CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO *1*

I.1 Proyecto 1
I.1.1 Nombre del proyecto 1

I.2 Promovente 1
I.2.1 Nombre o razón social 1
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 1
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 1
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 1

I.3 Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental 1
I.3.1 Nombre o Razón Social 1
I.3.2 Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental 2
I.3.3 Correo electrónico 2
I.3.4 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 2
I.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio 2

I.4 Ubicación del Proyecto 3

I.5 Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias 6
I.5.1 Etapa de preparación del sitio y construcción 6
I.5.2 Etapa de operación y mantenimiento 10
I.5.3 Etapa de abandono del sitio 10

I.6 Tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental 10

I.7 Costos del Proyecto 10
I.7.1 Duración estimada del Proyecto 11
I.7.2 Características del proyecto 13
I.7.3 Superficies generales del Proyecto 13

FIGURAS

Figura I. 1 Ubicación del proyecto....3
Figura I. 2 Plano del polígono del proyecto....4
Figura I. 3 Colindancias del predio....5
Figura I. 4 Plano del proyecto....15

TABLAS

Tabla I. 1 Coordenadas del proyecto (UTM, datum WGS 84, zona 16 Q)....3
Tabla I. 2 Costo aproximado del proyecto....11
Tabla I. 3 Conceptos....11
Tabla I. 4 Cronograma general de trabajo del proyecto, desglosado por meses y años....12
Tabla I. 5 Tabla resumen de características del proyecto....13
Tabla I. 6 Superficies generales del Proyecto....13
Tabla I. 7 Superficies del Proyecto, respecto a la vegetación....14
Tabla I. 8 Superficies del proyecto....14

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

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

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

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

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

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

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

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

I.3 Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o Razón Social

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

I.3.2 Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental

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

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

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

I.3.3 Correo electrónico

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

I.3.4 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

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

I.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio

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

I.4 Ubicación del Proyecto

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

Tabla I. 1 Coordenadas del proyecto (UTM, datum WGS 84, zona 16 Q)

COORDENADAS UTM 16Q		
Vértice	X	Y
1	490510.7483	2282753.9521
2	490483.7843	2282711.8457
3	490416.4142	2282754.9881
4	490443.3781	2282797.0944
1	490510.7483	2282753.9521
Área 4,000.00 m²		

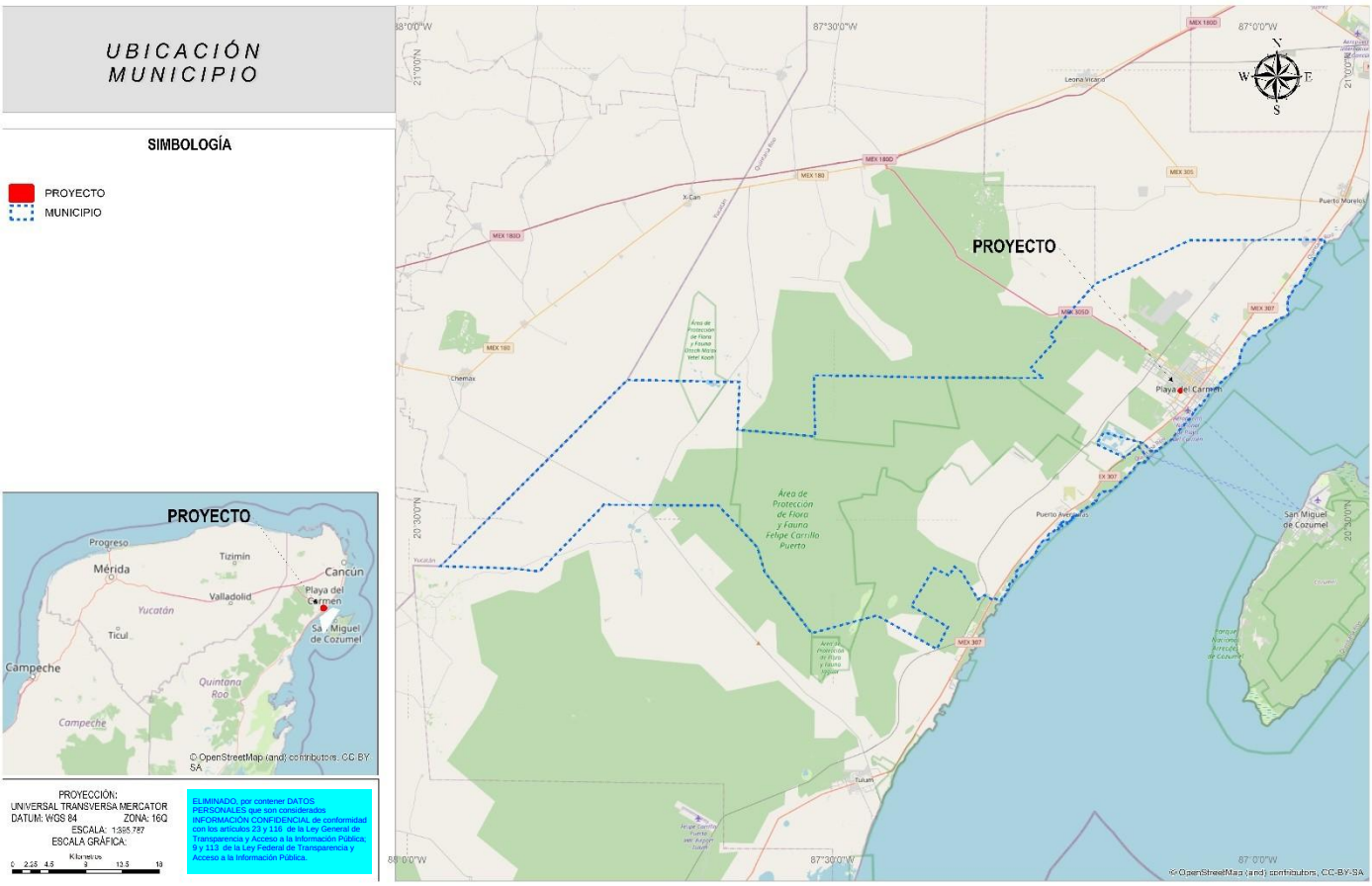


Figura I. 1 Ubicación del proyecto.

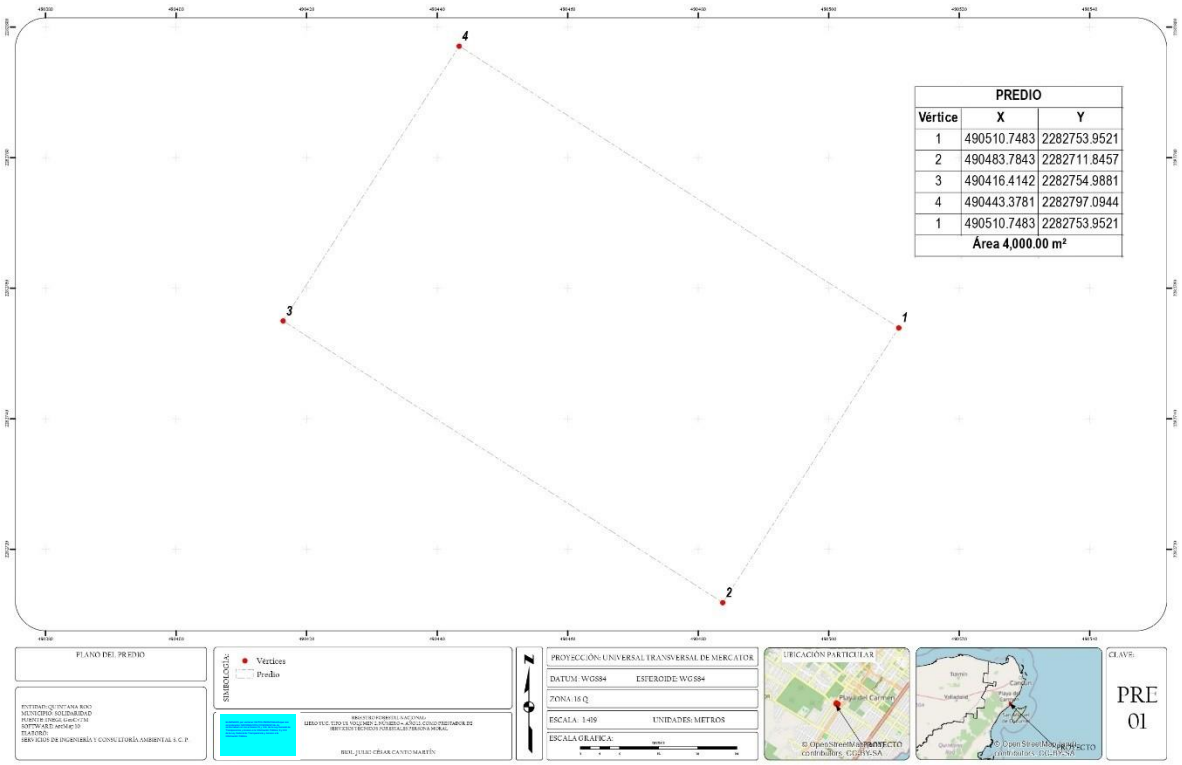


Figura I. 2 Plano del polígono del proyecto.

El área del proyecto se encuentra en el área urbanizada del municipio de **Playa del Carmen**, por lo que se cuenta con los servicios públicos urbanos necesarios para su desarrollo, como energía eléctrica, servicios de agua potable y de recolección de residuos sólidos urbanos. El municipio también cuenta con servicios de autotransporte, centros de salud, servicios educativos y zonas de entretenimiento y deportivas. En la siguiente Figura, se pueden observar las colindancias directas del predio, al norte colinda con una zona residencial y un hotel; mientras que al sur colinda con la Avenida Poniente y a su vez esta con otro predio rústico; al oeste, colinda con una Farmacia del Ahorro y Avenida Constituyentes; al este se puede encontrar un estacionamiento.

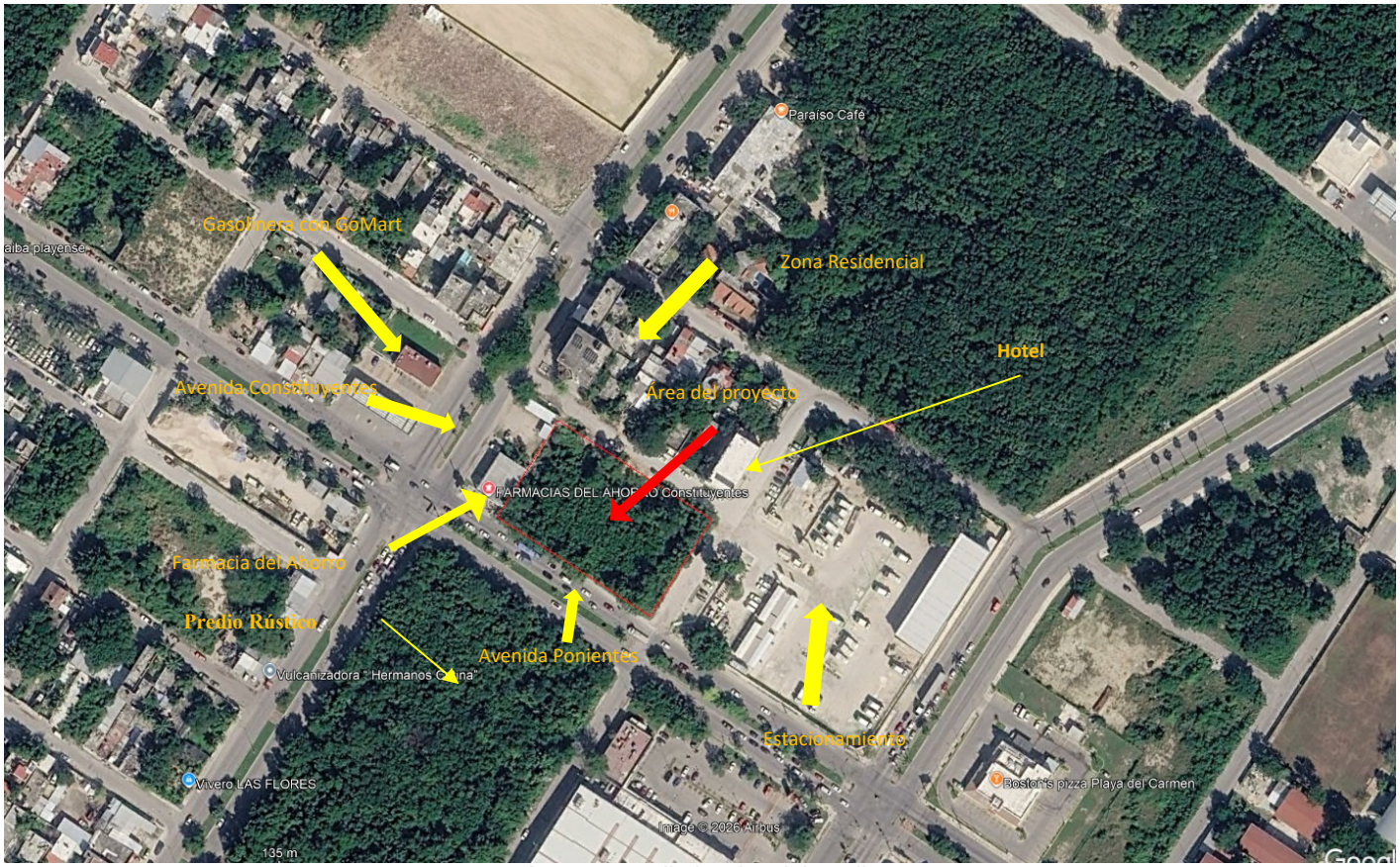


Figura I. 3 Colindancias del predio.



Fotografía I. 1 Colindancias, Avenida principal de acceso al predio. Vista al sur.



Fotografía I. 2 Colindancias al este. Donde se observa la Farmacia del Ahorro con la que colinda.

Se cuenta con áreas de diversos usos en los alrededores, principalmente residencial y comercial. En cuanto a las vialidades, el proyecto en el cruzamiento de la Avenida Poniente y la Avenida Constituyentes.

I.5 Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias

El proyecto **"Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones"** consiste en la construcción y operación de un área comercial, cuya principal actividad será la venta de partes y refacciones nuevas para automóviles, camionetas y camiones, así como la prestación de servicios asociados a dicha actividad comercial. El proyecto creará fuentes de empleo temporales durante la etapa de construcción, así como empleos fijos durante la etapa de operación.

El proyecto contempla la construcción de infraestructura permanente, consistente en una edificación comercial cuyo sistema constructivo incluye cimentación de concreto armado, muros de block y losa con estructura metálica tipo joist. La edificación contará con una fachada principal de cristal claro, mientras que las fachadas exteriores restantes estarán acabadas con muro de block aparente con pintura en colores rojo y gris, así como block empastado en color blanco, de acuerdo con el diseño arquitectónico propuesto. Además, contempla la habilitación de un área de estacionamiento área de carda, banqueta, tienda, área de circulación, rampa, pasillo de servicio, muro y Área de conservación.

I.5.1 Etapa de preparación del sitio y construcción

PREPARACIÓN DEL SITIO

Delimitación de las áreas sujetas a CUSTF

Primeramente, se realizará la ubicación y delimitación de las áreas de conservación para que esta última no sea dañada durante las actividades de desmonte y constructivas. Esto consiste en reabrir la brecha que delimita las áreas donde se realizará la remoción de vegetación. El área donde se desarrollará el proyecto tiene un área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de **3,024.31m²**, esta presenta una **vegetación secundaria** donde dominan las especies herbáceas y arbustivas, el predio presenta un grado de conservación muy bajo por ser un predio urbano. Este será el tipo de cubierta vegetal que se removerá para la ejecución del proyecto.

Para realizar la delimitación se fijan tiras de plástico visible con la leyenda "límite del área de desmonte" esto para que no se afecte el área circundante, de acuerdo con las acciones de marcaje del área de desmonte establecidas en el **Procedimiento de Desmonte Direccionado** (**Anexo 2.5**):

- Verificar las áreas establecidas para el CUSTF con plano del proyecto autorizado. Se verifica a nivel de campo con el apoyo de un GPS las coordenadas delimitantes del o los polígonos de CUSTF autorizados por la SEMARNAT y plasmados en los planos evaluados por la secretaria.

- Delimitación del área de CUSTF con ayuda de materiales tales como la cal, pintura, varillas o estacas, o cintas de señalización que permiten ubicar visualmente y de manera rápida los límites del área autorizada para el CUSTF.

Rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF

Una vez identificadas y delimitadas éstas áreas el supervisor ambiental realizará un recorrido en toda la superficie de afectación por el desmonte (CUSTF) para marcar a los ejemplares susceptibles a rescate y reubicarlas en las áreas propuestas para el proyecto, éstos individuos se colocarán en bolsas negras (usadas en jardinería) y se colocarán en una de las áreas identificadas como de afectación, misma que funcionará como un pequeño vivero temporal.

Realizado el rescate de vegetación, se proseguirá al desmonte de las demás áreas destinadas al CUSTF y el retiro de la materia orgánica resultante, la cual se trasladará al sitio de disposición final, siendo la empresa contratista la encargada de este traslado.

Aplicación de las acciones para la protección de la fauna silvestre

Las actividades de rescate de la fauna silvestre se desarrollarán dentro del área de afectación por el CUSTF. Teniendo el conocimiento de las especies de fauna presentes en el sitio y su caracterización (**Capítulo IV** del presente estudio) se procederá a aplicar medidas que minimicen los riesgos de accidentes y muertes de la fauna a causa de las actividades propias del proyecto. Entre estas se aplicará la de amedrentamiento la cual consiste en ahuyentar a la fauna a través de ruido y persecución. Esta medida se realizará durante seis días seguidos, la cual aplicará principalmente en fauna terrestre.

Es importante recalcar que no se realizará ningún tipo de aprovechamiento, daño o captura de fauna silvestre. Para lo anterior se organizarán brigadas para ahuyentar a la fauna y liberar zonas donde ingrese la maquinaria, siguiendo los procedimientos establecidos en el **Programa de Acción para la Protección de la Fauna Silvestre,** que se encuentra en el **Anexo 2.4**.

Desmonte

Es importante mencionar que el desmonte se realizará en **3,024.31 m^2**, en esta área se consideran a todas las obras enlistadas en **Tabla II.2** con excepción del área de conservación (con un área de **975.69 m^2**). Una vez realizado el rescate de vegetación, se proseguirá al desmonte de las demás áreas identificadas como afectación y el retiro de la materia orgánica de origen vegetal resultante, la cual se trasladará al sitio de disposición final ubicado en el municipio de **Playa del Carmen** (o en donde la autoridad competente así lo determine), siendo la empresa contratista la encargada de este traslado. La remoción de la vegetación consiste en el retiro de maleza, arbustos y en general toda la vegetación.

Con ayuda de maquinaria y herramienta manual, se llevará a cabo la remoción de la vegetación en las áreas delimitadas, cuidando no afectar las áreas colindantes; es importante hacer énfasis en que no se utilizarán herbicidas ni ningún otro tipo de producto químico para remover la vegetación.

Despalme

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el establecimiento del proyecto. Los materiales por remover son los que conforman la primera capa de suelo (tierra y piedras), así como rocas medianas y grandes, herbáceas, diferentes arbustos y árboles jóvenes.

Los residuos vegetales serán trozados (los troncos y ramas mayores) con ayuda de herramienta manual. Se mantendrán separados de otros tipos de residuos y se trasladarán al relleno sanitario para su disposición final mediante camiones de volteo de 3-4 m^3. Con ayuda de cargador frontal o retroexcavadora, serán apilados en los transportes para evitar caídas durante el traslado y para optimizar el espacio de carga. Este material removido deberá cubrirse con una lona durante su traslado y de esta manera evitar su dispersión.

Los residuos resultantes del despalme (piedras-tierra) serán utilizados para la cimentación y rellenos, por lo que permanecerán en el área de trabajo en lugares estratégicos. Los excedentes del despalme, que no resulten útiles para cimentación, se retirarán del sitio disponiéndolos en otras obras que requieran rellenos previos o bien en un banco de material en restauración designado por la autoridad competente.

