesto por *Montes-León y colaboradores (2011)* utilizado para calcular el factor **R** en el Mapa Nacional de Erosión.

En dicha metodología se correlacionaron los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible *(Figueroa, et al., 1991)*. De acuerdo con esto, se elaboraron modelos de regresión que permitieron obtener ecuaciones de referencia donde solo es necesario introducir los datos de precipitación anual para el sitio específico y con ellos estimar los valores de **R** *(Montes-león et al., 2011; PROCYMAF, 2010)*. Estas ecuaciones fueron calculadas de manera regionalizada para todo el país formando catorce regiones, las cuales se muestran en la siguiente figura.

Tabla VIII.2. Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana para el cálculo del factor **R.**

Región	Ecuación	R^2
I	$R = 1.2078* P + 0.002276* P^2$	0.92
II	$R = 3.4555* P + 0.006470* P^2$	0.93
II	$R = 3.6752* P - 0.001720* P^2$	0.94

Región	Ecuación	R^2
IV	$R = 2.8559* P + 0.002983* P^2$	0.92
V	$R = 3.4880* P - 0.00088* P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847* P + 0.001680* P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334* P + 0.006661* P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967* P + 0.003270* P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458* P - 0.002096* P^2$	0.97
X	$R = 6.8938* P + 0.000442* P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745* P + 0.004540* P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619* P + 0.006067* P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427* P - 0.00108* P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005* P + 0.002640* P^2$	0.95

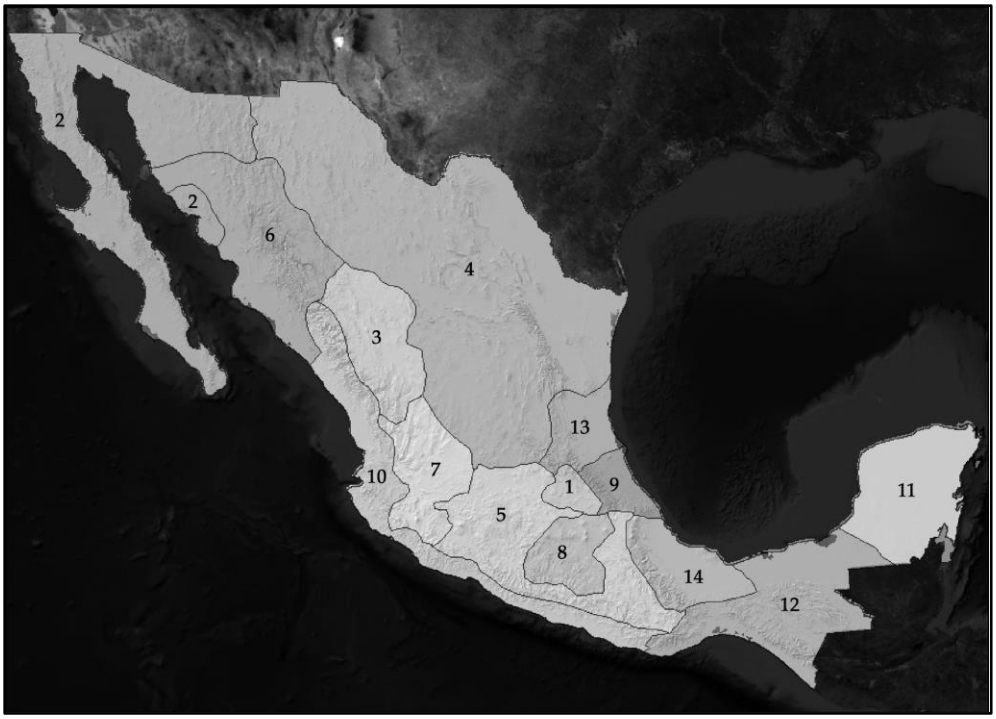


Figura VIII.1. Regionalización nacional del factor **R**, de acuerdo a la tabla anterior.

Factor de erodabilidad del suelo (K)

El factor **(K)** indica el grado de susceptibilidad de un horizonte del suelo a la erosión. La erodabilidad puede concebirse como la facilidad con la que el suelo es desprendido por el salpicado de las gotas durante la lluvia, el flujo superficial o ambos.Tradicionalmente, la metodología usada para determinar **K** es el nomograma de Wischmeier y Smith, el cual toma en cuenta las propiedades intrínsecas del suelo, como

contenido de materia orgánica, contenido de arenas, contenido de limos, estructura y permeabilidad, entre otras (*Renard, 1997*).