CONSTRUCCIÓN

El proceso constructivo para la tienda de refacciones y accesorios se resume a continuación:

Albañilería. Etapa en la cual se realizará la construcción física, lo que incluye los siguientes conceptos:

La cimentación. Se llevará a cabo la excavación de cepas, la cual será a mano con pico y pala en terreno nivelado y compactado. Se colocará una losa de cimentación armada con malla electrosoldada 6X6-8/8 y concreto Fy = 5,000 kg/cm2. Se colocarán las zapatas corridas de concreto de 15 y 25 cm de ancho, de concreto reforzado F'c = 150 kg/cm2 y en ellos irán empotrados los castillos armados con armex 15-15-4.

Se instalará la dala de cimentación forjada con concreto armado F'c= 150 kg/cm2 de sección transversal de 0.30 X 0.30 cm sobre una trabe armada con armex 15-2. Antes de proceder al colado de estos elementos deberá saturarse con agua la cimbra y la corona de cimiento para evitar la pérdida de agua de concreto por absorción. Finalmente, se procederá a su impermeabilización con asfalto oxidado previamente calentado para darle fluidez.

Posteriormente, se realizará el relleno y compactación con material de banco fuera de la obra, dicho material será limpio de cualquier material vegetal y de otros elementos extraños que pudieran contaminarlo; colocando dicho material en capas no mayores de 0.20 m de espesor dándole la humedad necesaria y compactación con pisón de mano hasta el rebote, para alcanzar el grado requerido.

Los muros. Estos serán de block de concreto ligero de 15 X 20 X 40 cm, cuya resistencia a la compresión es de 60 kg/cm2 y la resistencia mínima exigida por los reglamentos de construcción es de 19 kg/cm2, ya que los muros trabajan como muros de carga. Dichos blocks están junteados con mortero cemento-arena en proporción 1:5.

Los castillos. Son los elementos que dan rigidez a los muros, junto con la cimentación y las estructuras de techos formando marcos estructurales. Los principales son de 4 varillas de 3/8", los castillos secundarios son de armex de 4 varillas, Este tipo de castillo están contemplados como elementos estructurales en los reglamentos de construcción, ya que cumplen con las dimensiones estructurales en dalas o castillos, que se describen en las normas técnicas complementarias editadas por la UNAM, por su Instituto de Ingeniería (que es organismo investigador principal de México) y que complementa a todos los reglamentos de construcción del país a través del tomo 403 para las estructuras de mampostería (se le llama mampostería a los elementos estructurales que se forman con base de piezas duras, ya sea de piedras, de tabiques o de blocks y que trabajan a compresión).

Las losas serán de estructura metálica tipo joist.

- Acabados. Incluye la realización a detalle de los trabajos en la etapa final del proceso de construcción.
- Instalación hidrosanitaria. Se implementarán todas las tuberías redes sanitarias necesarias, así como las conexiones de éstas con la red de drenaje.
- Instalación eléctrica. Abarca la instalación de toda la red eléctrica de tubos de PVC o poliductos, cables y accesorios para el funcionamiento correcto de la energía eléctrica dentro del proyecto.
- Aluminio y vidrio. En esta fase se colocarán las ventanas, así como la infraestructura necesaria para su colocación.
- Pintura y obra exterior. Incluye el acabado del predio, tanto externo como interno.
- Limpieza. Se realizará en la etapa final del proceso, con el fin de evitar la presencia de maleza en el sitio, así como evitar la permanencia excesiva de los residuos sólidos generados.
- Todos los elementos serán enviados al sitio que la autoridad competente destine para ello.

Aguas residuales

Se propone un sistema de eliminación de aguas residuales por gravedad, el flujo de aguas residuales será conducido con tubería para conectarse finalmente a la infraestructura existente del municipio. Por ello, se propone instalar tuberías de PVC de 50 mm de diámetro para los desagües de vertedero y lavabo, y de 100 mm de diámetro para el inodoro. La disposición final de la descarga de aguas negras será mediante una descarga sanitaria con tubo de PVC de diámetro 6" (150mm).

Señalización

Se establecerán señalizaciones en las áreas de operación, servicios y áreas de conservación, con el fin de identificar con facilidad las distintas zonas para evitar posibles daños que pudieran ocasionarse a estas áreas por la actividad humana.

Áreas de conservación

Como parte de las medidas de mitigación, el proyecto contempla el establecimiento de una superficie total de **975.69 m²**, en esta extensión se mantendrá el suelo natural y la vegetación nativa del sitio, así como la fauna silvestre que habita en esta zona.

Descripción de obras y actividades provisionales o asociadas al proyecto

Durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, se prevé la realización y el uso de las siguientes obras y servicios de apoyo:

Tapiales. Se utilizarán tapiales perimetrales para la protección de los peatones, así como para limitar el escape de polvos y ruido de la obra, los cuales se harán con polines de madera de pino y cimbraplay de 15 mm, de madera de pino. En éstos se colocarán los señalamientos preventivos recomendados por Protección Civil.

Oficinas temporales. Se instalará un camper oficina que será utilizado en la etapa de preparación del sitio y en la etapa de construcción temporalmente conforme al avance de la obra.

Área de resguardo de materiales. Para el resguardo de algunos materiales durante la primera fase de obra se utilizará una bodega con las dimensiones que se requiera de acuerdo a las características del proyecto. La bodega se hará con polines de madera, malla sombra metálica y lámina de cartón.

Sanitarios. Para cubrir las necesidades fisiológicas de los trabajadores de la obra durante la etapa de preparación del sitio y etapa de construcción del proyecto, se utilizarán sanitarios portátiles, a razón de uno por cada 15 trabajadores. La persona que se contrate para la prestación de este servicio deberá contar con la autorización que para ello se requiera, en su caso, de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Área de descanso. Durante la primera fase de obra se proporcionará a los trabajadores un área de descanso dentro del predio que contará con malla sombra, en la cual se proporcionará agua potable en garrafones de 20 L. Esta área contará con mesa y sillas rústicas de madera o plástico donde los trabajadores puedan consumir alimentos e hidratarse, así como botes para basura.

Área de depósito de residuos. A fin de evitar la dispersión de residuos propios de la obra se habilitará un área específica para su depósito temporal, esta área estará conformada por una malla electrosoldada para evitar que se dispersen los residuos, además los residuos serán embolsados para facilitar su manejo y disposición final. Los residuos serán retirados periódicamente al relleno sanitario. Se contará con el programa respectivo en la etapa de operación.

Vivero temporal. Para acopiar y resguardar las plantas rescatadas de las áreas que se pretenden desmontar, se establecerá un vivero rústico provisional. En este sitio se realizará también el acopio de tierra y material triturado que se obtenga de las áreas de desmonte para ser reutilizados en el área del proyecto. Para la operación y mantenimiento del vivero, se estima el empleo de cuatro personas que laborarán temporalmente en el mismo hasta concluir las actividades del cambio de uso de suelo.

Caseta de seguridad. Esta caseta estará al frente del predio y será construida con madera de triplay.

Fuente de Suministro de energía eléctrica y/o combustibles. Durante la etapa de construcción. Esta caseta estará al frente del predio y será construida con madera de triplay la energía eléctrica necesaria para la operación de maquinaria menor y equipo de obra será abastecida por medio de la línea eléctrica provisional que será contratada con la Comisión Federal de Electricidad, cuyas líneas se encuentran a pie del predio. El combustible requerido para la operación de la maquinaria de construcción, diésel principalmente, será adquirido en alguna de las estaciones de servicio (gasolineras) cercanas o dentro de la ciudad de Playa del Carmen. No se almacenarán combustibles al interior del predio durante el desarrollo de la obra.

Requerimiento de agua cruda o potable. El agua cruda a ser empleada a lo largo de las diferentes etapas de desarrollo de la obra proyectada, será trasportada al predio mediante pipas; se prevé emplear unos 200 m3 de agua cruda en las labores de compactación de sascab y otras tareas programadas para el desarrollo de la obra. Durante la edificación del proyecto se estima emplear un volumen de 1,000 m3 de agua para el proceso de construcción de las obras. El agua potable para consumo de los empleados, será adquirida en comercios locales y proporcionada en garrafones de 20 litros, según la demanda de ella. Para la etapa de operación del proyecto, el agua requerida será abastecida a través de la red municipal y/o, de ser necesario, por medio de pipas.

I.5.2 Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación y funcionamiento consistirá en el funcionamiento de la tienda proyectada y en mantener limpias y en funcionamiento sus instalaciones. Las actividades de mantenimiento que se realizarán en la etapa de operación incluyen las revisiones periódicas de equipos, máquinas e instalaciones hidráulicas, eléctricas, sanitarias y del estado del edificio en general.

Las actividades de mantenimiento para las instalaciones, consistirán en:

- Verificación periódica de instalaciones, máquinas y equipo.
- Pintar las instalaciones cuando sea requerido.
- Si alguna instalación sufriera daño se realizarán las acciones de mantenimiento a la brevedad posible.
- Se realizará la limpieza periódica de todas las instalaciones.

I.5.3 Etapa de abandono del sitio

No se presenta un programa de abandono del sitio debido a que, por su naturaleza, la vida útil del proyecto es indefinida. De hecho, el proyecto con un mantenimiento adecuado podrá mantenerse por tiempo indefinido. Debido a que el predio es particular, será usado conforme a los intereses del propietario. Sin embargo, todas las actividades a realizar tendrán a mantener o mejorar la calidad sanitaria del ambiente en el sitio. Su operación irá condicionada del mantenimiento preventivo y correctivo que reciba con el paso de los años. No se tiene contemplado un abandono del sitio, pero en el caso de que alguna vez llegue a suceder, las instalaciones podrán ser utilizadas para usos similares a los que prestaban. Además, con el cuidado y mantenimiento requeridos, las instalaciones se pueden utilizar indefinidamente.

I.6 Tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

De acuerdo al tipo de obras o actividades del artículo 5 del del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto se clasifica en:

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS.

I.7 Costos del Proyecto

La inversión en el rubro de protección ambiental contempla la aplicación de los procedimientos de **manejo de residuos sólidos urbanos**, **manejo de residuos peligrosos**, **desmonte direccionado** y **supervisión ambiental**; la ejecución de las acciones descritas en los programas de **rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF** y **de las acciones para la protección de la fauna silvestre**; así como la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el **Capítulo IV** del presente estudio.

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

A continuación, se desglosan los costos de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración:

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

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

I.7.1 Duración estimada del Proyecto

El proyecto requerirá de un año (12 meses) para el desarrollo de las etapas de preparación del sitio y construcción. Se espera que la operación del proyecto tenga una vida útil de manera indefinida con el adecuado mantenimiento.

El inicio del programa de trabajo estará sujeto a la obtención previa de las autorizaciones en materia de impacto ambiental y forestal, específicamente mediante la resolución favorable de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular emitida por la SEMARNAT, así como la autorización correspondiente al Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Las actividades de preparación del sitio se ejecutarán de manera secuencial y conforme a las etapas programadas del proyecto, atendiendo en todo momento las disposiciones, condicionantes y recomendaciones que emitan las autoridades competentes involucradas.

Para las etapas de preparación del sitio y construcción se estima una duración total de 12 meses. Por su parte, la etapa de operación del proyecto se considera de carácter indefinido, en virtud de que, mediante la implementación de programas adecuados de mantenimiento preventivo y correctivo, la infraestructura podrá conservarse en condiciones óptimas de funcionamiento a lo largo del tiempo.

A continuación, se presenta la tabla general de calendarización del proyecto, desglosada por etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), indicando la duración estimada de cada una de ellas.

Tabla I. 4 Cronograma general de trabajo del proyecto, desglosado por meses y años.

Etapa	Actividad	Meses												Años																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preparación del sitio	Demolición y remoción de construcción y estructuras existentes																																										
	Despalme, excavaciones y nivelaciones del terreno																																										
Constru	Cimentación de la tienda																																										

| Etapa | Actividad | Meses | | | | | | | | | | | | Años | | | | | | | | | | | |

	Sólidos urbanos	54.17 ton	3.39 ton al año
Descargas de agua residual		37440 litros	216.00 m^3 al año

I.7.3 Superficies generales del Proyecto

El proyecto **"Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones"** es una obra nueva. El área total del proyecto es de **4,000 m²** (0.4 ha). Este estudio también se presenta por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) en un área de **3,024.31 m²** (0.302431 ha).

Tabla I. 6 Superficies generales del Proyecto.

CONCEPTO	SUPERFICIE	
	m²	**ha**
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto	4,000.00	0.400000
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	3,024.31	0.302431
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas	975.69	0.097569
Superficie de incidencia en Cuerpos de Agua (temporal y/o permanente)	No existen cuerpos de agua dentro del área del proyecto	
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	El proyecto no índice en alguna zona federal.	
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	El proyecto no incide en la Zona Federal Marítimo Terrestre.	

El área del proyecto se localiza en un entorno urbano consolidado, donde, de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, el uso de suelo corresponde a Asentamientos Humanos. No obstante, en el sitio se identifica la presencia de vegetación con algunos elementos de vegetación secundaria derivada Selva Mediana Subperennifolia, la cual se encuentra altamente perturbada, fragmentada y sin conectividad ecológica con algún macizo de vegetación natural.

Dicha cobertura vegetal se presenta de manera aislada, inmersa en una matriz urbana caracterizada por vialidades con alto flujo vehicular y construcciones en todos los frentes, lo que limita significativamente su funcionalidad ecológica. Asimismo, se observan elementos florísticos propios de sitios alterados, combinados con algunas especies nativas típicas de vegetación secundaria, evidenciando una fuerte influencia antrópica.

En este contexto, el proyecto contempla la permanencia de un **área de conservación** de **975.69 m²,** la cual, a pesar de las condiciones de perturbación existentes, continuará aportando servicios ecosistémicos relevantes a escala local, tales como la protección del suelo, la infiltración de agua hacia el acuífero, el mantenimiento de microhábitats para fauna silvestre, la conservación de germoplasma y, en términos generales, la contribución a la biodiversidad urbana.

Tabla I. 7 Superficies del Proyecto, respecto a la vegetación.

Concepto	Superficie			
	Existente		Por afectar	
	m²	**ha**	**m²**	**ha**
Superficie total de vegetación	4,000.00	0.400000	3,024.31	0.302431
Superficie de vegetación forestal total	4,000.00	0.400000	3,024.31	0.302431
Superficie por cada tipo de vegetación forestal				
Vegetación Secundaria derivada de la Selva Mediana Subperennifolia (VS/SMQ).	4,000.00	0.400000	3,024.31	0.302431

Los planos pueden consultarse en el **Anexo 2.2,** en la siguiente figura se puede observar la distribución general de las áreas que considera el proyecto, y en la siguiente tabla se desglosa la distribución de la superficie total por áreas:

Tabla I. 8 Superficies del proyecto.

CONCEPTO	SUPERFICIE (m^2)	SUPERFICIE (ha)
Estacionamiento	585.55	0.058555
Área de carda	69.33	0.006933
Banqueta	97.78	0.009778
Tienda	1,494.22	0.149422
Área de circulación	562.84	0.056284
Rampa	13.75	0.001375
Pasillo de servicio	154.33	0.015433
Muro	46.51	0.004651
Área de conservación	975.69	0.097569
Total	**4,000.00**	**0.400000**
CUSTF	**3,024.31**	**0.302431**

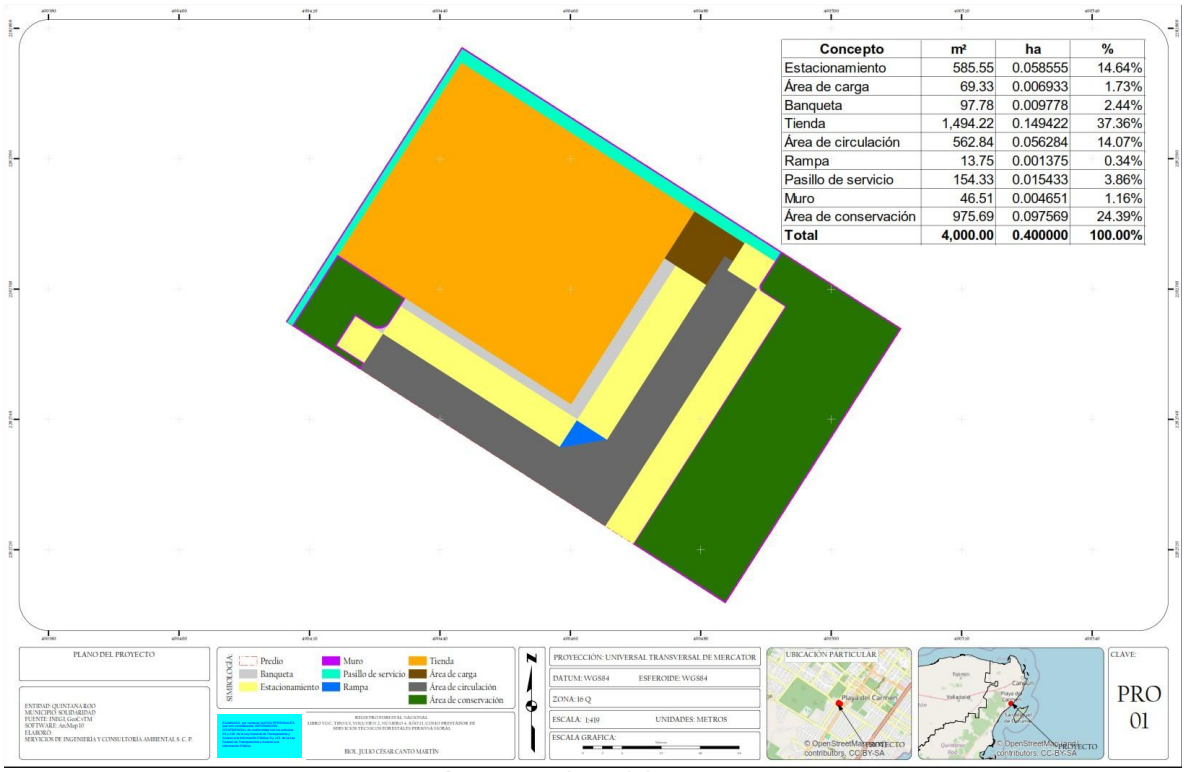


Figura I. 4 Plano del proyecto.

Para el desarrollo del proyecto se requerirá realizar el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) en un área de **3,024.31 m²**, este aplicará para todas las áreas contempladas, a excepción de la superficie considerada para conservación, en la que no se realizarán actividades constructivas (**975.69 m²**). Para tal efecto se presentará ante la Secretaría el Estudio Técnico Justificativo por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, los planos de los polígonos de CUSTF se encuentran en el **Anexo 2.2**, las coordenadas en UTM zona 16 Q también se encuentran en este anexo de manera digital.

CONTENIDO

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO 1
II.1 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) 1
II.2 Áreas Naturales Protegidas (ANP) 26
II.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales 27
II.4 Normas Oficiales Mexicanas 29
II.5 Otros instrumentos a considerar 31
II.6 Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su área de influencia. 45

TABLAS

Tabla II. 1 Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo....2
Tabla II. 2 Estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo....2
Tabla II. 3 Acciones generales para la UGA # 139 Solidaridad y su vinculación con el proyecto....7
Tabla II. 4. Acciones y criterios específicos para la UGA 139 Solidaridad del POEMyRGMyMC....12
Tabla II. 5 Características de la UGA 10 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo....17
Tabla II. 6 Criterios de la UGA 10 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo....17
Tabla II. 7 Vinculación con los Criterios urbanos de la UGA 10 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo....18
Tabla II. 8 Vinculación con los Criterios específicos urbanos de la UGA 10 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo....25
Tabla II. 9 Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP, RHP y Corredor Biológico Mesoamericano....45

FIGURAS

Figura II. 1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio....2
Figura II. 2 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe....6
Figura II. 3 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe....6
Figura II. 4 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo....17
Figura II. 5 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas....27
Figura II. 6 Ubicación del proyecto con relación a las Regiones Terrestres Prioritarias....42
Figura II. 7 Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves....43
Figura II. 8 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones hidrológicas prioritarias....44
Figura II. 9 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias....45

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

I.1 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación. Tal y como se señala en su texto, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el viernes 7 de septiembre de 2012; esté instrumento; no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, a continuación, se señala la descripción establecida en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes".

El POEGT está integrado por una regionalización ecológica, en la cual se identifican las áreas de atención prioritaria y así como las de aptitud sectorial; además de los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a cada regionalización. El proyecto denominado; Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones (a partir de aquí será nombrado únicamente como el proyecto) y evaluado en este estudio, se encuentra localizado en el POEGT dentro de la UGA denominada UAB 64. Karst del sur de Quintana Roo, tal como se puede observar a continuación:



Figura II. 1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla II. 1 Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
62	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.