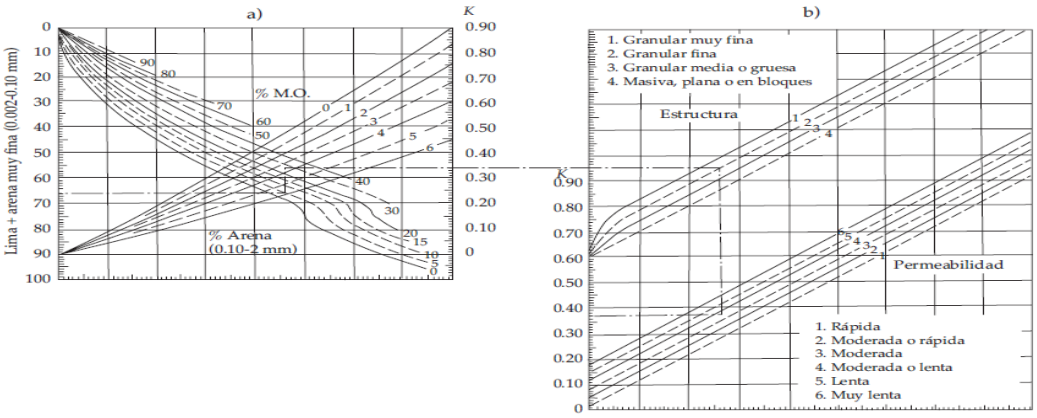


Figura VI.2. Nanograma de Wischmeier y Smith para el cálculo del factor **K.**

Sin embargo, como ocurre con el factor **R,** la obtención de datos puede ser costosa, además de complicada, por lo que la SAGARPA (2005), indica que cuando no se cuente con la suficiente información para estimar este factor se utilice el método de la FAO, donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo FAO/UNESCO y la textura como parámetros para determinar **K**, debiendo realizar un ajuste para el uso adecuado a las características del recurso en el país. Es de importancia mencionar, que a medida que el valor de K aumenta, se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

Este método determinar el valor de K, mediante características conocidas del suelo, como su textura y el porcentaje de materia orgánica que lo constituye (bajo, medio o alto).

Tabla VIII.3. Valores de **K** propuestos por la FAO, de acuerdo al porcentaje de materia orgánica y textura de los suelos. (Martínez, 2005).

Textura	**% de materia orgánica**		
	0.0 – 0.5	**0.5 – 2.0**	**2.0 – 4-0**
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenoso	0.027	0.024	0.019

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	**0.5 – 2.0**	**2.0 – 4-0**
Migajón arenoso fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenoso muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcilloso	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 – 0.029		

Factor topográfico longitud-pendiente (LS)

El factor topográfico se conforma de los elementos de longitud y pendiente, la longitud se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, es decir, el punto donde ocurre la sedimentación, mientras la pendiente está dada por la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud (*PROCYMAF, 2010*). La pendiente media del terreno se puede calcular según la siguiente formula:

$$S = Hf\text{-}Hi/L$$

Donde:

- **S** = Pendiente media del terreno (%)
- **Hf** = Altura máxima del terreno (m)
- **Hi** = Altura mínima del terreno (m)
- **L** = Longitud del terreno (m)

Una vez estimado el valor de la pendiente y su longitud, para el cálculo del factor **LS**, se puede utilizar la siguiente fórmula que se encuentra estandarizada (*PROCYMAF, 2010*).

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S^2)$$

Donde:

- **LS** = Factor topográfico grado y longitud de la pendiente
- **λ =** Longitud de la pendiente
- **S** = Pendiente media del terreno
- **m** = Constante fija cuyo valor es 0.5

Factor de vegetación y cultivo (C)

El factor **C** tiene el objetivo de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de cultivo en las tasas de erosión. Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivo, y, en general, durante los cambios en el uso de suelo (*Montes-León, et al., 2011; PROCYMAF, 2010*). Cuando no existe cobertura vegetal, el valor de **C** es la unidad.

A medida que la cobertura vegetal aumenta, el valor de **C** disminuye hasta llegar a 0, en un terreno totalmente protegido. Además de la vegetación, el valor de **C** considera la presencia de residuos vegetales y los sistemas radiculares, ya que estos elementos contribuyen a mantener al suelo en su sitio e incrementan la infiltración. El factor **C** ha sido estimado para diferentes tipos de vegetación y usos de suelo alrededor del mundo, por lo que existen valores de referencia.

Tabla VIII.4. Valores de **C** para los usos de suelo y vegetación presentes en el país.

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.10	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de táscate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva baja espinosa caducifolia	0.50

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Matorral de coníferas	0.20	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico roetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.10
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Factor de prácticas de conservación (P)

El valor **P** se define como, la tasa relativa de pérdida de suelo con una práctica específica con respecto a la pérdida de suelo correspondiente en un área con un manejo de laboreo combinado, volteando el suelo pendiente arriba y pendiente abajo. El factor **P** se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varia de 0 a 1.

Si el valor de **P** es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión (Montes-León, et al., 2011; PROCYMAF, 2010).

En la siguiente tabla se muestran los valores P que se utilizan para diferentes prácticas y obras. En dado caso de no detectarse un área significativa en donde se lleve a cabo algún tipo de práctica de conservación, el factor **P** puede considerarse como la unidad.

Tabla VIII.5. Factor **P** utilizado en diferentes prácticas y obras de conservación.

Práctica	Valor de P
Surcado al contorno	0.745 – 0.90
Surcos rectos	0.80 – 0.95
Franjas al contorno	0.60 – 0.80
Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.50
Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.60
Terrazas (mayor de 13%)	0.80
Terrazas de Banco	0.10
Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05

El cálculo de la erosión hídrica es útil para identificar zonas donde es necesario implementar planes de manejo y conservación de cuencas. Asimismo, es posible identificar zonas con altos índices de producción de sedimentos susceptibles al desprendimiento, los cuales podrían ser transportados y depositados en los cauces de ríos, disminuyendo la capacidad útil de estos. Los rangos de clasificación hídrica actual y potencial a nivel nacional (Montes-León, et al., 2011) se presentan a continuación.

Tabla VI.6. Rangos de clasificación para la erosión hídrica

Tipo	Rango (ton/ha/año)	Clasificación
1	< 50	Baja
2	50 – 100	Media
3	100 – 150	Considerable
4	150 – 200	Alta
5	200 – 250	Muy alta
6	> 250	Extrema

VIII.4. FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación, se presentan las fuentes de información que fueron de utilidad para el estudio:

- Aguirre-Alvarez, A.A. 1989. Clinical and Toxicological Findings in Caribbean Flamingos (*Phoenicopterus ruber ruber*) During a Recent Outbreak of Lead Poisoning in Yucatan, Mexico. In: Olsen, J. H. and M. Eisanacher. Proc. 1989 Annual meeting. American Association of Zoo Veterinarians. Greensboro, North Carolina.
- Aguilar-Salazar, F., J.A. González-Iturbe, A. Sentíes Granados, M. Rueda, J. Herrera-Silveira, I. Olmsted, F. Remolina-Suárez, J. Martínez-Aguilar, R. Figueroa-Paz, y F. Figueroa-Paz. 2003. Batimetría, variables hidrológicas, vegetación acuática sumergida y peces de la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, México. Grupo Editorial Regiomontano, S. A. de C. V. Cancún, Q. Roo. 25 pp.
- Aguilar-Salazar, F 2003, Batimetría, Variables Hidrológicas, Vegetación Acuática Sumergida y Peces de la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, México, Instituto Nacional de la Pesca, 23 pp.
- Bouchard, S. S. y K. A. Bjorndal. 2000. Sea turtles as biological transporters of nurtrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. Ecology, 81: 2305 – 2313.
- Colmenero, R.L.C. 1984. Nuevos Registros de Manatí (*Trichechus manatus*) en el Sureste de México. An. Inst. Biol. UNAM. Serie Zool. 56 (2): 589-602.
- Colmenero, R. L.C. y M.E. Hoz. 1986. Distribución de los Manatíes, Situación y su Conservación en México. An. Inst. Biol. UNAM. Serie Zool. 56 (3): 955-1022.
- CONANP. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de RAMSAR. Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. 22 p.
- Corona, A. P., Servón, P. F., & Martínez, O. F. (2016). Suelos, agua, inundaciones y cambio climático en zonas de karst: el caso de Quintana Roo, México. *Geos*, *36*(2).
- Cervantes M., A., Gutiérrez A., M. A., Álvarez L., T. (2015). Indicadores de la calidad del agua en lagunas insulares costeras con influencia turística: Cozumel e Isla Mujeres, Quintana Roo, México. Teoría y Praxis. Publicación semestral ISSN 1870-1582 número especial, Año 10, Cozumel, Quintana Roo, México.
- Contreras-Espinosa, F. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana. 415 pp.