Tabla II. 2 Estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

ESTRATEGIA UAB 62
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio
A) Preservación
1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. ***Vinculación:*** *No aplica dicha estrategia; ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones, municipio de Playa del Carmen, Quintana Roo. No obstante, el proyecto mantendrá áreas verdes y de conservación, en los cuales se mantendrá el suelo natural y la vegetación nativa; por lo que seguirán prestando una serie de servicios ambientales de importancia en la región y contribuirán a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad.* **2.** Recuperación de especies en riesgo. ***Vinculación:*** *Dentro del área de estudio no se registraron especies dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe señalar que el proyecto tiene contemplado la aplicación de un* ***Programa de rescate y reubicación de especies forestales*** *a afectar por el CUSTF y un* ***Programa de acción para la protección de la fauna silvestre*** *(Ver* ***Anexo 2.4*** *de este estudio) con la finalidad de preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestres de la región.* **3.** Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones. No obstante, como parte de los resultados del presente estudio se caracterizan la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área pretendida para el CUSTF. Asimismo, se contempla el rescate y reubicación de las especies de flora y fauna.*
B) Aprovechamiento sustentable
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. ***Vinculación:*** *El proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos. El proyecto en sí consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones. Se implementarán acciones para la conservación de las especies presentes en el área.* **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. ***Vinculación:*** *No aplica al proyecto; ya que no se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios, derivado de las actividades del proyecto. El proyecto en sí consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.* **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto no consiste en el establecimiento de obras hidroagrícolas, así como tampoco pretende emplear superficies para riego, ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.* **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de los recursos forestales. Únicamente se realizará el CUSTF para la construcción de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y*

ESTRATEGIA UAB 62	
*accesorios para automóviles, camionetas y camiones. Se implementarán acciones para la conservación de las especies forestales, dentro del predio se designarán un área de conservación con una superficie total de **975.69 m²**, el cual mantendrá el suelo natural y la vegetación nativa del área; igualmente se ejecutará un programa de rescate y reubicación de las especies forestales sujetas a afectación por el CUSTF.* **8.** Valoración de los servicios ambientales. ***Vinculación:** Dentro del presente estudio se hace un análisis de los servicios ambientales que serán afectados por motivo del CUSTF para el establecimiento del proyecto. Como producto del análisis anterior se puede afirmar que las afectaciones de los servicios ambientales por el proyecto serán mínimos con respecto a lo prestado en el Sistema Ambiental.* *Asimismo, el proyecto mantendrá una superficie total de **975.69 m²** como área de conservación, en estas últimas se mantendrá el suelo natural y la vegetación nativa; mismas que seguirán prestando una serie de funciones ecológicas importantes y continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrimentos del suelo, infiltración de agua en calidad y cantidad, entre otros.*	
C) Protección de los recursos naturales	
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. ***Vinculación:** No aplica; propiciar el equilibrio de cuencas y acuíferos sobreexplotados corresponde a las autoridades. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.* **10.** Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. ***Vinculación:** No aplica. El cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.* **11.** Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. ***Vinculación:** No aplica, el predio donde se realizará el proyecto no cuenta con presas de agua.* **12.** Protección de los ecosistemas. ***Vinculación:** No aplica de manera estricta; ya que el proyecto se implementará en una zona con **vegetación secundaria urbana**, en la cual se observaron algunas especies nativas comunes en el ecosistemas más cercano que es vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia (VS/SMQ**),** sin embargo, el proyecto como se ha mencionado en párrafos anteriores mantendrá una superficie total de **975.69 m²** área de conservación que contribuirán a la protección y conservación de los ecosistemas y las especies de la región, en donde se seguirán prestando servicios ecosistémicos.* **13.** Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. ***Vinculación:** No aplica; no consiste en desarrollar actividades agrícolas la cual implique el uso de agroquímicos. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*	
D) Restauración	
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas. ***Vinculación:** No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones. Sin embargo, el proyecto aplicará un **Programa de rescate y reubicación de especies forestales** de la vegetación a afectar por el proyecto usando técnicas de reforestación (Ver **Anexo 2.4** de este estudio técnico). Sin duda alguna, la aplicación de este programa y las actividades descritas en la misma contribuirán a la restauración del ecosistema y del suelo de la región. Adicionalmente el proyecto mantendrá una superficie de áreas de conservación, los cuales contribuirán a la protección y conservación de los ecosistemas de la región.*	
E) Aprovechamiento sustentable	

ESTRATEGIA UAB 62	
de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	

21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.
Vinculación: *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*

22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.
Vinculación: *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*

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).
Vinculación: *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*

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.
Vinculación: *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*

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.
Vinculación: *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El predio donde se ubica el proyecto según los programas de ordenamiento se encuentra ubicado en una zona propicia para la construcción de proyectos de este tipo.*

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.
Vinculación: *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. Además, el proyecto no consiste en un proyecto del sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa, sino en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*

37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
Vinculación: *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. Además, no es un proyecto del sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas; sino, consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*

38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
Vinculación: *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. Sin embargo, se generará fuentes de empleo temporales y permanentes, principalmente en beneficio de los habitantes de la región, contribuyendo a la mejora en la economía familiar y mejorará el desarrollo de capacidades económicas de la población cercana al predio del proyecto.*

39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.

ESTRATEGIA UAB 62	
Vinculación: *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. Sin embargo, los empleos temporales y permanentes que pudieran generarse principalmente durante las diferentes actividades y etapas del proyecto podrán beneficiar a las familias con una cobertura de seguridad social.* **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. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.* **41**. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. ***Vinculación:*** *El presente proyecto asegurará el respeto a los derechos de propiedad rural, al desarrollarse en un predio urbano.*	
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.* **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. ***Vinculación:*** *No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*	

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)

El proyecto también se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, por lo tanto, en la siguiente Figura se presenta la unidad de gestión ambiental correspondiente de la ubicación del proyecto.

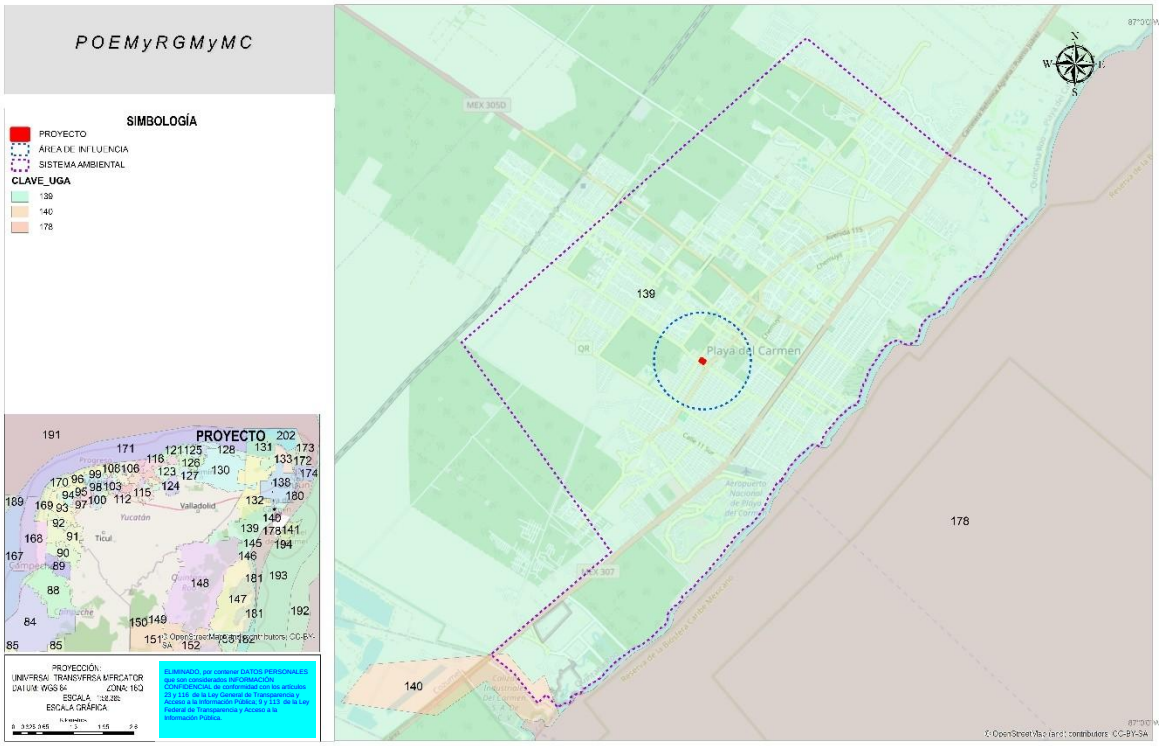


Figura II. 2 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El proyecto se encuentra dentro de la UGA 139 Solidaridad. La política y criterios ambientales aplicables al desarrollo del proyecto se presenta a continuación:

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Solidaridad
Municipio:	Solidaridad
Estado:	Quintana Roo
Población:	135,237 Habitantes
Superficie:	327,229.174 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turístico	Presente
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	
Nota:	

Mapa

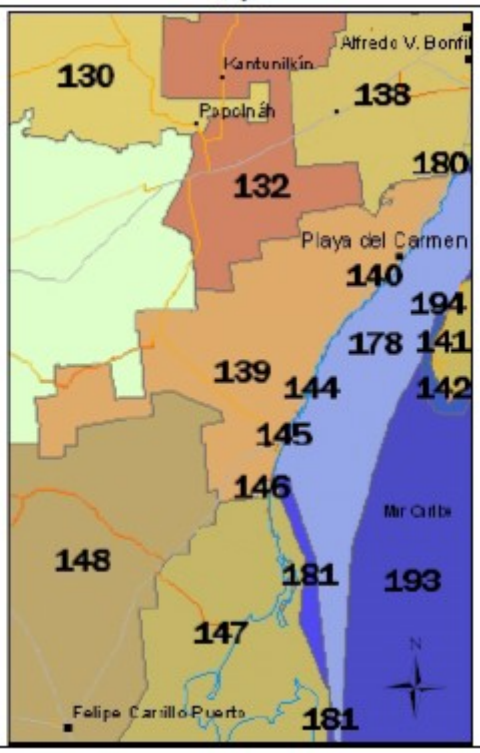


Figura II. 3 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales siguientes:

Tabla II. 3 Acciones generales para la UGA # 139 Solidaridad y su vinculación con el proyecto.

CLAVE	ACCIONES GENERALES
G001	**Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.**
Vinculación	*No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones, y no en una actividad cuyo objeto principal implique la explotación o aprovechamiento directo del recurso hídrico.* *No obstante, en caso de requerirse el uso de agua para las etapas de construcción y operación, el promovente realizará los trámites, permisos y autorizaciones correspondientes ante las instancias competentes, en apego a la normatividad vigente.*
G002	**Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, la promoción de pagos corresponde a la autoridad competente.*
G003	**Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no corresponde al aprovechamiento de flora y fauna, este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G004	**Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no consiste en el aprovechamiento de flora y fauna silvestre. Es importante mencionar que en el predio en donde se establecerá el proyecto no fueron registradas especies de flora silvestre catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, fueron registradas tres especies endémicas (Diospyros anisandra, Cnidoscolus souzae* y *Coccoloba spicata), para el caso de la fauna de igual forma no fueron registradas especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010.* *No obstante, estas especies están contempladas la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 2.4** de este estudio) con la finalidad de preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestres de la región.*
G005	**Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.**
Vinculación	*No aplica, ya que este no consiste en un proyecto agrícola o de conservación de bancos de germoplasma. No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G006	**Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.**
Vinculación	*Se verificarán los vehículos y maquinaria utilizados durante las etapas de preparación del sitio (CUSTF) y construcción del proyecto, buscando siempre la reducción de los gases resultantes de la emisión de gases de los vehículos. Asimismo, el proyecto contempla la aplicación de un **Programa de rescate y reubicación de especies forestales** a afectar por el CUSTF.*
G007	**Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.**
Vinculación	*No aplica de manera estricta al proyecto; ya este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G008	**El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.**
Vinculación	*El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no pretende el uso de Organismos Genéticamente Modificados; por lo tanto, no aplica este criterio.*
G009	**Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones. Asimismo, este proyecto mantendrá áreas de conservación que albergarán suelo natural y vegetación nativa y que permitirán a su vez la conectividad (principalmente para las aves), pues es importante mencionar que el predio es urbano y se tiene*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	vialidades en los alrededores altamente transitados y construcciones entre el predio y se encuentra muy lejano a un área con vegetación densa.
G0010	**Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no consiste en una actividad agropecuaria.*
G0011	**Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.**
Vinculación	*El proyecto da cabal cumplimiento a este criterio al aplicar medidas de control diversas para minimizar las afectaciones que se generan por el proyecto en el área de estudio. Entre estas medidas de control se encuentran: área de conservación, la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre, aplicación de un procedimiento de desmonte direccionado, aplicación de un Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, de un Procedimiento de manejo de residuos peligrosos, aplicación de buenas prácticas ambientales (recuperación de suelo forestal del área de CUSTF y su reubicación a las áreas de conservación, realizar actividades de labranza de conservación, colocación y uso obligatorio de letrinas móviles en los frentes de trabajo), etc.*
G0012	**Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.**
Vinculación	*No aplica al presente proyecto ya que este no consiste en un parque industrial; sino, consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G0013	**Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no contempla en ningún momento el uso de especies potencialmente invasoras.*
G0014	**Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, no hay ríos cerca del área del mismo.*
G0015	**Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.**
Vinculación	*No aplica, no hay ríos cerca del área del proyecto.*
G0016	**Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, no hay montañas en la zona del proyecto.*
G0017	**Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, no corresponde a una actividad agrícola, ni existen pendientes mayores a 50% en la zona.*
G0018	**Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.**
Vinculación	*No aplica al proyecto ya que este no se encuentra cerca de los márgenes de los cauces naturales de alguna Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO).*
G0019	**Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.**
Vinculación	*No aplica al proyecto ya que es competencia de la autoridad.*
G0020	**Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que no hay ríos cerca del área del proyecto.*
G0021	**Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no corresponde a un proyecto productivo.*
G0022	**Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no corresponde a un proyecto productivo, sino consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G0023	**Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no es de tipo agrícola. Compete a las autoridades la implementación de dichas campañas dentro de la normatividad aplicable.*
G0024	**Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para**

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.
Vinculación	*El proyecto aplicará un Programa de Rescate y Reubicación de las Especies Forestales. Estas áreas actuaran como sumideros forestales de carbono.*
G0025	**Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no es una actividad productiva como la agricultura, sino consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones. Sin embargo, en las áreas propuestas por el proyecto se llevará a cabo la reubicación de plantas nativas rescatadas del área de CUSTF mediante técnicas de reforestación, y que estas son tolerantes a las condiciones de la zona del proyecto.*
G0026	**Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que en el sitio en donde se encuentra inmerso, no existen gradientes altitudinales. El área en donde se llevará a cabo el proyecto es una zona plana.*
G0027	**Promover el uso de combustibles de no origen fósil.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones para cubrir la demanda de insumos en la región.*
G0028	**Promover el uso de energías renovables.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G0029	**Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.**
Vinculación	*No aplica de manera estricta al proyecto, ya que este no trata de un proyecto industrial o que requiera cantidades exorbitantes de energía. Sin embargo, durante la preparación del sitio y durante la construcción del mismo se promoverá el aprovechamiento sustentable de la energía.*
G0030	**Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este no trata de un proyecto de índole energético, industrial o que requiera del uso en altas cantidades de energía. Este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G0031	**Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.**
Vinculación	*El proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones como alternativa para cubrir la demanda de insumos de piezas automovilísticas en la región.*
G0032	**Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno**
Vinculación	*No aplica al proyecto en cuestión, este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones, y en ningún momento contempla la generación y uso de energía a partir de hidrogeno.*
G0033	**Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.**
Vinculación	*El objeto y alcance del proyecto, no incluye actividades de investigación o desarrollo de tecnologías limpias.*
G0034	**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.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G0035	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este no consiste por el momento en instalaciones domésticas.*
G0036	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este no consiste en instalaciones industriales.*
G0037	**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.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no consiste en la producción agrícola.*
G0038	**Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.**
Vinculación	*El objeto y alcance del proyecto no contempla evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.*
G0039	**Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.**

CLAVE	ACCIONES GENERALES
Vinculación	*No aplica al presente proyecto. Compete a las autoridades correspondientes el cumplimiento del presente criterio.*
G0040	**Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G0041	**Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no cosiste en la elaboración de un Programas de Desarrollo Urbano. Compete a las autoridades correspondientes el cumplimiento del presente criterio.*
G0042	**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 de Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.**
Vinculación	*No aplica a este proyecto, este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones. No obstante, el promovente tendrá en cuenta los requerimientos de este criterio, en su momento dará cabal cumplimiento al mismo.*
G0043	**LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no consiste en una actividad pesquera o acuícola. Compete a las autoridades correspondientes el cumplimiento del presente criterio.*
G0044	**Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no se relaciona con obras o actividades pesqueras.*
G0045	**Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no consiste en una actividad u obra de transporte urbano. Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento del presente criterio, pues hace referencia al servicio de transporte público.*
G0046	**Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.**
Vinculación	*Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento del presente criterio, pues hace referencia a obras y servicios públicos.*
G0047	**Impulsar la diversificación de actividades productivas.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G0048	**Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.**
Vinculación	*El proyecto acatará este criterio, ya que ante la eventualidad de desastres naturales se adoptarán las medidas dictadas por la dirección de protección civil del municipio, quienes son los responsables de instrumentar y apoyar campañas de prevención de desastres naturales.*
G0049	**Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.**
Vinculación	*No aplica al proyecto. Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento del presente criterio.*
G0050	**Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G0051	**Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.**
Vinculación	*Se impartirán pláticas ambientales a los trabajadores responsables de la ejecución del proyecto en sus distintas etapas, en las que se considera la concientización de los mismos sobre el manejo adecuado que se debe tener sobre los residuos sólidos; así mismo, se aplicará un procedimiento de manejo de residuos para llevar a cabo un adecuado manejo y disposición final de aquellos considerados como residuos sólidos urbanos. Se promoverá la separación de los residuos a través de la instalación de contenedores específicos para cada tipo de residuo.*
G0052	**Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que compete a la autoridad correspondiente la implementación de campañas de limpieza. Sin embargo, se tiene contemplado llevar a cabo un procedimiento de manejo de residuos sólidos*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	urbanos dentro del área de proyecto con el objeto de mantenerlo en condiciones adecuadas de higiene y limpieza.
G0053	**Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.**
Vinculación	*No aplica al presente proyecto, ya que no consiste en la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Este consiste en el CUSTF para la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones. Las aguas residuales serán canalizadas hacia el sistema municipal de alcantarillado, para el cual se cuenta con la factibilidad correspondiente.*
G0054	**Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.**
Vinculación	*No aplica para el presente proyecto, este consiste en el CUSTF para la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*
G0055	**La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.**
Vinculación	*Paralelo a esta MIA, se presenta un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) como parte del proceso legal para la solicitud del CUSTF que serán ocupadas para la construcción del presente proyecto.*
G0056	**Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.**
Vinculación	*No aplica este criterio, ya que el proyecto no corresponde a la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial.*
G0057	**Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este criterio corresponde a la autoridad competente.*
G0058	**La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, este proyecto no contempla la utilización y menos la generación de residuos peligrosos. No obstante, en caso de generarse se aplicará un procedimiento de manejo y disposición de Residuos Peligrosos (Ver **Anexo 2.5** de este estudio) y acatará el proyecto el presente criterio.*
G0059	**El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.**
Vinculación	*El proyecto no se encuentra dentro de algún ANP; por lo que, este criterio no es aplicable al mismo*.
G0060	**Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimicen el impacto de la vegetación acuática sumergida**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que el proyecto no afectará en ningún momento la vegetación acuática sumergida alguna.*
G0061	**La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.**
Vinculación	*No aplica al proyecto, ya que este no contaminará ambiente marino.*
G0062	**Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.**
Vinculación	*El proyecto no es de tipo agropecuario, por lo que no aplica este criterio.*
G0063	**Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a las diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos**
Vinculación	*No le aplica al presente proyecto, ya que este no consiste en un ordenamiento pesquero y acuícola. Los ordenamientos pesqueros y acuícolas quedan a cargo de la autoridad competente.*
G0064	**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.**
Vinculación	*El proyecto no corresponde a la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas que puedan modificar el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales, por lo que este criterio no es aplicable.*
G0065	**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.**
Vinculación	*El proyecto se no se encuentra dentro de algún ANP, por lo que este criterio no le aplica.*

Tabla II. 4. Acciones y criterios específicos para la UGA 139 Solidaridad del POEMyRGMyMC.

ACCIÓN	ACCIONES/CRITERIOS
A-001	**Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no pretende el uso de agroquímicos y pesticidas.*	
A-002	**Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no pretende el uso de agroquímicos y pesticidas.*	
A-003	**Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no es de la índole agropecuaria.*	
A-005	**Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.**
Vinculación con el proyecto. *Durante las actividades de la remoción de vegetación por la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones, se realizará un uso eficiente y racional de agua durante las diferentes etapas del proyecto. El suministro de agua se hará mediante pipas de agua.*	
A-006	**Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no pretende el uso de aguas grises.*	
A-007	**Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en alguna ANP.*	
A-008	**Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-009	**Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-010	**Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-011	**Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este proyecto consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no es del giro agropecuario.*	
A-012	**Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, -a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales**
Vinculación con el proyecto. *El presente criterio no resulta aplicable al proyecto, en virtud de que el área donde se pretende desarrollar no se localiza en zona costera ni en áreas de influencia litoral.*	
A-013	**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**
Vinculación con el proyecto. *El presente criterio no resulta aplicable al proyecto, en virtud de que el área donde se pretende desarrollar no se localiza en zona costera ni en áreas de influencia litoral.*	
A-014	**Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica**
Vinculación con el proyecto. *El presente criterio no resulta aplicable al proyecto, en virtud de que el área donde se pretende desarrollar no se localiza en zona costera ni en áreas de influencia litoral.*	
A-015	**Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.**
Vinculación con el proyecto. *El presente criterio no resulta aplicable al proyecto, en virtud de que el área donde se pretende desarrollar no se localiza en dunas arenosas.*	
A-016	**Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de**

	conservación dentro del ASO.
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en alguna ANP.*	
A-017	**Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zonas degradadas.*	
A-018	**Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que se refiere a la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones. Sin embargo, el proyecto contempla una propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat.*	
A-019	**Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la NOM-138- SEMARNAT, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.**
Vinculación con el proyecto. *No aplica al proyecto, ya que la remediación es requerida en caso de presentarse un evento de contaminación puntual por sustancias consideradas como peligrosas.*	
A-020	**Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que se refiere a la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no pretende el manejo de caña en verde ni de tecnologías referentes a ella.*	
A-021	**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.**
Vinculación con el proyecto. *Se llevarán a cabo actividades para controlar la emisiones y descargas en mejora de la calidad de agua, suelo y aire mediante la verificación de los vehículos y maquinarias empleadas en el proyecto, la aplicación de una serie de procedimientos destinadas a mejorar la calidad de aire, agua y suelo, así como la permanencia de áreas de conservación que mantendrán suelo y vegetación natural.*	
A-022	**Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-023	**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.**
Vinculación con el proyecto. *Se llevarán a cabo actividades para controlar la emisiones y descargas en mejora de la calidad de agua, suelo y aire mediante la verificación de los vehículos y maquinarias empleadas en el proyecto, la aplicación de una serie de procedimientos destinadas a mejorar la calidad de aire, agua y suelo, así como la permanencia de áreas de conservación que mantendrán suelo y vegetación natural.*	
A-024	**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.**
Vinculación con el proyecto. *El proyecto cumplirá con la normativa aplicable en lo concerniente a fuentes móviles lo cual se garantizará a través de la implementación de Bitácoras de mantenimiento y mantenimiento periódico*	
A-025	**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.**
Vinculación con el proyecto. *El proyecto contará con la implementación de Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, que asegurará realizar un adecuado manejo de todos los residuos generados durante las diferentes fases del proyecto.*	
A-026	**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.**
Vinculación con el proyecto. *El proyecto realizará una verificación periódica de los vehículos y maquinarias empleadas en el proyecto para evitar el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero.*	
A-027	**Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-028	**Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-029	**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.
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-030	**Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-031	**Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-032	**Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-033	**Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable ya que el proyecto no incluye el aprovechamiento de la energía eólica.*	
A-037	**Promover la generación energética por medio de energía solar.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable ya que el proyecto no incluye el aprovechamiento de la energía solar.*	
A-038	**Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable ya que el proyecto no incluye el aprovechamiento de la energía residuos agrícolas.*	
A-039	**Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable ya que el proyecto no pretende el uso de agroquímicos.*	
A-040	**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.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que se refiere a la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no de la índole pesquera.*	
A-044	**Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que se refiere a la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no de la índole pesquera.*	
A-046	**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.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que se refiere a la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no de la índole pesquera.*	
A-050	**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.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que se refiere a la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones y no de la índole pesquera.*	
A-051	**Construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.**
Vinculación con el proyecto. *En el área donde se pretende la construcción y operación del proyecto es una zona urbanizada, donde existen vialidades primarias, por lo que no se requiere la construcción de caminos rurales para la comunicación de localidades.*	
A-052	**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.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto ya que el proyecto no incluye actividades productivas de cultivos, ganado, pastos y praderas.*	
A-053	**Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.**
Vinculación con el proyecto*. Este criterio no es aplicable al proyecto ya que el proyecto no incluye el desarrollo de actividades productivas extensivas.*	
A-054	**Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud**

	territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto ya que el proyecto no incluye el desarrollo de actividades productivas extensivas.*	
A-055	**Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto ya que el proyecto no incluye el desarrollo de actividades la producción agropecuaria.*	
A-056	**Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto ya que el proyecto no incluye el desarrollo de actividades la producción agropecuaria.*	
A-057	**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 restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto, este no trata de establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial.*	
A-058	**Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto, este no trata de establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo.*	
A-059	**Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto, este no trata de establecimiento de zonas urbanas.*	
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto, este no trata de establecimiento de zonas urbanas.*	
A-063	**Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto, este no consiste en la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, las aguas negras generadas durante la etapa operatoria (baños) serán dirigidas hacia al alcantarillado municipal.*	
A-064	**Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no le es aplicable al proyecto pues este no contempla la construcción de viviendas.*	
A-065	**Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no le es aplicable al proyecto, este no es una planta de tratamiento terciario, más bien consiste en consiste en el CUSTF para la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*	
A-066	**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.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no le es aplicable al proyecto, este no es una planta para dar tratamiento terciario a los efluentes, más bien consiste en el CUSTF para la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*	
A-067	**Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no le es aplicable al proyecto, este no es del rubro turístico ni se ubica en zona urbana, más bien consiste en la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*	
A-068	**Promover e impulsar el desarrollo e instrumentación de planes de manejo para residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente.**
Vinculación con el proyecto. *No aplica al proyecto, ya que no se encuentra dentro de sus facultades.*	
A-069	**Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no le es aplicable al proyecto, este no tratará residuos sólidos peligrosos y/o de manejo especial.*	
A-070	**Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al presente proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
A-071	**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.
Vinculación con el proyecto. *No aplica al proyecto, ya que no es de tipo turístico.*	
A-072	**Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.**
Vinculación con el proyecto. *El proyecto no es del rubro turístico por lo que no le es aplicable este criterio.*	
A-077	**La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto toda vez que se refiere a la construcción y operación de una Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones.*	

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo es un instrumento de política ambiental y de planeación territorial que regula el uso del suelo y las actividades productivas dentro del municipio, con el objetivo de proteger el medio ambiente, conservar los recursos naturales y orientar el desarrollo urbano y económico de manera sustentable, el predio del proyecto se ubica en la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 10 Reserva Urbana Playa del Carmen**, tal como se puede observar a continuación:

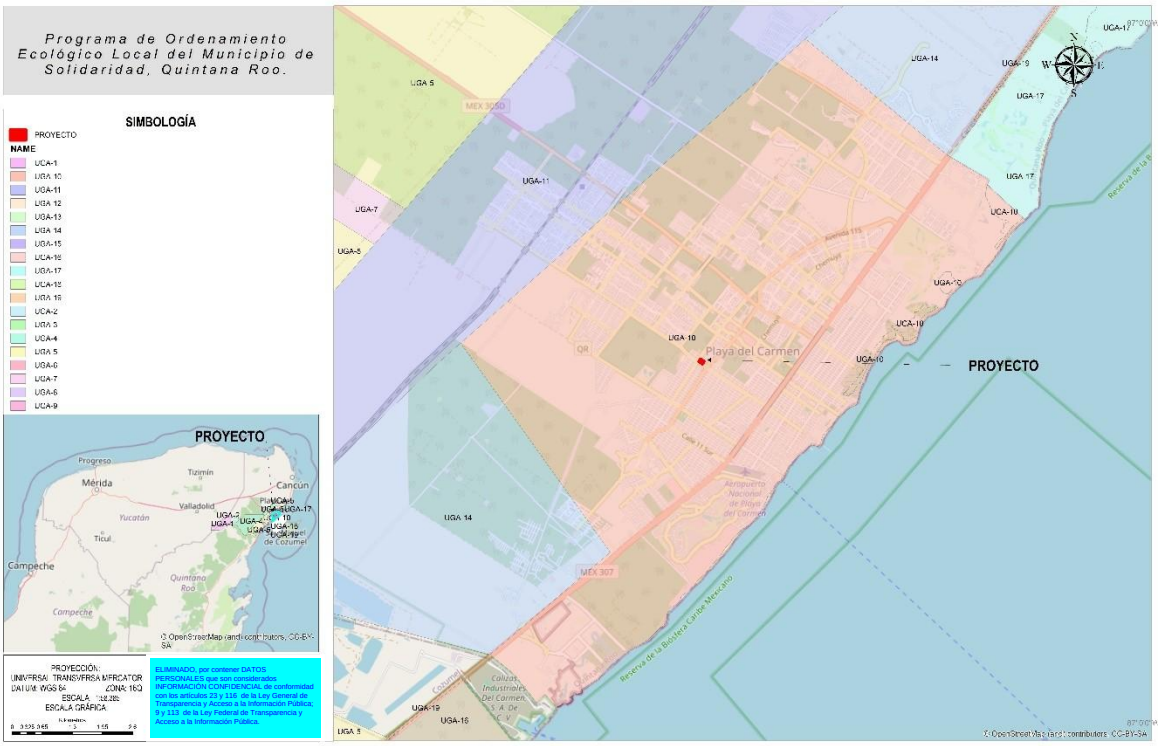


Figura II. 4 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

A continuación, se presentan las tablas de vinculación del proyecto, en su rubro de instalaciones y obras en operación respecto de la ocupación de UGAs de El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, en la Tabla, que se redacta a continuación, se enlistan las UGAs, nombre de la UGA, Política de la UGA y los criterios que corresponden a cada una.

Tabla II. 5 Características de la UGA 10 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México

Número de la UGA	Nombre de la UGA	Política de la UGA	Criterios Específicos que Aplican a las UGA
10	Reserva Urbana Playa del Carmen	Aprovechamiento sustentable	CU-1 al CU-33.

Ahora bien, a continuación, se citan los criterios que no son vinculantes con la operación, mantenimiento y atención a la creciente demanda de cobertura del proyecto, ya que, no son aplicables con la naturaleza de las actividades a desarrollarse.

Tabla II. 6 Criterios de la UGA 10 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México				
Número de la UGA	**Nombre de la UGA**	**Política de la UGA**	**Criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas**	**Criterios específicos**
10	Zona urbana de playa del Carmen	Aprovechamiento sustentable	CU-1 al CU-33.	39, 79, 95, 98, 103, 104, 105, 106

Tabla II. 7 Vinculación con los Criterios urbanos de la UGA 10 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Criterios urbanos	
Clave	**Descripción**
CU-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.
Vinculación con el proyecto. *El proyecto dará cabal cumplimiento a las normas mexicanas, leyes y reglamentos tal y como puede verse en párrafos posteriores en este estudio técnico.*	
CU-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.
Vinculación con el proyecto. *Se pretende la aplicación de una propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo, esta propuesta de programa está orientada al rescate de flora.*	
CU-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.
Vinculación con el proyecto. *Se pretende la aplicación de una propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo, esta propuesta de programa está orientada al rescate de fauna.*	
CU-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.
Vinculación con el proyecto. *En las áreas de conservación del proyecto únicamente se reforestarán con especies nativas.*	
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual

Criterios urbanos	
Clave	**Descripción**
Vinculación con el proyecto. *El área donde se desarrollará el proyecto se localiza dentro de un entorno urbano consolidado, en el cual, conforme a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, el uso de suelo corresponde a Asentamientos Humanos. Esta condición refleja un alto grado de transformación antrópica previa, asociada al desarrollo de infraestructura urbana, vialidades y edificaciones en la zona circundante.* *En el sitio específico del proyecto se identifica la presencia de cobertura vegetal con algunos elementos de vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia el cual es el ecosistema más cercano al proyecto; sin embargo, dicha vegetación se encuentra altamente perturbada, fragmentada y carente de conectividad ecológica, al presentarse de forma aislada dentro de una matriz urbana. Esta matriz está caracterizada por vialidades con alto flujo vehicular y construcciones en todos los frentes del predio, lo cual limita de manera significativa su funcionalidad ecológica y su capacidad de sostener procesos ecológicos relevantes a escala de paisaje.* *Asimismo, la composición florística evidencia una marcada influencia antrópica, con predominio de especies asociadas a sitios alterados, coexistiendo con algunos elementos nativos propios de vegetación secundaria, lo que confirma su condición de vegetación secundaria degradada.* *En este contexto, el proyecto da cumplimiento al criterio CU-05, al contemplar el desplante de las obras en áreas previamente perturbadas y con presencia de vegetación secundaria, evitando la afectación de ecosistemas conservados o de mayor valor ecológico.* *Adicionalmente, como medida de integración ambiental, el proyecto considera la conservación de una superficie de 975.69 m², la cual, pese a las condiciones de perturbación existentes, permitirá mantener servicios ecosistémicos a escala local, tales como la protección del suelo, la infiltración de agua hacia el acuífero, la provisión de microhábitats para fauna silvestre, la conservación de germoplasma y la contribución a la biodiversidad urbana.* *Por lo anterior, se concluye que el proyecto es compatible con el criterio CU-05, al priorizar el uso de áreas previamente impactadas y mantener una porción del predio destinada a conservación, favoreciendo un balance entre el desarrollo urbano y la permanencia de funciones ecológicas locales.*	
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.
Vinculación con el proyecto. *El proyecto contempla el aprovechamiento integral de los recursos naturales presentes en el predio, en estricto apego al criterio CU-06, mediante la implementación de medidas específicas durante la etapa de preparación del sitio.* *Previo al inicio de las actividades de desmonte, se realizará la remoción y recuperación de la capa de suelo vegetal (horizonte orgánico) en las áreas sujetas a despalme. Este material será acamellonado de forma temporal dentro del predio, en zonas contiguas a la obra previamente definidas, garantizando su conservación física, química y biológica, así como evitando su erosión o dispersión.* *Posteriormente, la tierra vegetal recuperada será reutilizada en actividades de revegetación, jardinería y acondicionamiento de áreas verdes del propio proyecto, favoreciendo la restitución de funciones edáficas y la integración paisajística del sitio.* *En cuanto a la vegetación removida, el material leñoso resultante será triturado en sitio y sometido a procesos de composteo controlado, con la finalidad de generar materia orgánica que será reincorporada al suelo en las áreas verdes del proyecto, contribuyendo a mejorar su estructura, fertilidad y capacidad de retención de humedad.* *En ningún caso los materiales obtenidos del desmonte serán objeto de comercialización, por lo que su destino se limitará al aprovechamiento interno dentro del predio, en concordancia con lo establecido en el criterio, salvo que, en su caso, se cuente con autorización expresa de la autoridad competente.* *Con lo anterior, el proyecto asegura un manejo sostenible de los recursos naturales existentes, minimizando pérdidas de suelo y biomasa, y favoreciendo su reincorporación al sistema.*	
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario
Vinculación con el proyecto. *El diseño del proyecto contempla de manera explícita la separación independiente de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, en cumplimiento del criterio CU-07.* *El sistema de drenaje sanitario estará destinado exclusivamente a la conducción de aguas residuales generadas por las actividades del proyecto, las cuales serán canalizadas hacia la red municipal, garantizando su manejo adecuado conforme a la*	

Criterios urbanos	
Clave	**Descripción**
normatividad vigente. *Por su parte, el drenaje pluvial será diseñado como un sistema independiente, encargado de la captación, conducción y disposición de escurrimientos superficiales derivados de eventos de precipitación. Este sistema podrá incorporar soluciones como pozos de pluviales, con el objetivo de favorecer la recarga del acuífero y evitar encharcamientos o afectaciones a predios colindantes.* *La separación de ambos sistemas evita la contaminación cruzada, reduce riesgos sanitarios y optimiza el manejo del agua dentro del proyecto, garantizando así el cumplimiento del criterio ambiental aplicable.*	
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.
Vinculación con el proyecto. *El proyecto contempla un sistema de drenaje pluvial independiente, diseñado para la captación, conducción y disposición adecuada de los escurrimientos superficiales generados por eventos de precipitación, en cumplimiento del criterio CU-08.* *Los escurrimientos pluviales serán conducidos hacia estructuras de infiltración dentro del predio como pozos pluviales, favoreciendo la recarga del acuífero y evitando descargas directas a cuerpos de agua superficiales. Previo a su infiltración, el agua pluvial será sometida a sistemas de pretratamiento, tales como:* • *Trampas de sólidos y sedimentos* • *Sistemas de decantación* • *Dispositivos de retención de grasas en áreas susceptibles (por ejemplo, zonas de estacionamiento o servicios)* *Estos elementos permitirán la remoción de partículas suspendidas, sedimentos y posibles contaminantes, garantizando que el agua infiltrada cumpla con condiciones adecuadas de calidad.* *Cabe señalar que el manejo de aguas pluviales es totalmente independiente del sistema sanitario. Las aguas residuales generadas por el proyecto serán conducidas exclusivamente al sistema municipal de alcantarillado, para el cual se cuenta con la factibilidad correspondiente, evitando cualquier tipo de mezcla o descarga inadecuada.* *Con lo anterior, el proyecto da cumplimiento al criterio CU-08, al garantizar un manejo adecuado del drenaje pluvial mediante sistemas de filtración y disposición controlada, minimizando riesgos de contaminación y favoreciendo la infiltración al subsuelo.*	
CU-09	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados
Vinculación con el proyecto. *Todo material pétreo que se use para las obras del proyecto será proveniente de bancos de materiales autorizados.*	
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto ya que no se trata de canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas por lo que no se hará uso de plaguicidas.*	
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado
Vinculación con el proyecto. *El proyecto dará cumplimiento al criterio CU-11 mediante la implementación de un manejo integral de los residuos generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción, evitando en todo momento su disposición inadecuada dentro del predio o en áreas circundantes.* *Durante el desarrollo de las obras, se prohíbe expresamente la disposición de residuos sobre la vegetación remanente, así como en zonas colindantes, con el fin de prevenir afectaciones al suelo, la cobertura vegetal y la calidad ambiental del sitio.* *Para el manejo adecuado de los residuos, se instalarán contenedores debidamente identificados y rotulados, promoviendo la separación en sitio de los distintos tipos de residuos, tales como:* • *Residuos sólidos urbanos (RSU)*	