- Cuevas, E., F. A. Abreu-Grobois, V. Guzmán-Hernández, M. A. Liceaga-Correa y R. P. van Dam. 2008. Post-nesting, migratory movements of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in waters adjacent to the Yucatan Peninsula, Mexico. Endangered Species Research, 10: 123 – 133.
- Correa, J. y E. Battlori.1990. Dispersión de Flamencos (*Phoenicopterus ruber*) en la Costa de la Península de Yucatán. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del I.P.N., Mérida, Yucatán, México.
- De la Parra-Venegas, R., R. Hueter, J. González-Cano y J. Tyminski. 2011. An unprecedented aggregation of whale sharks, Rhincodon typus, in Mexican coastal waters of the Caribbean Sea. PLoS ONE 6: e18994.
- Díaz-Martín, M.A., E. Torres-Mejía y J. Espinoza-Avalos. 1998. Lista de algas del Area de Protección Yum Balam, Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical. Rev. biol. trop v.46 n.3.
- Díaz-Aguilar, C., E. Cuevas-Flores y S. Gallegos-Fernández. 2015. Diseño de un protocolo de monitoreo de tortugas marinas en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. PPY/CONANP/MARFUND/German Cooperation. 25 p.
- Duarte, C. M., y C. L. Chiscano. 199). Seagrass biomass and production: a reassessment. Aquatic botany, 65(1), 159-174.
- Durán R., Torres W. y Espejel I. En Prensa. La vegetación de la duna costera del estado de Yucatán. En: Durán R., Méndez M. y Arellano J. Eds. Diversidad biológica y desarrollo humano en Yucatán. CICY, SEDUMA PNUD, CONABIO.
- Espino-Barros, R. y G.A. Baldasarre.1989. Activity and Habitat-Use Patterns of Breeding Caribbean Flamingos in Yucatan, México. Condor 91: 585-591.
- Espinoza A. J. 1993. Macroalgas Marinas del Golfo de California. p. 328-357. In (S.I. Salazar Vallejo y N.E. González, eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Com. Nac. Biodiv.& CIQRO. México.
- Flores, O. y P. Gerez.1988. Conservación en México: Síntesis sobre Vertebrados Terrestres, Vegetación y Uso del Suelo. INIREB, México. 302 pp.
- Flores S. y Espejel I. 1994., Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Etnoflora Yucatanense Fasciculo 3. Yucatán, México.
- Genoways, H.H. y J.K. Jontes Jr. 1975. Annotated Checklist of Mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. IV Occas. Papers Mus. Texas Tech. Univ. 26: 7-22.