Criterios urbanos	
Clave	**Descripción**
	• *Residuos de manejo especial (RME), principalmente derivados de actividades constructivas (escombros, restos de materiales, empaques, entre otros)* *Los residuos de manejo especial serán recolectados y trasladados a los sitios de disposición final autorizados por el municipio o el estado, o bien entregados a empresas autorizadas para su manejo, en cumplimiento de la normatividad aplicable.* *Asimismo, se establecerán medidas de control para evitar la dispersión de residuos (acopio temporal en zonas definidas, retiro periódico y manejo adecuado), garantizando condiciones de orden, limpieza y seguridad dentro del área del proyecto.* *Con lo anterior, el proyecto asegura que los residuos generados no afectarán la vegetación remanente ni el entorno inmediato, cumpliendo plenamente con lo establecido en el criterio CU-11.*
CU-12	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.
Vinculación con el proyecto. *Se contratará trabajadores de la población donde se realizará el proyecto por lo que no se pretende la pernoctación de los empleados en el área.*	
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.
Vinculación con el proyecto. *El proyecto dará cumplimiento estricto al criterio CU-13, estableciendo la prohibición total del uso de fuego durante todas sus etapas (preparación del sitio, construcción y operación).* *Las actividades de desmonte y despalme se realizarán exclusivamente mediante métodos mecánicos y/o manuales, quedando expresamente prohibida cualquier práctica de quema de vegetación como método de limpieza del terreno.* *Asimismo, se prohíbe la quema de residuos sólidos en sitio, por lo que todos los residuos generados serán manejados conforme a un esquema de separación, acopio temporal y disposición final en sitios autorizados, evitando su eliminación mediante combustión en áreas abiertas.* *Como medida de control, el proyecto implementará:* • *Señalización preventiva dentro del área de trabajo indicando la prohibición del uso de fuego* • *Capacitación al personal sobre manejo adecuado de residuos y prevención de incendios* • *Supervisión continua durante las actividades constructivas para asegurar el cumplimiento de esta disposición* *Con lo anterior, se eliminan riesgos asociados a incendios, emisiones contaminantes y afectaciones a la vegetación remanente, garantizando el cumplimiento pleno del criterio CU-13.*	
CU-14	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.
Vinculación con el proyecto. *Se cuenta con Procedimiento de manejo de residuos peligrosos en el* ***Anexo 2.5*** *en el cual se establecen los procedimientos para la disposición de estos residuos.*	
CU-15	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.
Vinculación con el proyecto. *Se cuenta con Procedimiento de manejo de residuos peligrosos en el* ***Anexo 2.5*** *en el cual se establecen los procedimientos para la disposición de estos residuos.*	
CU-16	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que este no se ubica en zona costera.*	
CU-17	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia

Criterios urbanos	
Clave	**Descripción**
	(INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que en sus inmediaciones no se encontraron cavernas o cuerpos de agua, ni ningún vestigio arqueológico, el área de estudio se ubica en una zona completamente urbanizada,*	
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes
Vinculación con el proyecto. *El predio donde se desarrollará el proyecto corresponde a propiedad privada ubicada dentro de una zona urbana, la cual, conforme a los instrumentos de planeación aplicables, presenta un uso de suelo compatible con el desarrollo urbano (Asentamientos Humanos). En este sentido, el sitio no se encuentra clasificado como reserva territorial destinada a aprovechamiento urbano ni como área de preservación ecológica dentro del Programa de Desarrollo Urbano correspondiente.* *Por lo anterior, el criterio CU-18 no resulta aplicable de manera directa al proyecto, ya que no regula predios urbanos ya incorporados al desarrollo ni aquellos que cuentan con uso de suelo definido para fines urbanos.* *No obstante, en congruencia con el espíritu del criterio y como medida de integración ambiental, el proyecto contempla la conservación de una superficie de 975.69 m² dentro del predio, la cual mantendrá su cobertura vegetal existente (vegetación secundaria), contribuyendo a la permanencia de funciones ecológicas a escala local.* *Esta área de conservación permitirá mantener procesos como la protección del suelo, la infiltración de agua, la provisión de microhábitats para fauna silvestre y la conservación de elementos florísticos, favoreciendo la biodiversidad urbana, aun en un contexto de alta perturbación.* *En consecuencia, si bien el criterio CU-18 no es de aplicación obligatoria para el proyecto, se adoptan medidas que atienden su finalidad ambiental, al preservar una porción del predio con cobertura vegetal, integrándola al diseño del desarrollo.*	
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.
Vinculación con el proyecto. *El predio donde se desarrollará el proyecto se localiza en una zona urbana, con uso de suelo definido como Asentamientos Humanos, por lo que no corresponde a un área clasificada como reserva urbana dentro del Programa de Desarrollo Urbano aplicable.* *En este sentido, el criterio CU-19 no resulta aplicable de manera directa, ya que está dirigido específicamente a regular el desarrollo en áreas de reserva urbana sujetas a programación de incorporación al desarrollo.* *No obstante, el proyecto se plantea en total congruencia con los instrumentos de planeación territorial vigentes, al ubicarse en un área ya incorporada al desarrollo urbano y con compatibilidad de uso de suelo, por lo que su ejecución no contraviene la política de ordenamiento urbano establecida.* *Asimismo, el promovente dará cabal cumplimiento a las disposiciones, lineamientos y zonificación establecidos en el Programa de Desarrollo Urbano vigente, así como a las autorizaciones y licencias que correspondan por parte de las autoridades competentes, garantizando que el desarrollo del proyecto se realice de manera ordenada y conforme a la normativa aplicable.* *En consecuencia, si bien el criterio CU-19 no es aplicable de forma directa, el proyecto se alinea plenamente con la planeación urbana vigente, al desarrollarse en un predio con uso de suelo compatible y dentro de un entorno urbano consolidado.*	
CU-20	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que en sus inmediaciones no se encontraron cenotes o cuevas.*	
CU-21	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.

Criterios urbanos	
Clave	**Descripción**
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que en sus inmediaciones no se encontraron cenotes, cuevas inundadas o lagunas.*	
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.
Vinculación con el proyecto. *Las aguas residuales serán canalizadas hacia el sistema municipal de alcantarillado, para el cual se cuenta con la factibilidad correspondiente.*	
CU-23	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.
Vinculación con el proyecto. *El proyecto no contempla la instalación ni operación de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio, por lo que no generará lodos ni residuos asociados a procesos de tratamiento dentro del predio.* *Las aguas residuales generadas por el proyecto serán de tipo doméstico, derivadas de servicios sanitarios y actividades propias de una tienda, y serán canalizadas en su totalidad al sistema municipal de alcantarillado, conforme a la factibilidad correspondiente.* *En este sentido, la responsabilidad del tratamiento de dichas aguas residuales, así como del manejo, caracterización y disposición final de los lodos generados, recae en el organismo operador del sistema de alcantarillado y saneamiento, conforme a la normatividad aplicable.* *Por lo anterior, el criterio CU-23 no resulta aplicable de manera directa al promovente, al no ser propietario ni operador de un sistema de tratamiento que genere lodos. No obstante, el proyecto garantiza la correcta conducción de sus aguas residuales hacia la infraestructura pública existente, evitando descargas directas al suelo o subsuelo y contribuyendo al manejo adecuado de las mismas.* *En consecuencia, se da cumplimiento al criterio CU-23 en términos de su alcance, al no generarse lodos en sitio y delegarse su manejo a la autoridad competente.*	
CU-24	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.
Vinculación con el proyecto. *En las áreas de conservación se mantendrá los árboles que no interfieran con el diseño del proyecto.*	
CU-26	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable
Vinculación con el proyecto. *No se aprovechamiento de especies vegetales o animales silvestres en ninguna etapa del proyecto.*	
CU-27	Se deberán mantener en pié e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.
Vinculación con el proyecto. *Con base en los trabajos de caracterización de la vegetación realizados en el predio, los cuales se llevaron a cabo mediante censo total del arbolado existente, se identificaron únicamente dos (2) individuos arbóreos con diámetro normal (DAP) igual o mayor a 40 cm.* *Dado el contexto del predio, caracterizado por vegetación secundaria altamente perturbada y fragmentada, la presencia de individuos con estas dimensiones es limitada.* *En este sentido, el proyecto contempla que, en caso de que dichos individuos se localicen dentro del área de conservación definida (975.69 m²), estos serán mantenidos en pie e integrados al diseño del proyecto, garantizando su permanencia.* *En caso de que los individuos identificados no se ubiquen dentro del área de conservación o interfieran de manera directa con el desplante de infraestructura, se priorizará, en la medida de lo técnicamente viable, su conservación; en su defecto, en caso de que no permita su conservación por razones estrictamente técnicas o de seguridad estructural, se considerará priprozar*	

Criterios urbanos	
Clave	**Descripción**
individuos jóvenes para su rescate y reubicación. *Con lo anterior, el proyecto da cumplimiento al criterio CU-27, al considerar la identificación, protección e integración de los individuos arbóreos con DAP ≥ 40 cm dentro del diseño y desarrollo del mismo.*	
CU-28	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.
Vinculación con el proyecto. *No se considera instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte, por lo que no aplica este criterio.*	
CU-29	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta
Vinculación con el proyecto. *No se considera instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte, por lo que no aplica este criterio.*	
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.
Vinculación con el proyecto. *El proyecto dará cabal cumplimiento a este criterio al instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos.*	
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.
Vinculación con el proyecto. *Durante la etapa de construcción del proyecto, los vehículos encargados del transporte de material pétreo contarán con una lona con el fin de evitar el esparcimiento de polvo durante su traslado. Asimismo, se realizará el riego periódico de agua en las áreas de tránsito y trabajo para disminuir la generación y dispersión de partículas de polvo al ambiente.*	
CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
Vinculación con el proyecto. *No es aplicable este criterio al proyecto ya que en el área de estudio no se registró la existencia de manglares.*	
CU-33	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén
Vinculación con el proyecto. *Se manejarán adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, tales como residuos de material asfáltico, aceites y pinturas, con el fin de evitar derrames y lixiviación al suelo natural y al agua. Los residuos peligrosos generados (sustrato firme, agua o materiales contaminados con hidrocarburo, restos y botes de pintura), se dispondrán en contenedores rotulados y con tapa, separando líquidos y sólidos.* *En términos generales se aplicará un Procedimiento de manejo de residuos peligrosos.*	

Tabla II. 8 Vinculación con los Criterios específicos urbanos de la UGA 10 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Criterios específicos	
Urbanos	
CE-39	Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que

	se establezca para cada uso y unidad. La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es vinculante con el presente proyecto todas ves que este solo se ubica en una UGA del programa de ordenamiento de solidaridad.*	
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es vinculante con el presente proyecto todas ves que este no se ubica en zona costera.*	
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.
Vinculación con el proyecto. *Durante los trabajos de caracterización de la vegetación en el predio se identificó la presencia de una especie exótica con comportamiento invasor, correspondiente a Megathyrsus maximus, la cual se presenta de manera dispersa en áreas perturbadas del sitio.* *En cumplimiento del criterio CE-95, el proyecto contempla la remoción de dicha especie como parte de las actividades de limpieza, desmonte y despalme del terreno, evitando su propagación dentro del predio y hacia áreas circundantes.* *El material vegetal resultante será manejado conforme a las medidas de manejo de residuos vegetales establecidas para el proyecto, privilegiando su triturado y aprovechamiento como materia orgánica, o bien su disposición adecuada, evitando su dispersión.* *Dado que la presencia de esta especie es puntual y asociada a condiciones de perturbación, no se requiere la implementación de un programa de erradicación extensivo; sin embargo, su eliminación durante la preparación del sitio constituye una medida efectiva de control, alineada con el objetivo del criterio.* *Con lo anterior, el proyecto da cumplimiento al criterio CE-95, al identificar y eliminar la vegetación exótica presente, contribuyendo al mejoramiento de las condiciones ambientales del predio.*	
CE-98	Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas.
Vinculación con el proyecto. *El predio donde se desarrollará el proyecto se localiza en una zona urbana consolidada, con uso de suelo definido como Asentamientos Humanos, por lo que no corresponde a un área clasificada como reserva urbana dentro de los instrumentos de planeación territorial aplicables.* *En este sentido, el criterio CE-98 no resulta aplicable de manera directa, ya que está dirigido a regular predios identificados como reservas urbanas que aún no han sido incorporadas al desarrollo.* *No obstante, en congruencia con el espíritu del criterio y como medida de integración ambiental, el proyecto contempla la conservación de una superficie de 975.69 m², en la cual se mantendrá la cobertura vegetal existente (vegetación secundaria con elementos nativos), contribuyendo a la permanencia de funciones ecológicas a escala local.* *Esta área permitirá la continuidad de servicios ecosistémicos tales como la protección del suelo, la infiltración de agua, la provisión de microhábitats y la conservación de biodiversidad urbana, aun dentro de un entorno altamente intervenido.* *En consecuencia, si bien el criterio CE-98 no es de aplicación obligatoria para el proyecto, se adoptan medidas que atienden su finalidad ambiental, al preservar una porción del predio con cobertura vegetal.*	
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.

Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es vinculante con el presente proyecto todas ves que este no se ubica en ecosistema de duna costera.*	
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es vinculante con el presente proyecto todas ves que este no se ubica en ecosistema de duna costera.*	
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es vinculante con el presente proyecto todas ves que este no se ubica en ecosistema de duna costera.*	
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.
Vinculación con el proyecto. *Este criterio no es vinculante con el presente proyecto todas ves que este no se ubica en ecosistema de duna costera.*	

I.2 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Programa de Manejo y los Programas de Ordenamiento Ecológico.



Figura II. 5 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

Vinculación: El proyecto no se encuentra dentro de alguna ANP; sin embargo, se consideran medidas adecuadas, así como la respectiva supervisión ambiental para evitar la afectación a la flora y fauna, además las actividades a realizar por la implementación del proyecto. No afectará el ecosistema, debido al buen manejo de las aguas residuales a través del uso de letrinas móviles en las etapas de preparación del sitio y construcción y en la etapa operativa las aguas residuales serán canalizadas hacia el sistema municipal de alcantarillado, para el cual se cuenta con la factibilidad correspondiente.

I.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050 (PDUSOL).

El PDUSOL es el instrumento de planeación territorial que regula el crecimiento urbano del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, cuyo principal centro urbano es Playa del Carmen. Este programa establece las políticas, estrategias y lineamientos para orientar el desarrollo urbano del municipio en un horizonte de largo plazo (2010-2050), buscando un crecimiento ordenado, sustentable y compatible con la vocación turística de la región.

Objetivo general.

El programa tiene como objetivo formular la estrategia de desarrollo urbano del municipio, definiendo acciones para impulsar un desarrollo turístico de calidad, socialmente incluyente, ambientalmente sustentable y territorialmente ordenado. Asimismo, propone la infraestructura, el equipamiento y los servicios necesarios para consolidar la actividad turística y el crecimiento urbano del municipio.

Alcance y función del programa.

Este instrumento de planeación territorial tiene varias funciones principales:

- Ordenar el uso del suelo y regular la expansión urbana del municipio.
- Definir políticas de desarrollo urbano y territorial para las localidades y centros de población.
- Establecer reservas territoriales para vivienda, equipamiento e infraestructura.
- Coordinar el desarrollo urbano con la actividad turística, que es el principal motor económico del municipio.
- Promover la sustentabilidad ambiental y la protección de los recursos naturales.
- Orientar la inversión pública y privada en infraestructura, servicios y equipamiento urbano.

De esta manera, el programa sirve como marco normativo para la autorización de proyectos urbanos, turísticos y de infraestructura dentro del municipio.

Ejes estratégicos del programa

El programa se estructura en diversos ejes o líneas estratégicas que orientan el desarrollo municipal, entre los que destacan:

a) Desarrollo económico y turístico. Busca consolidar al municipio como destino turístico internacional, diversificando las actividades económicas y fortaleciendo sectores complementarios como el comercio, los servicios y algunas actividades productivas regionales.
b) Ordenamiento territorial. Plantea un modelo de crecimiento urbano ordenado que evite la expansión descontrolada, establezca densidades adecuadas y promueva la correcta localización de infraestructura, equipamientos y áreas habitacionales.
c) Infraestructura y servicios urbanos. Propone mejorar la cobertura y calidad de los servicios básicos, como abastecimiento de agua potable, drenaje, manejo de residuos, transporte y vialidades, con el fin de sostener el crecimiento poblacional y turístico.
d) Medio ambiente y sustentabilidad. Incluye estrategias para la conservación de ecosistemas, protección de mantos acuíferos, manejo adecuado de residuos, prevención de la contaminación de aguas subterráneas y del mar, así como la creación de áreas verdes y programas de reforestación urbana. También promueve el uso de energías alternativas y la educación ambiental.

Vinculación con el proyecto. El Programa señala que la sustentabilidad urbana hace referencia a las condiciones que permiten la funcionalidad de la ciudad, lo que a su vez refleja y determina la calidad de vida de sus habitantes, ya que está estrechamente relacionada con los riesgos para el medio ambiente y la salud de sus pobladores. Esa funcionalidad a que hace referencia se expresa en las realidades materiales que ofrece el medio urbano como: la dotación y calidad de servicios públicos básicos, entre ellos el agua potable, el equipamiento urbano, las vialidades, los espacios públicos, y un medio ambiente limpio; elementos que permiten las condiciones apropiadas de vida y el desarrollo de los centros de población y sectores productivos con base en su entorno natural.

La problemática ambiental en las ciudades se origina, en gran medida, por una prestación inadecuada de servicios públicos esenciales, como el abastecimiento de agua, el drenaje, el transporte público y la recolección de residuos, entre otros. En este sentido, la manera en que dichos servicios son producidos, administrados y gestionados desde los distintos niveles de la administración pública tiene implicaciones directas y significativas sobre el medio ambiente.

En relación con todo lo anterior, la vinculación con el proyecto radica en la necesidad de presentar un proyecto integral que contemple tanto la operación y el mantenimiento actuales como la posibilidad de ampliar su desarrollo cuando las condiciones lo requieran. Todo ello debe realizarse en apego a la normatividad administrativa ambiental vigente, la cual establece las condiciones y autorizaciones necesarias para garantizar la protección y conservación del medio ambiente.

Asimismo, debido a la naturaleza dual del proyecto en evaluación, existe un componente que requiere ser sometido a evaluación y autorización ambiental con el propósito de asegurar su contribución al cuidado del entorno. En este sentido, el proyecto se encuentra en concordancia con lo señalado por el Programa vigente.

I.4 Normas Oficiales Mexicanas

EN MATERIA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Vinculación del proyecto

En caso de que durante la construcción se generen residuos peligrosos, su manejo deberá ser de manera independiente a los residuos domésticos. Los residuos peligrosos que se generen durante las actividades preparación del sitio y construcción del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones establecidas. Estos residuos serán separados y retirados del sitio.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-1993.

Vinculación del proyecto:

Los residuos peligrosos que se generen durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones de estas normas y del Reglamento de la LGPGIR. Las normas mencionadas son los instrumentos normativos que regirán durante todas las etapas del proyecto; por lo que, se considera el cumplimiento puntual de las mismas por parte del promovente.

EN MATERIA DE AGUAS RESIDUALES

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación del proyecto

Durante la preparación del sitio y la construcción se emplearán letrinas móviles para los trabajadores, de acuerdo al avance del proyecto. Las aguas sanitarias generadas de esta forma, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas) y durante la operación del proyecto las aguas residuales serán canalizadas hacia el sistema municipal de alcantarillado, para el cual se cuenta con la factibilidad correspondiente.

EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

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.

Vinculación del proyecto

Las camionetas utilizadas en obra contarán mantenimiento periódico. Esta norma no es aplicable a la maquinaria. Se establecerá que los vehículos que laboren dentro del proyecto, presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmósfera.

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

Vinculación del proyecto:

Se establecerá que los vehículos que laboren dentro del proyecto, presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmosfera.

NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.-Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Vinculación del proyecto

Los camiones de volteo y la maquinaria que se utilizará para la construcción deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.

EN MATERIA DE GENERACIÓN DE RUIDOS

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

Vinculación del proyecto

Las camionetas utilizadas en obra serán objeto de mantenimiento mayor periódicamente, mantenimiento que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Esta norma no es aplicable a la maquinaria que se utilizará para construcción.

EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES

NOM-59-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.

Vinculación del proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se afectarán exclusivamente las superficies previstas y manifestadas en el presente estudio. En el área de estudio no se registraron especies de flora y fauna catalogadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, se pretende la aplicación de un Programa de Rescate y Reubicación de las Especies Forestales y de un Programa de Acción para la Protección de la Fauna Silvestre.

I.5 Otros instrumentos a considerar

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Artículo 4. La mujer y el hombre son iguales ante la ley. Ésta protegerá la organización y el desarrollo de la familia.

Párrafo quinto:

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.

Vinculación con el proyecto

El proyecto contempla los principios para el desarrollo de un ambiente sano y digno para los ciudadanos de las localidades aledañas y de los mismos usuarios del proyecto.

El proyecto para garantizar un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de la población aplicará una serie de medidas preventivas y buenas prácticas ambientales que permitirán la mitigación completa de los impactos que generará el proyecto sobre los recursos: flora, fauna, suelo, agua, social, y servicios ambientales diversos como la protección de la biodiversidad y sus formas de vida, protección del suelo, captación de agua en calidad y cantidad, captura de carbono, etc. Adicionalmente, el proyecto generará fuentes de empleo temporal y permanentes que permitirán mejorar la calidad de vida de la población en donde se asentará el proyecto.

Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

Párrafo séptimo:

Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Vinculación con el proyecto

El proyecto contempla acciones para prevenir y mitigar posibles afectaciones al medio ambiente. El proyecto generará nuevos empleos temporales y permanentes, permitiendo así el crecimiento económico de la zona.

Artículo 27. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad

Vinculación con el proyecto

El presente Estudio sirve como herramienta para solicitar la autorización de un proyecto y el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); basado en información fehaciente y técnicamente sustentado, y cuya autorización permitirá el uso

pretendido. Lo anterior, permitirá el desarrollo del proyecto y por ende el desarrollo económico del municipio al ser una fluente de empleos temporales y permanentes, mejorando las condiciones de vida de la población cercana al área de estudio y la que se será directamente beneficiada.

LEYES Y REGLAMENTOS EN MATERIA AMBIENTAL Y FORESTAL (CAMBIO DE USO DE SUELO)

LEYES

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo 28. La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la secretearía 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 ambiente. Para ello en los casos que determine el reglamento que al efecto se expida quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requieran previamente la autorización en materia de impacto ambiental en la secretaria:

Fracción VII. Cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

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.

Vinculación con el proyecto

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente en su modalidad Particular para obtener la autorización para el desarrollo del proyecto, este considera el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de acuerdo con lo establecido en la Fracción VII del Artículo 28 de la Ley; para tal efecto, se presentará ante la Secretaría el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

Vinculación con el proyecto

Se pretende minimizar las emisiones a la atmósfera a partir de la realización de mantenimientos periódicos a todos y cada uno de los equipos que se emplearan en las actividades de transporte del material, desmonte y despalme. Las emisiones de gases contaminantes serán reguladas conforme a los niveles máximos establecidos por la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-045-SEMARNAT-2006.

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;

Vinculación con el proyecto

Durante las actividades y cerca de los frentes de trabajo establecidos se debe contar con sanitarios portátiles donde se efectúen las actividades necesarias para controlar y disponer las aguas residuales que se generaran por el personal que laborará en esta etapa. Asimismo, durante la operación del proyecto las aguas residuales serán canalizadas hacia el sistema municipal de alcantarillado, para el cual se cuenta con la factibilidad correspondiente.

Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su rehusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

Vinculación con el proyecto

Los residuos sólidos no peligrosos que serán generados dentro del predio por las actividades del proyecto se manejarán en contenedores y serán dispuestos en el sitio de disposición final del municipio.

Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Vinculación con el proyecto

No se prevé generen residuos peligrosos; pero, en caso de darse dicha generación durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto, éstos serán envasados en contenedores y etiquetados para posteriormente canalizarlos a una disposición final de acuerdo a los lineamientos legales vigentes. Se llevará el control de dichos residuos generados en una bitácora.

Ley General de Bienes Nacionales

Artículo 119. Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará:

I. Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba;

Vinculación con el proyecto

No se afectará debido a que no se realizarán obras en la franja de 20 metros que comprende el área federal marítimo terrestre.

Ley de Aguas Nacionales

Artículo 47. Las descargas de aguas residuales a bienes nacionales o su infiltración en terrenos que puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos, se sujetarán a lo dispuesto en el Título Séptimo de la presente Ley.

"La Autoridad del Agua" promoverá el aprovechamiento de aguas residuales por parte de los municipios, los organismos operadores o por terceros provenientes de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Artículo 85. En concordancia con las Fracciones VI y V del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley…

Artículo 88 BIS. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán:

I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales mencionado en el Artículo anterior;

II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando sea necesario para cumplir con lo dispuesto en el permiso de descarga correspondiente y en las Normas Oficiales Mexicanas; …

IX. Cumplir con las condiciones del permiso de descarga correspondiente y, en su caso, mantener las obras e instalaciones del sistema de tratamiento en condiciones de operación satisfactorias;

X. Cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y en su caso con las condiciones particulares de descarga que se hubieren fijado, para la prevención y control de la contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de substancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores; …

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

En localidades que carezcan de sistemas de alcantarillado y saneamiento, las personas físicas o morales que en su proceso o actividad productiva no utilicen como materia prima substancias que generen en sus descargas de aguas residuales metales pesados, cianuros o tóxicos y su volumen de descarga no exceda de 300 metros cúbicos mensuales, y sean abastecidas de agua potable por sistemas municipales, estatales o el Distrito Federal, podrán llevar a cabo sus descargas de aguas residuales con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante un aviso por escrito a "la Autoridad del Agua" …

Artículo 96 BIS 1. Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar el daño ambiental causado, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño, o cuando no fuere posible, mediante el pago de una indemnización fijada en términos de Ley por Autoridad competente.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

Los requerimientos de agua en las etapas del proyecto, serán satisfechos a través de la contratación de pipas de agua cruda y para la etapa de Operación y Mantenimiento se realizará el trámite correspondiente en caso de que el municipio no pueda proveer de agua.

Se fomentará que, durante el uso del agua cruda en las actividades que lo requirieran, se empleen el volumen necesario, evitando su desperdicio.

En las etapas de Preparación del Sitio y Construcción se arrendarán sanitarios portátiles cuyo uso será indicado como obligatorio para el personal implicado en el desarrollo del proyecto evitando la contaminación producto de la defecación al aire libre.

La empresa que fuera contratada para el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles deberá contar con permisos vigentes y dar mantenimiento a los sanitarios, así como recolectar, transportar, tratar y descargar las aguas. Asimismo, durante la operación del proyecto las aguas residuales serán canalizadas hacia el sistema municipal de alcantarillado, para el cual se cuenta con la factibilidad correspondiente.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 7. Fracc. LXXX. ***Vegetación forestal***: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

Artículo 69. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;
II. Aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales;
III. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales en superficies mayores de 800 hectáreas, excepto aquéllas en terrenos forestales temporales, y
IV. Colecta y usos con fines comerciales o de investigación de los recursos genéticos.

Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros de Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversas de los ecosistemas que se verán afectados se mantengan, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de caída dela gua o la disminución en su captación se mitigué en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

En las autorizaciones de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, la secretaria deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del consejo estatal forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarios.

Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

El proyecto da cabal cumplimiento a estos artículos con la presentación en paralelo a esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para su evaluación objetiva por parte de la secretaria con datos técnicos suficientes que permiten dar cumplimiento a los supuestos normativos y, por ende, lograr la autorización por excepción del CUSTF solicitado. El estudio técnico demuestra que se mantiene la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por motivo de CUSTF, que se mitiga la erosión de los suelos y se mitiga el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

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.

Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

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.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

En el programa de orden y limpieza que se implementara para el proyecto se incluye la separación de residuos sólidos urbanos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos. Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos de aceite y filtros de aceite, residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias. Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos. Asimismo, se contempla la implementación de un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y manejo de residuos peligrosos, en los que se establecen los lineamientos necesarios para la identificación y manejo integral de los residuos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto, para minimizar el riesgo ambiental que estos representan.

Ley General de Vida Silvestre

Artículo 4. 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.

Artículo 29. Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre mencionada en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.

Artículo 63. La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público. Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial.

Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración. La Secretaría podrá establecer, mediante acuerdo Secretarial, hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, cuando se trate de:

a) Áreas específicas dentro de la superficie en la cual se distribuya una especie o población en riesgo al momento de ser listada, en las cuales se desarrollen procesos biológicos esenciales para su conservación.
b) Áreas específicas que debido a los procesos de deterioro han disminuido drásticamente su superficie, pero que aún albergan una significativa concentración de biodiversidad.
c) Áreas específicas en las que existe un ecosistema en riesgo de desaparecer, si siguen actuando los factores que lo han llevado a reducir su superficie histórica.
d) Áreas específicas en las que se desarrollen procesos biológicos esenciales, y existan especies sensibles a riesgos específicos, como cierto tipo de contaminación, ya sea física, química o acústica, o riesgo de colisiones con vehículos terrestres o acuáticos, que puedan llevar a afectar las poblaciones.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

El proyecto fragmentará la flora y la fauna de la zona por la implementación del proyecto por lo que deberán ser minimizadas o compensadas las afectaciones, se contempla la permanencia de áreas de conservación, además durante las actividades constructivas del proyecto se contará con la supervisión permanente por personal capacitado que evite la afectación excesiva o fuera de autorización del área requerida, además se contempla que el desmonte se realice de manera gradual para permitir la dispersión de la fauna. Como parte de las medidas de compensación, el área de conservación tendrá una superficie total de ***975.69 m²,*** *en la cual se mantendrá la vegetación forestal y el suelo de conformación natural, lo que permitirá que las especies de fauna silvestre siguen habitando esta zona y permitiendo su movilidad.*

REGLAMENTOS

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Capítulo II: De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental.

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como de selvas y zonas áridas.

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de **instalaciones comerciales**, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

Artículo 9. 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.

Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

I. Regional, o

II. Particular.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente en su modalidad Particular para obtener la autorización, el proyecto considera el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en predios con vegetación forestal de acuerdo con lo establecido en la Fracción I del apartado O del Artículo 5 del Reglamento.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

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

Artículo 137. Es responsabilidad de los usuarios del agua y de todos los concesionarios a que se refiere el Capítulo II, del Título Sexto de la "Ley", incluidas las unidades y los distritos de riego, cumplir con las normas oficiales mexicanas y en su caso con las demás condiciones particulares de descarga, para la prevención y control de la contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de substancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores…

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

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

Los requerimientos de agua en las etapas de Preparación del sitio y de Construcción proyecto, serán satisfechos a través de la contratación de pipas de agua.

Debido a lo anterior, al tenerse la potencial generación de aguas residuales, en cumplimiento a los artículos 134, 137 Y 151 se prevé lo siguiente:

Se fomentará que, durante el uso del agua cruda en las actividades que lo requirieran, se empleen el volumen necesario, evitando su desperdicio.

Deberá observarse y asegurarse el manejo integral de los residuos sólidos generados a lo largo de todas las etapas del proyecto, evitando la contaminación del agua subterránea por lixiviados. El proyecto plantea la aplicación de procedimientos de manejo y disposición de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.

En las etapas de Preparación del Sitio y Construcción se arrendarán sanitarios portátiles cuyo uso será indicado como obligatorio para el personal implicado en el desarrollo del proyecto evitando la contaminación producto del fecalismo al aire libre.

La empresa que se contrate para el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles deberá contar con permisos vigentes y dar mantenimiento a los sanitarios, así como recolectar, transportar, tratar y descargar las aguas. Asimismo, durante la operación del proyecto las aguas residuales serán canalizadas hacia el sistema municipal de alcantarillado, para el cual se cuenta con la factibilidad correspondiente.

Reglamento de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;
II. Lugar y fecha;
III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y
IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:

I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;
II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;
III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;
IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y
V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.

Artículo 143. La Secretaría o, en su caso la ASEA, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 140, segundo párrafo, resolverá las solicitudes de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, conforme al procedimiento siguiente:

I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá por única vez al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que presente la información o documentación faltante, la cual deberá entregarse dentro del término de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
III. La Secretaría o la ASEA enviarán copia del estudio técnico justificativo al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión técnica dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción. En caso de no emitir dicha opinión dentro del plazo establecido, se entenderá que no tiene objeción. En las autorizaciones de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, la Secretaría o la ASEA deberán dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate;
IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría o la ASEA notificarán al solicitante de la visita técnica al área objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación. Al término de la visita técnica se levantará un acta circunstanciada debidamente firmada por el solicitante o por quién este designe y por el personal autorizado por la Secretaría o la ASEA para la realización de la visita, y
V. Realizada la visita técnica, la Secretaría o la ASEA dentro de los quince días hábiles siguientes y sólo en caso de que el Cambio de uso de suelo solicitado actualice los supuestos a que se refiere el primer párrafo del artículo 93 de la Ley, determinará el monto de la Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 144 del presente Reglamento. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría o la ASEA haya formulado el requerimiento de depósito ante el Fondo, se entenderá que la solicitud se resolvió en sentido negativo.
VI. Cuando en cualquier estado del procedimiento previsto en el presente artículo, se considere que alguno de los actos no reúne los requisitos necesarios, la Secretaría o la ASEA lo pondrán en conocimiento de la parte interesada, concediéndole un plazo de cinco días para su cumplimiento. Los interesados que no cumplan con lo dispuesto en este artículo, se les podrá declarar la caducidad del ejercicio de su derecho, en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo 144. La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación.

Una vez que el solicitante haya comprobado que realizó el Depósito a que se refiere el párrafo anterior, mediante copia simple de la ficha de depósito o del comprobante de transferencia electrónica, la Secretaría o la ASEA, expedirán la autorización

de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, esta se entenderá concedida.

La solicitud de autorización será negada en caso de que el interesado no acredite ante la Secretaría o la ASEA haber realizado el Depósito en los términos previstos en el presente artículo.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

En paralelo a la presentación de este documento se presentará a la Secretaría un Estudio Técnico Justificativo por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos

Artículo 46. Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen.
II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles ni con residuos peligrosos reciclables.
III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico.
IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos.
V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación los Residuos Peligrosos.
VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice.
VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos.
VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones.

Vinculación con el proyecto

Para cumplir con lo anteriormente señalado se deben manejar los residuos peligrosos generados en el área del proyecto en tambores metálicos y de manera separada, y posteriormente se deberán enviar a disposición final. Los servicios de transporte y disposición final deberán contemplarse mediante empresas autorizadas. Es por eso que para la realización de este proyecto se presentará el procedimiento para el manejo de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial los cuales se encuentran en el ***Anexo 2.5*** *del presente documento.*

Reglamento de LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera

Artículo 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Artículo 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Artículo 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Vinculación con el proyecto (artículos referenciados en este apartado)

Se solicitará que los vehículos cuenten con mantenimientos periódicos, debido a que el proyecto no es de gran magnitud y los vehículos a utilizar serán muy pocos, no se presentarán grandes emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido

Artículo 32. Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

Vinculación con el proyecto

Al emplearse maquinaria pesada los niveles de ruido en ciertas áreas podrían rebasarse conforme a la norma; por lo que todo el personal de la empresa que efectué los trabajos de campo deberá contar con equipo de protección auditiva y observar las disposiciones de seguridad.

REGIONES PRIORITARIAS

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

Las RTP, corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país; así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. A continuación, se presenta un análisis de la ubicación del proyecto con respecto a las regiones terrestres prioritarias.

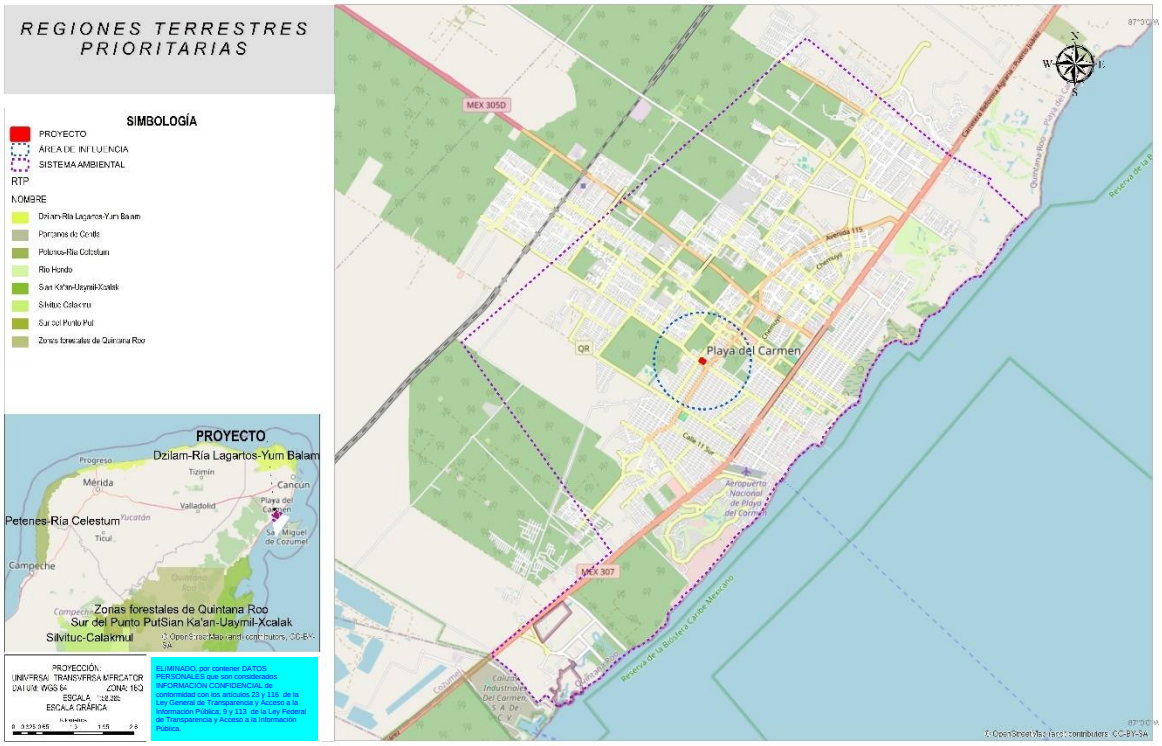


Figura II. 6 Ubicación del proyecto con relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto está totalmente fuera de una RTP.

ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

Estas áreas son congruentes con la delimitación biogeográfica presente en todo el país, en la que se representan unidades básicas de clasificación, constituidas por áreas que albergan grupos de especies con un origen común y patrones similares de fisiografía, clima, suelo y fisonomía de la vegetación. En la siguiente figura se puede observar que el área de estudio con respecto a la distribución de las AICA.



Figura II. 7 Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra fuera dentro de algún AICA.

REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA (RHP)

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global. Se elaboraron fichas técnicas para cada región hidrológica prioritaria identificada. Éstas contienen información general de tipo limnológico, geológico/edáfico, recursos hídricos y biodiversidad, así como de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso. A continuación, se presenta la ubicación del proyecto con respecto a las regiones hidrológicas prioritarias.

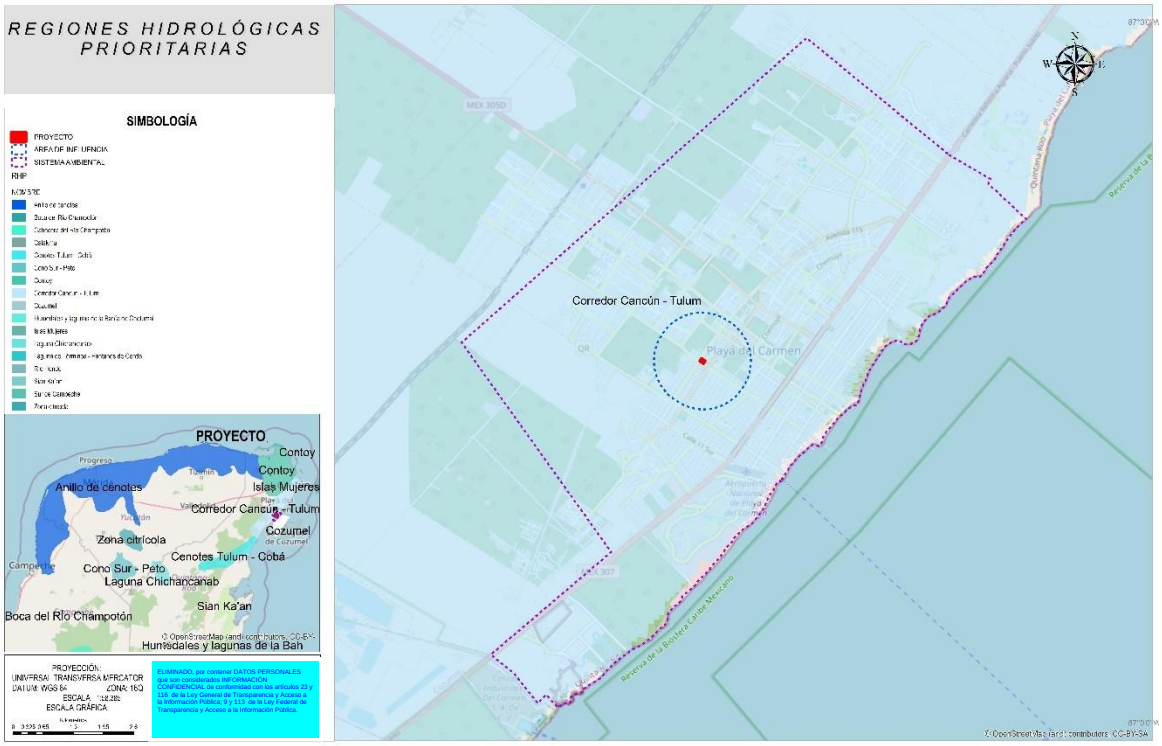


Figura II. 8 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones hidrológicas prioritarias.