- Green, E. P. y F. T. Short. 2003. World Atlas of Seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press. Berkely, USA.
- Gómez A.S. 1993. Cacerolita de Mar (*Limulus polyphemus* L.) en la Península de Yucatán. p. 650-659. *In* (S.I. Salazar Vallejo y N.E. González, eds.) Biodiversidad Marina y Costera de México. Com. Nac. Biodiv. & CIQRO, México.
- Hernández, G. 1995. Reptiles y Anfibios. En: Yum Balam A. C. 1995. Diagnóstico de la Región maya del norte del estado de Quintana Roo.
- Herrera S., J. A., Aranda, N., Troccoli G., L., Comín, F. A., y Madden, C. (2005). Eutrofización costera en la Península de Yucatán.
- Herrera S., J. A., Comín, F. A., y Capurro, L. (2005). Los usos y abusos de la zona costera en la península de Yucatán.
- INEGI 2015. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cuaderno estadístico.
- Jiménez-Sabatini, T., F. Aguilar-Salazar, J. D. Martínez-Aguilar, R. Figueroa-Paz y C. Aguilar-Cardozo. 1998. Una Visión Pesquera sobre la laguna de Yalahau en el Área de Holbox, Quintana Roo, México. Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera del Estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Pesca. México.
- Jones, J.K. et al. 1973. Annotated Checklist of Mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. I Occas. Papers Mus. Texas Tech. Univ. 13: 1-31.
- Lazcano, M., M. Vázquez-Sánchez, I. March, H. Núñez y M. Fuller. 1995. La Región de Yalahau: Propuesta para el Establecimiento de una Zona de Conservación y Desarrollo Sostenible en el Norte de Quintana Roo. CECRN, Colegio de la Frontera Sur, México.
- Lee, J.C. 1980. An Ecogeographic Analysis of the Herpetofauna of the Yucatán Península. Misc. Pub. Univ. Of Kansas. 67:1-75.
- Lee, J.C. 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press.
- López-Calderón, J. y R. Riosmena-Rodríguez. 2010. Pastos marinos en Laguna San Ignacio, Baja California Sur: un ecosistema desatendido. CONABIO. Biodiversitas 93: 7-10.
- Les, D., M. Cleland y M. Waycott, 1997. Phylogenetic Studies in Alismatidae, II: Evolution of Marine Angiosperms (Seagrasses) and Hydrophily. Systematic Botany, 22(3), 443-463.

- Lynch, J.F. 1989. Distribution of Overwintering Nearting Migrants in the Yucatan Peninsula, I. General Patterns of Occurrence. Condor 91: 515-544.
- MacKinnon, B. 2008. Seminario Sobre la Conservacion de la Zona Norte de Quintana Roo-Importancia del Norte de Quintana Roo para la Conservacion de las Aves Residentes y Migratorias. Cancun, Quintana Roo.
- MacKinnon H, B. 2013. Sal a pajarear Yucatán. Guía de aves. Editorial La Vaca Independiente. México, DF.
- Martínez M.L., Moreno–Casasola P. y Castillo S. 1993. Biodiversidad Costera: Playas y Dunas En: Salazar–Vallejo S. I. y González N.E. Eds. Biodiversidad Marina y Costera de México, pp.160–181 CONABIO y CIQRO, México.
- Marrufo, E. R. A., & Hernández, C. P. (2014). Generación y manejo de residuos sólidos en áreas naturales protegidas y zonas costeras: el caso de Isla Holbox, Quintana Roo. *Sociedad y Ambiente*, *1*(5), 92-114.
- Miller TE., Gornish E.S. y Buckley H.L. 2010. Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. Plant ecology 206:97–104.
- Moreno–Casasola P., Espejel I., Castillo S., Castillo–Campos G., Durán R., Pérez–Navarro J.J., León J.L., Olmsted I. y Trejo–Torres J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: Halffter G. (Comp.). La Diversidad Biológica de Iberoamérica Vol. II, pp.177–258 Acta Zoológica Mexicana, nueva serie, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.
- Navarro, D. T.Jiménez y, J. Juárez. 1990. Los Mamíferos de Quintana Roo. En: Diversidad Biológica en la Reserva de Sian ka´an, Quintana Roo, México. Daniel Navarro y John G. Robinson (Editores).
- Navarro, D. 1994. Biogeografía, Conservación y Diversidad de Mamíferos. En: Biodiversidad Faunística en la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Nellemann, C., E. Corcoran, C. M. Duarte, L. Valdes, C. DeYoung, L. Fonseca y G. Grimsditch (Eds). 2009. Blue Carbon. A Rapid Response Assesment. United Nations Environmental Programme. GRID-Arendal, www.grida.no.
- Niño-Torres C. A., M. C. García-Rivas, D. N. Castelblanco-Martínez, J. A. Padilla-Saldívar, M. P. Blanco-Parra and R. de la Parra-Venegas. 2015. Aquatic mammals from the Mexican Caribbean; a review. Hidrobiológica 25 (1): 127-138.