El proyecto se localiza en un entorno urbano, donde, de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, el uso de suelo corresponde a Asentamientos Humanos, lo que evidencia un alto grado de transformación antrópica y la ausencia de ecosistemas conservados dentro del predio. La cobertura vegetal presente se limita a vegetación urbana perturbada, con algunos elementos de vegetación secundaria. No obstante, el ecosistema natural de referencia más cercano corresponde a la selva mediana subperennifolia, aunque este no presenta continuidad ecológica con el sitio del proyecto.

En este contexto, el diseño del proyecto incorpora medidas de integración ambiental, tales como la conservación de áreas verdes dentro del predio, que contribuirán a mantener funciones ecológicas a escala local, como la infiltración de agua, la protección del suelo y la provisión de microhábitats. Asimismo, en caso de identificarse individuos vegetales de interés durante las actividades de preparación del sitio, se considerará su rescate y reubicación dentro de las áreas de conservación del propio predio, favoreciendo la permanencia de elementos de vegetación nativa en un entorno urbano altamente intervenido.

Asimismo, el proyecto tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales mediante sanitarios portátiles que serán de uso obligatorio (en las etapas de CUSTF y construcción de la obra) para los frentes de trabajo. Adicionalmente, el presente proyecto se aplicará un Procedimiento para el buen manejo y disposición de residuos que se generen en los frentes de trabajo (Ver Anexo 2.5). De acuerdo a lo anterior se puede indicar que la realización del proyecto no afectará grandemente el freático y esta RHP; por lo que, el proyecto es congruente y viable totalmente su desarrollo. Con base a lo anterior es importante mencionar que el proyecto no alterará, ni modificará ninguna de las características de las Regiones Hidrológicas Prioritarias declaradas en el estado.

REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP)

Estas regiones se crearon considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

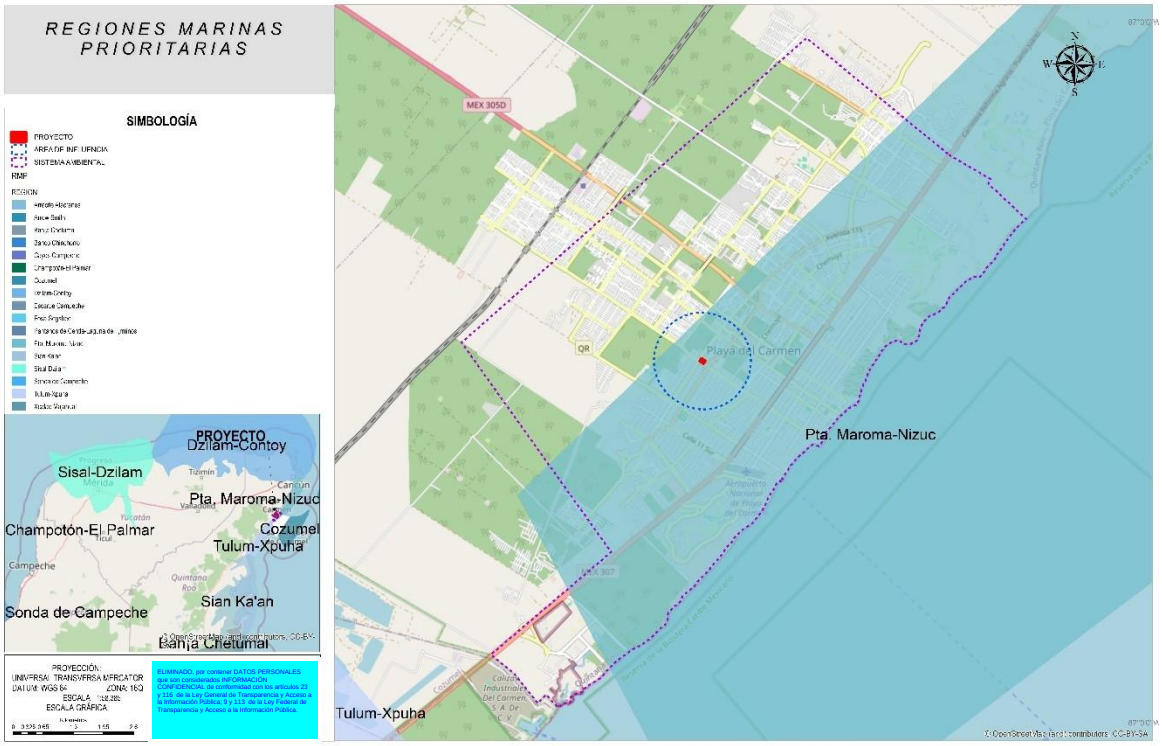


Figura II. 9 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias.

El proyecto se ubica en la RMP Pta. Maroma-Nizuc. Sin embargo, el proyecto no afectará a los organismos protegidos y contemplados dentro de esta región. Adicionalmente se aplicarán procedimientos para el buen manejo y disposición de residuos que se generen en los frentes de trabajo. Por todo lo anterior se puede indicar que el desarrollo del presente proyecto es totalmente congruente y viable ambientalmente.

En resumen, se presenta la siguiente tabla de cumplimiento:

Tabla II. 9 Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP, RHP y Corredor Biológico Mesoamericano.

REGIONES	AFECTA O ESTÁ DENTRO	CUMPLIMIENTO
Áreas Naturales Protegidas (ANP's)	No está dentro de algún área protegida	**SI CUMPLE**
Regiones Terrestres Prioritarias	No está dentro de algún RTP.	**SI CUMPLE**
Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)	No está dentro de algún AICA.	**SI CUMPLE**
Regiones Marinas Prioritarias	Cuenta con actividades para reducir la problemática	**SI CUMPLE**
Región Hidrológica Prioritaria	Cuenta con actividades para reducir la problemática	**SI CUMPLE**

I.6 Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su área de influencia.

De acuerdo al Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI), el Estado de Quintana Roo (23) cuenta con 240 registros de comunidades indígenas, mientras que el Municipio de Playa del Carmen (008) cuenta con 2 registros de comunidades del pueblo Maya: la comunidad de Campamento Hidalgo en la Localidad de Hidalgo y Cortez (0711) y la comunidad Punta Laguna en la Localidad de Punta Laguna (0716). Sin embargo, de manera particular, **no se encuentran registradas comunidades indígenas** dentro del área del Proyecto ni dentro del área de influencia.

Conclusión

De acuerdo con la información expuesta en este capítulo, se concluye que el proyecto es compatible con las Leyes, Reglamentos, y demás políticas ambientales que son de su congruencia con la ubicación, dimensiones y naturaleza del proyecto. La vinculación realizada con los instrumentos de política ambiental sugiere que el desarrollo del proyecto es compatible con las actividades permitidas y viable de establecerse.

CONTENIDO

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA. 1

III.1 Elementos utilizados para la delimitación de la Región Ecológica de acuerdo con las características y alcances del Proyecto....1

III.1.1 Criterios para la delimitación....1

III.2 Delimitación del área de influencia....2

III.3 Caracterización y análisis de la Región Ecológica....2

III.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la RE....2

III.3.1.1 Medio abiótico....3

III.3.1.2 Medio biótico....16

III.3.1.3 Medio socioeconómico....81

III.3.1.4 Paisaje....82

III.4 Diagnóstico ambiental....84

III.5 Problemáticas ambientales en la Región Ecológica....101

TABLAS

Tabla III. 1 Fenómenos hidrometeorológicos registrados durante el 2025 en el atlántico....5
Tabla III. 2 Huracanes más intenso que han afectado la Península de Yucatán....5
Tabla III. 3 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q) en la RE....21
Tabla III. 4 Coordenadas del polígono de censo (UTM, zona 16Q) en la RE....22
Tabla III. 5 Listado de especies registradas en la RE....23
Tabla III. 6 Distribución de las especies por estrato en la RE....25
Tabla III. 7 Resultados del cómputo con EstimateS para el estrato herbáceo de la RE....29
Tabla III. 8 Índice de Completitud....30
Tabla III. 9 Resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo de la RE....30
Tabla III. 10 Índice de Completitud....30
Tabla III. 11 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo de la RE....31
Tabla III. 12 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo de la RE....32
Tabla III. 13 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustivo del área de la RE....32
Tabla III. 14 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbustivo de la RE....33
Tabla III. 15 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbóreo de la RE....34
Tabla III. 16 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbóreo de la RE....36
Tabla III. 17 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q)....37
Tabla III. 18 Coordenadas del polígono de censo del proyecto para el estrato arbóreo (UTM, zona 16Q)....38
Tabla III. 19 Listado de especies registradas....41
Tabla III. 20 Distribución de las especies por estrato....41
Tabla III. 21 Resultados del cómputo con EstimateS para el estrato herbáceo....46
Tabla III. 22 Índice de Completitud....46
Tabla III. 23 Resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo....47
Tabla III. 24 Índice de Completitud....47
Tabla III. 25 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo del área de estudio....47
Tabla III. 26 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio....48
Tabla III. 27 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustivo del área de estudio....49
Tabla III. 28 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbustivo del predio bajo estudio....50
Tabla III. 29 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbóreo del área de estudio....51
Tabla III. 30 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio....52
Tabla III. 31 Comparativo de la fauna silvestre regional y local....60
Tabla III. 32 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de aves de la RE....65
Tabla III. 33 Índice de Completitud....65
Tabla III. 34 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de reptiles de la RE....66
Tabla III. 35 Índice de Completitud....66
Tabla III. 36 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de mamíferos de la RE....66
Tabla III. 37 Índice de Completitud....66

Tabla III. 38 Vértices de los transectos lineales trazados en la RE (UTM, zona 16Q).....67
Tabla III. 39 Listado faunístico registrado dentro de la RE.....68
Tabla III. 40 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos la RE.....69
Tabla III. 41 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles.....70
Tabla III. 42 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de las aves.....70
Tabla III. 43 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves.....71
Tabla III. 44 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de los mamíferos.....71
Tabla III. 45 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de mamíferos.....72
Tabla III. 46 Coordenadas del punto centro de los transectos lineales trazados en el área del proyecto (UTM, zona 16Q).....72
Tabla III. 47 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de aves en el predio.....75
Tabla III. 48 Índice de Completitud.....75
Tabla III. 49 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de reptiles en el predio.....75
Tabla III. 50 Índice de Completitud.....75
Tabla III. 51 Listado faunístico registrado dentro del área de CUS del proyecto.....76
Tabla III. 52 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.....77
Tabla III. 53 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.....77
Tabla III. 54 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de las aves del predio bajo estudio.....77
Tabla III. 55 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.....78
Tabla III. 56 Paisaje en el área del estudio.....83
Tabla III. 57 Superficie de la RE y de la poligonal del Proyecto.....84
Tabla III. 58 Parámetros para la determinación del índice de conservación.....94
Tabla III. 59 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.....94
Tabla III. 60 Clasificación de la pérdida total del hábitat.....94
Tabla III. 61 Análisis de bloques de hábitats.....95
Tabla III. 62 Grado de fragmentación del hábitat.....96
Tabla III. 63 Conversión anual.....96
Tabla III. 64 Análisis del grado de Protección.....97
Tabla III. 65 Estado de conservación instantáneo.....98
Tabla III. 66 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.....99
Tabla I. 67 Análisis de amenazas.....99
Tabla III. 68 Clasificación de las amenazas.....100

FIGURAS

Figura III. 1 Delimitación de la Región Ecológica (RE).....1
Figura III. 2 Ubicación del proyecto con respecto al área de Influencia.....2
Figura III. 3 Tipo de clima en la RE.....3
Figura III. 4 Trayectoria de huracanes en el estado de Yucatán.....5
Figura III. 5 De acuerdo con CENAPRED el municipio se encuentra con un nivel Muy alto de peligro por inundaciones.....7
Figura III. 6 Clasificación geológica de la Península de Yucatán.....9
Figura III. 7 Geomorfología en la región ecológica y el área de influencia.....9
Figura III. 8 Mapa del área de influencia y el área del proyecto con respecto a las topoformas.....10
Figura III. 9 Plano de hipsometría en la Península de Yucatán.....11
Figura III. 10 Ubicación de un plano de fallas y fracturas con datos vectoriales del INEGI.....12
Figura III. 11 Ubicación del proyecto con respecto a la Regionalización Sísmica.....13
Figura III. 12 Tipos de suelo en la RE y AI.....14
Figura III. 13 Plano de cuerpos de agua en el área del proyecto con fuentes del INEGI.....15
Figura III. 14 Tipo de vegetación en la RE y AI según la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VII.....17
Figura III. 15 Distribución de los sitios de muestreo dentro de la RE.....23
Figura III. 16 Distribución de los sitios de muestreo dentro del proyecto.....40
Figura III. 17 Curva de acumulación de las especies del grupo de las aves de la RE.....64
Figura III. 18 Curva de acumulación de las especies del grupo de reptiles de la RE.....64
Figura III. 19 Curva de acumulación de las especies del grupo de mamíferos de la RE.....65
Figura III. 20 Ubicación de los transectos en la RE.....68

Figura III. 21 Ubicación los transectos que se tomaron de base para el monitoreo de la fauna silvestre del área del proyecto bajo estudio....73
Figura III. 22 Curva de acumulación de las especies del grupo de las aves en el predio....74
Figura III. 23 Curva de acumulación de las especies del grupo de reptiles del predio....74
Figura III. 24 Ejemplo teórico del Modelo ecológico Conceptual de un Sistema Ambiental Tipo....90

FOTOGRAFÍAS

Fotografía III. 1 Panorama general de la vegetación en el área del proyecto....17
Fotografía III. 2 Registro de datos de la vegetación en campo....19

GRÁFICAS

Gráfica III. 1 Curva de acumulación de las especies del estrato herbáceo de la RE....28
Gráfica III. 2 Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo de la RE....29
Gráfica III. 3 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro de la RE....31
Gráfica III. 4 Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo encontrado dentro de la RE....33
Gráfica III. 5 Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo encontrado dentro de la RE....35
Gráfica III. 6 Curva de acumulación de las especies del estrato herbáceo....45
Gráfica III. 7 Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo....45
Gráfica III. 8 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del predio bajo estudio....48
Gráfica III. 9 Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo encontrado dentro del predio bajo estudio....50
Gráfica III. 10 Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo encontrado dentro del predio bajo estudio....51
Gráfica III. 11 Riqueza florística entre la RE y el predio....53
Gráfica III. 12 Riqueza florística de cada estrato entre la RE y el predio....54
Gráfica III. 13 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato herbáceo....55
Gráfica III. 14 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbustivo....55
Gráfica III. 15 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbóreo....56
Gráfica III. 16 Comparación del índice de Shannon-Wiener por estratos de la vegetación en la RE y el área del proyecto....56
Gráfica III. 17 Comparación del índice de equidad de Pielou por estratos de la vegetación en la RE y el área del proyecto....57
Gráfica III. 18 Comparación del índice de Margalef por estratos de la vegetación en la RE y el área del proyecto....57
Gráfica III. 19 Distribución de las especies en la RE y el área del proyecto....58
Gráfica III. 20 Estatus de protección de las especies registradas en la RE y en el área del proyecto....59
Gráfica III. 21 Representatividad de los grupos faunísticos en la RE....68
Gráfica III. 22 Representatividad de los grupos faunísticos en el área del proyecto....76
Gráfica III. 23 Riqueza de cada grupo faunístico entre la RE y el predio....80
Gráfica III. 24 Comparación del índice de Shannon-Wiener por grupo faunístico en la RE y el área del proyecto....80
Gráfica III. 25 Comparación del índice de equidad de Pielou en la RE y el área del proyecto....81

I. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.

Un sistema es el asiento de un conjunto de elementos que pueden agruparse, en principio, con un cierto número de componentes, que se determinan como *subsistemas,* y que varían según la naturaleza del sistema. En nuestro caso la región ecológica (RE) agrupara de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos de suelo y del agua que hay en el área de estudio.

I.1 Elementos utilizados para la delimitación de la Región Ecológica de acuerdo con las características y alcances del Proyecto.

I.1.1 Criterios para la delimitación

Para delimitar la Región Ecológica (RE), se realizó un análisis de los factores bióticos y abióticos de la zona en la cual se encuentra inmerso el proyecto. Entre los criterios considerados se encuentran la ubicación del proyecto, su área de influencia, delimitaciones territoriales y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad. Una vez realizado en análisis de los elementos ambientales descritos anteriormente, se llevó a cabo la delimitación de la RE, para lo cual se consideran los siguientes límites.

Como se observa en esta figura, el proyecto se ubica principalmente en la UGA-10 “Reserva Urbana Playa del Carmen” del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad. El área de la RE es de 7774.53 ha. Las coordenadas delimitantes de la Región Ecológica se pueden consultar en el **Anexo 2.2 Planos del Proyecto** (Hojas de cálculo).



Figura III. 1 Delimitación de la Región Ecológica (RE).

I.2 Delimitación del área de influencia

Considerando las características del proyecto y su ubicación en el Estado, el área de influencia del proyecto se ubica en las colindancias inmediatas. Los empleos y los servicios que se generarán en las distintas etapas del proyecto como la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento serán adquiridos en su mayoría en las zonas lejanas a la obra. Las afectaciones directas del proyecto al ambiente son principalmente sobre el área del proyecto mismo y sus colindancias inmediatas. Aunque es importante mencionar que las afectaciones sobre la ecología de poblaciones de fauna, la fragmentación de los hábitats, la perdida de especies, el ruido y los factores socioeconómicos pueden rebasar los límites establecidos. Las coordenadas delimitantes del área de influencia se pueden consultar en el **Anexo 2.4. Planos del proyecto (Hojas de cálculo).**

El área de influencia tiene un área de 340.34 ha.



Figura III. 2 Ubicación del proyecto con respecto al área de Influencia.

I.3 Caracterización y análisis de la Región Ecológica

I.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la RE

Para el desarrollo de esta sección se analizan de manera integral los elementos del medio biótico, abiótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos del suelo y del agua que hay en el área de estudio. Este análisis será definitivo para determinar el estado ''cero'' o el estado ''sin proyecto'' del Región Ecológica. Esta caracterización facilitará el pronóstico de los impactos que pudiera generar el proyecto.

I.3.1.1 Medio abiótico

I.3.1.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

Tipo de clima

En el área del proyecto, el clima correspondiente al subtipo **Aw2(x´)**. Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual. Como regla general, la marcha anual de la precipitación en este subtipo climático indica que la época de lluvias regulares se inicia en mayo, mes a partir del cual el temporal se estabiliza. Sin embargo, en localidades cercanas a la costa ello no ocurre sino hasta junio. Conforme se avanza tierra adentro, el subtipo Aw0 adquiere la expresión típica de los climas subhúmedos con lluvias en verano. Este subtipo climático se caracteriza también por la eventual ocurrencia del fenómeno canicular (sequía de medio verano), durante un breve periodo entre los meses de julio y agosto, aun cuando no se pueden precisar las razones de su ausencia en unas localidades y su presencia en otras, así como sus diferentes grados de intensidad dentro de una misma área territorial en la que las localidades consideradas muestran el mismo subtipo climático.