- Olmsted, I. y R. Durán G. 1986. Aspectos Ecológicos de la Selva Baja Inundable de la Reserva de la Biosfera de Sian ka´an, Quintana Roo, México. Biótica 11:151-179.
- Orellana, R., E. García de Miranda, I. Bañuelos, M. Balan, J.A. González-Iturbe, F. Herrera y J. Vidal. 1999. Climatología de la Península de Yucatán. P. Chico-Ponce de León, A. García de Fuentes. (eds.). Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán.
- Pacheco, A., B. Mackinnon, J. Novelo y J. Puc 2010. Evaluacion faunistica rápida de un predio de aves en Isla de Holbox, Quintana Roo, México. Conservemos Mexico, S.A. DE C.V.
- Pereira-Corona, A. (2005). Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región Laguna de Bacalar: México. Universidad de Quintana Roo-Gobierno del Estado-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- POEL Lázaro Cárdenas. UQROO 2008
- Pronatura Peninsula de Yucatan A.C. 2015. Reporte del Programa de monitoreo de las aves residentes y migratorias del APFF Yum Balam.Isla Holbox, Quintana Roo, México.
- Rappole, J.H., E.S. Morton, T.E. Lovejoy,y J. Ruos. 1983. Neartic Avian Migrants in the Neotropics. U. S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service.
- Remolina, F. 1995. Mamíferos. En: Yum Balam A. C. 1995. Diagnóstico de la Región maya del Norte del Estado de Quintana Roo.
- Riosmena-Rodríguez, R., J. López-Calderón, P. Herrera. 2015. Diagnóstico y monitoreo de los manglares respecto a sus servicios ambientales en el ÁPFF Yum Balam. AICMMARH AC. Programa para la Conservación de Especies en Riesgo, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 82 p.
- Shaver, D. J., K. M. Hart; I. Fujisaki, C. Rubio, A.R. Sartain, J. Peña, P.M. Burchfield, D. Gomez-Gamez y J. Ortíz. 2013. Foraging area fidelity for Kemp's ridleys in the Gulf of Mexico. Ecology and Evolution, 3: 2022 – 2012.
- Shaver, D. J., K. M. Hart, I. Fujisaki, C. Rubio, A. R. Sartain-Iverson, J. Peña, D. Gomez-Gamez, R. J. González-Díaz-Mirón, P.M. Burchfield, H.J. Martínez y J. Ortíz. 2016. Migratory corridors of adult female Kemp's ridley turtles in the Gulf of Mexico. Biological Conservation, 194: 158 – 167.
- Stadler, M., M. Salmon y C. Roberts. 2014. Ecological correlates of green turtle (*Chelonia mydas*) abundance on the nearshore worm reefs of Southeastern Florida. Journal of Coastal Research, doi: 10.2112/jcoastres.d.14.00070.1.

- Snedaker, S., J. Clarck e I. Olmsted. 1991. The Status of Biodiversity in Quintana Roo, Yucatán Peninsula. A Review Prepared by the Collaborating Institutions: CINVESTAV, Mérida, México; RSMAS/University of Miami, Miami; CIQRO, Chetumal, Q Roo, México; GEMA, Cancún, México; PRONATURA, Mérida, México; Audubon Society, Tavernier, Florida.
- Salvador, A. G., Alcaide, A. S., Sánchez, C. C. y Salvador, L. G. 2005. *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Pearson Educación.
- Terborgh, J. 1989.- Where Have All the Birds Gone? Essays on the Biology and Conservation of Birds that Migrate to the American Tropics. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.
- Trejo-Torres, J., R. Durán y I. Olmsted. 1993. Manglares de la Península de Yucatán. En: Salazar-Vallejo, S. y N. González (eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO, CIQRO, México.
- Tobón, W., T. Urquiza, B. Ayala-Orozco, E. Calixto, J. Alarcón, P. Koleff, M. Kolb, G. Ramos-Fernández, P. A. D. Dias, C. Domingo-Balcells, V. Arroyo-Rodríguez, M. Améndola, E. García-Frapolli y T.Ortiz-Ávila 2012. Hacia un plan de conservación de los primates mexicanos: prioridades y estrategias. Boletín de la Asociación Mexicana de Primatología 7: 3–16.
- Torres L.N. y Bojórquez L.H. 2002. Las dunas costeras de Veracruz: Un paisaje amenazado. Revista Higiene 4:7–15.