En la región ecológica, también se presenta el subtipo Aw1(x'), siendo Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

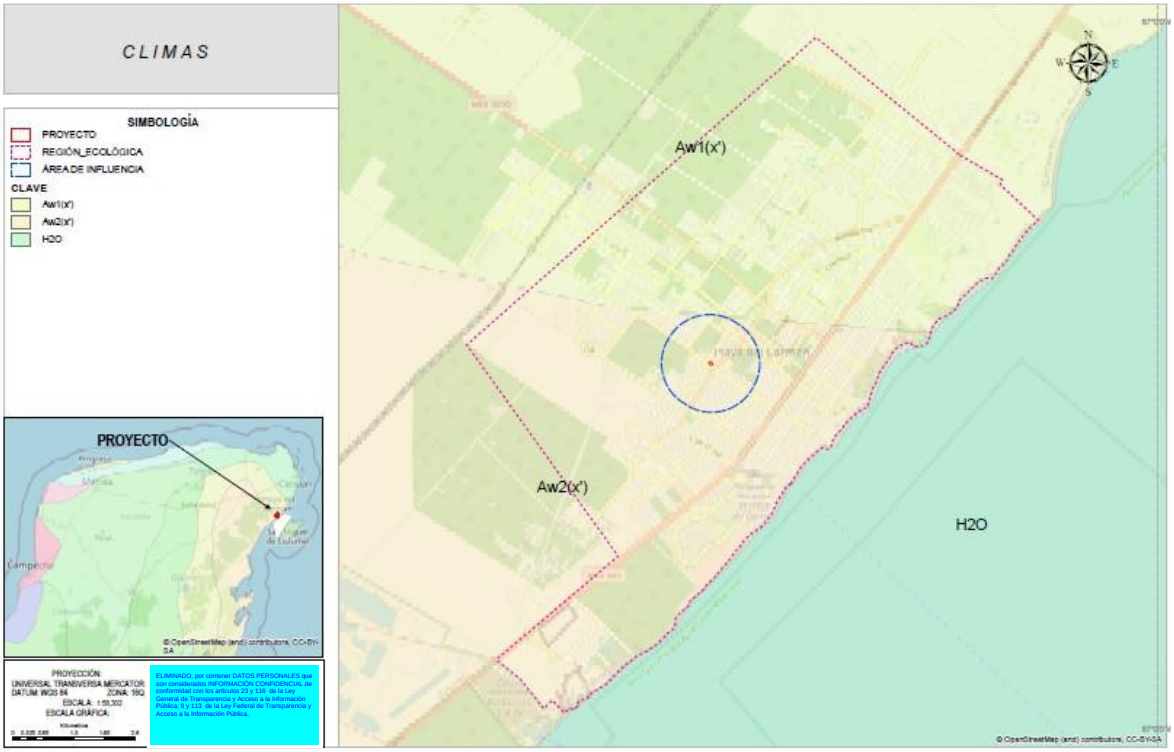


Figura III. 3 Tipo de clima en la RE.

Vientos e intemperismos severos

En la zona estudiada no se presentan heladas, ni temperaturas menores de 4°C (las temperaturas menores a 4°C son eventos muy extremos y poco frecuentes), tampoco se presenta granizo, solamente en los meses de septiembre a octubre se manifiestan algunos huracanes provenientes del Caribe; sin embargo, en los meses de marzo y abril se presentan temperaturas altas cercanas a los 40 grados centígrados.

Vientos alisios y ondas del este

Los vientos del este o alisios son desplazamientos de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica o de Alta Presión Bermuda-Azores, localizada en la posición centro-norte del océano atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj, por efecto del movimiento de rotación del planeta. Atraviesan la porción central del atlántico y el mar Caribe cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. Los vientos alisios penetran con fuerza en la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. A menudo las ondas del este, perturbaciones tropicales que viajan dentro de la corriente alisia, incrementan la nubosidad y la cantidad de lluvia.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la zona de la Península de Yucatán son los meteoros tropicales (ciclones tropicales) y frentes fríos. Otros fenómenos de menor incidencia son las sequías, incendios forestales, temperaturas extremas, inundaciones, trombas o turbonadas, granizadas y tormentas eléctricas.

Entre los meteoros más importantes en estos años se encuentran el huracán Gilberto en 1988 de categoría 5, el Roxana, que en 1995, azotó directamente las costas de la Reserva Sian Ka'an 10 km al sur del Parque Nacional Tulum, causando erosión de playas y duna costera, así como el Wilma en 2005 con categoría 5.

Huracanes

Durante el verano cada año, en los mares tropicales como el Caribe y golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión. Esto da lugar a las tormentas tropicales y dependiendo de la energía acumulada se puede llegar a formar un ciclón o huracán. Las tormentas tropicales y huracanes se desplazan en el hemisferio norte en el sentido contrario al de las manecillas del reloj con una trayectoria de este a oeste y posteriormente hacia el norte. Dependiendo del sitio en que se originen tendrá su trayectoria particular pueden llegar a tocar tierra y ocasionar daños de diferente magnitud.

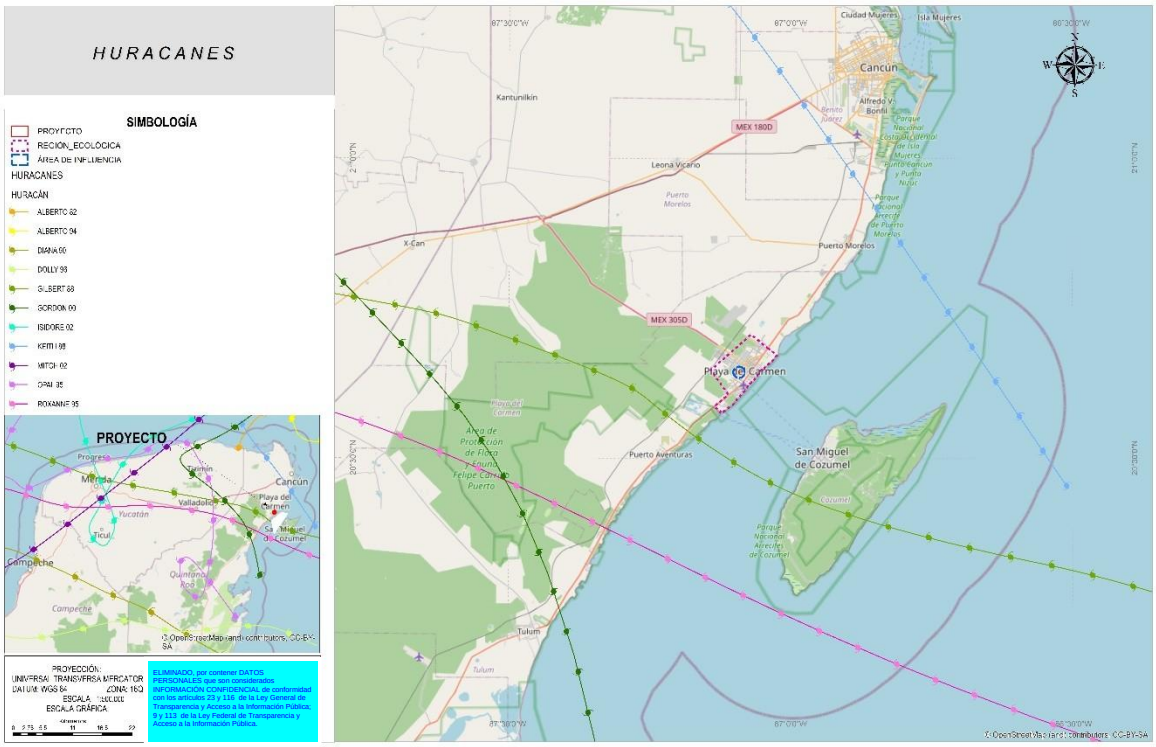


Figura III. 4 Trayectoria de huracanes en el estado de Yucatán.

Tabla III. 1 Fenómenos hidrometeorológicos registrados durante el 2025 en el atlántico.

NOMBRE	CATEGORÍA	PERIODO
Andrea	Tormenta tropical	23-24 de junio
Barry	Tormenta tropical	28-30 de junio
Chantal	Tormenta tropical	4-7 de julio
Dexter	Tormenta tropical	4-7 de agosto
Erin	Huracán categoría 5	11-22 de agosto
Fernand	Tormenta tropical	23-28 de agosto
Gabrielle	Huracán categoría 4	17-25 de septiembre
Humberto	Huracán categoría 5	24 de septiembre - 1 de octubre
Imelda	Huracán categoría 1	28 de septiembre – 2 de octubre
Jerry	Tormenta tropical	7-11 de octubre
Karen	Tormenta tropical	10 de octubre
Lorenzo	Tormenta tropical	13-15 de octubre
Melissa	Huracán categoría 5	21-31 de octubre.

Fuente: *Sistema Meteorológico Nacional (2025)*

Tabla III. 2 Huracanes más intenso que han afectado la Península de Yucatán.

HURACÁN	FECHA	VIENTOS MÁXIMOS SOSTENIDOS	CATEGORÍA
Gilbert	Sep-1988	270 km/h	V
Roxanne	Oct-1995	185 km/h	III
Isidore	Sep-2002	205 km/h	III
Emily	Jul-2005	241 km/h	IV

La frecuencia para este tipo de fenómenos está determinada por los meses más cálidos sin lluvia, que se dan antes y después del paso de los meteoros. En la Península de Yucatán el paso de estos huracanes y tormentas tropicales ha tenido una frecuencia regular ya que la Península es zona que está sujeta a bajas presiones justo durante su paso. Generalmente ocurren cuando coincide: un centro de baja presión atmosférica con una zona de temperatura más alta a la que se encuentra inmediatamente alrededor, lo que provoca una circulación cerrada alrededor de un punto central. Por lo que se concluye que la Península de Yucatán y la región ecológica donde se encuentra inmerso el proyecto no considerado como la ruta de paso de huracanes, cabe recalcar que la trayectoria de estos fenómenos es impredecible, por lo que los datos son meramente estadísticos. La presencia o ausencia del proyecto no provocará cambios en la frecuencia de la presencia de intemperismos en la zona; sin embargo, el conocimiento de estos intemperismos son de suma importancia para el proyecto, por el hecho de tomar las medidas preventivas en caso de que durante su preparación del sitio, construcción y operación se presente algunos de estos fenómenos.

Nortes

Los frentes fríos, comúnmente denominados “nortes”, llegan a Yucatán a través del Golfo de México. Las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica (Estados Unidos y Sur de Canadá) y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico.

Durante su desplazamiento, la masa de aire frío desplaza al aire más cálido, causa descensos rápidos en las temperaturas en las regiones por donde transcurre el fenómeno. Año con año en la Península de Yucatán se presenta este tipo de fenómeno meteorológico durante la temporada invernal de octubre a marzo. Los nortes son grandes masas de aire frío que descienden del polo, produciendo al chocar con las masas de aire húmedo tropical, frecuentes chubascos y tormentas eléctricas en la zona intertropical durante el invierno para el hemisferio norte, zona que con frecuencia se desplaza hacia el norte hasta llegar a quedar sobre la Península de Yucatán.

Los nortes ocasionan la lluvia invernal, que en algunos años ha llegado a ser tan elevada que abarca el 15% del total de precipitación anual. La duración del efecto de los nortes puede ser en promedio tres días, tiempo en el que cubre su trayectoria.

El municipio se ubica en una zona tropical, de modo que se ve afectado por diversidad de fenómenos hidrometeorológicos casi todo el año, excepto abril y mayo, considerados meses de “temporada de secas”.

Inundaciones

El municipio en el cual se encuentra inmerso el proyecto es propenso a inundaciones temporales debidas a eventos climáticos extremos como los huracanes, descritos anteriormente.

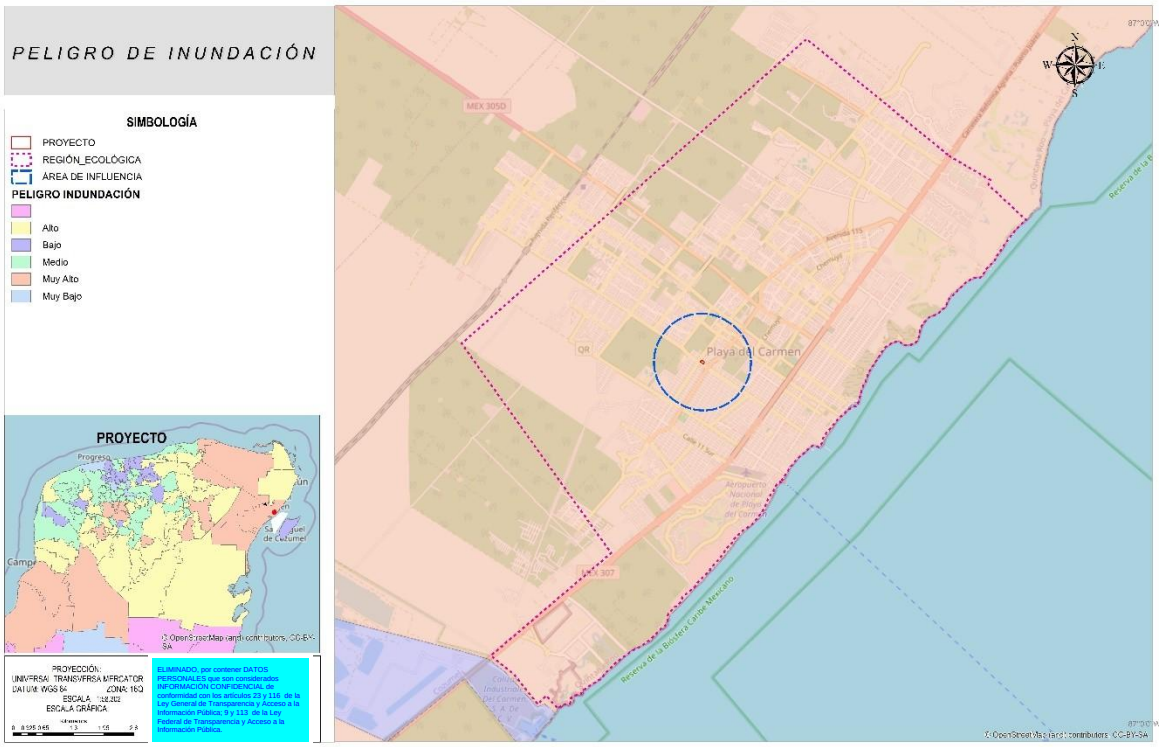


Figura III. 5 De acuerdo con CENAPRED el municipio se encuentra con un nivel Muy alto de peligro por inundaciones.

Sequia intraestival o canícula

La sequía de medio verano o canícula es la disminución en la cantidad de lluvia durante el periodo lluvioso, esta merma puede ser de uno, dos o tres meses, este fenómeno varía en su intensidad cada año. Es ocasionado por interferencias de Vaguadas Polares sobre los vientos alisios que disminuyen su fuerza.

Las vaguadas polares son inestabilidades atmosféricas de las capas altas provenientes de los polos y denominadas así por tener forma de >V>, esta condición es conocida en meteorología como retorno al invierno, dependiendo de la fuerza de esta, puede llegar a ocasionar daños en los cultivos.

Radiación solar

La radiación solar está influida por condiciones de nubosidad en esta región. Los valores más altos de radiación solar total se presentan en los meses comprendidos de abril a julio, con 525 ly/día, donde ly=Langley=constante solar=1.4, cal/gr/cm^2/min.

En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el norte y sur de la región; para la porción norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la porción sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 400 ly/día o sea que los valores registrados en la porción norte son ligeramente más bajos que los de la porción sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. A partir de noviembre el valor registrado en la parte norte es menor que para el sur. También para el norte se ha registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año).

Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación solar total en la región durante el año depende tanto de la posición del sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía que se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región.

El área del proyecto donde se desarrollará el proyecto está sujeto a ser impactado por cualquiera de los intemperismos mencionados anteriormente, sin embargo, el proyecto no provocará o incidirá en la presencia de estos intemperismos.

I.3.1.1.2 Geología y geomorfología

Características litológicas del área

Geología

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo (20 cm 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 y otros, 1999).

El subsuelo de Yucatán está constituido por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Terciario Reciente (Butterlin y Bonet, 1960; Bonet y Butterlin, 1962), y ha estado bajo subsidencia lenta pero continua. El Cuaternario aflora las zonas costeras y corresponde a depósitos calcáreos expuestos después de una ligera emersión de la península.

De tal manera que la mayor parte del estado se compone principalmente de calizas del periodo Terciario. Sin embargo, la falta de arcillas y margas del Terciario Superior sobre la caliza provoca que en periodos de lluvias se infiltre rápidamente el agua, disolviendo las rocas y formando un relieve denominado karst o cárstico (CNA, 1997). Desde la superficie hasta los 220m de profundidad se conforma de estratos casi horizontales de calizas masivas, recristalizadas y de buena permeabilidad; después de los 220 m, de capas impermeables de margas y calizos cuyos espesores se extienden varios centenares de metros. En consecuencia, no hay cursos de aguas superficiales; las lluvias saturan el terreno, colman el bajo relieve y se filtran al subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades como grutas, cavernas o sumideros.

De acuerdo con la clasificación en regiones o provincias fisiográficas la superficie estatal se encuentra dentro de una sola provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán. Las subprovincias fisiográficas que se encuentran en ella son: Carso Yucateco, Carso y Lomeríos de Campeche y Costa Baja de Quintana Roo. La primera subprovincia ocupa las porciones centro y norte del estado. La segunda se extiende en la porción suroeste del estado, formada por lomeríos bajos alternados con depresiones y por grandes áreas casi planas (llanuras).

La estratigrafía en la región está definida por una secuencia cenozoica con unidades litológicas del Terciario, Neógeno y Cuaternario. En todo el estado se encuentran rocas sedimentarias. La litología del estado está formada por depósitos de minerales no metálicos, principalmente por calizas, yesos, arena y grava.

El estado de Quintana Roo presenta en general suelos poco profundos y pedregosos donde predominan los leptosoles que representan a suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80 % de su volumen ocupado por piedras y gravas. Les siguen los suelos Vertisoles, Phaeozem y Gleysoles.

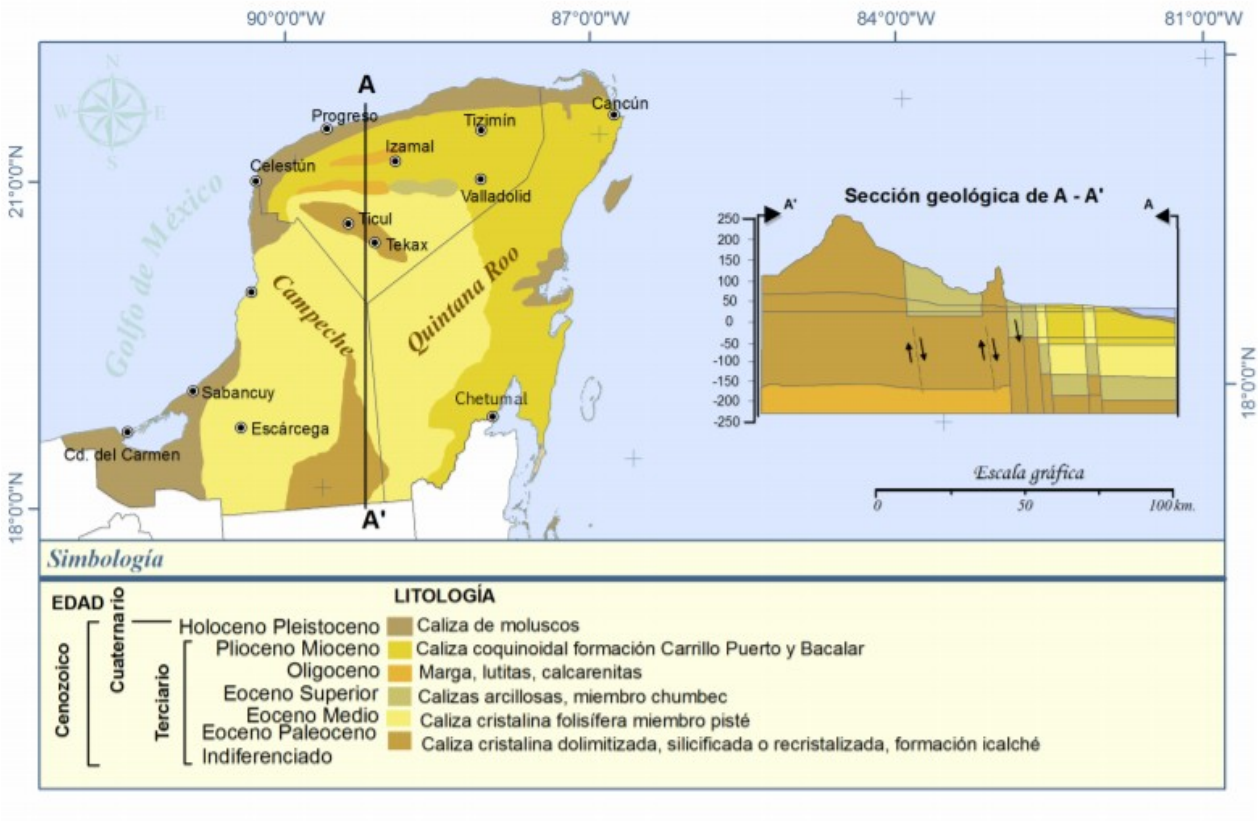


Figura III. 6 Clasificación geológica de la Península de Yucatán.

La litología del área de estudio se encuentra constituida por unidades de rocas sedimentarias que abarcan desde el Terciario (**Neógeno**).

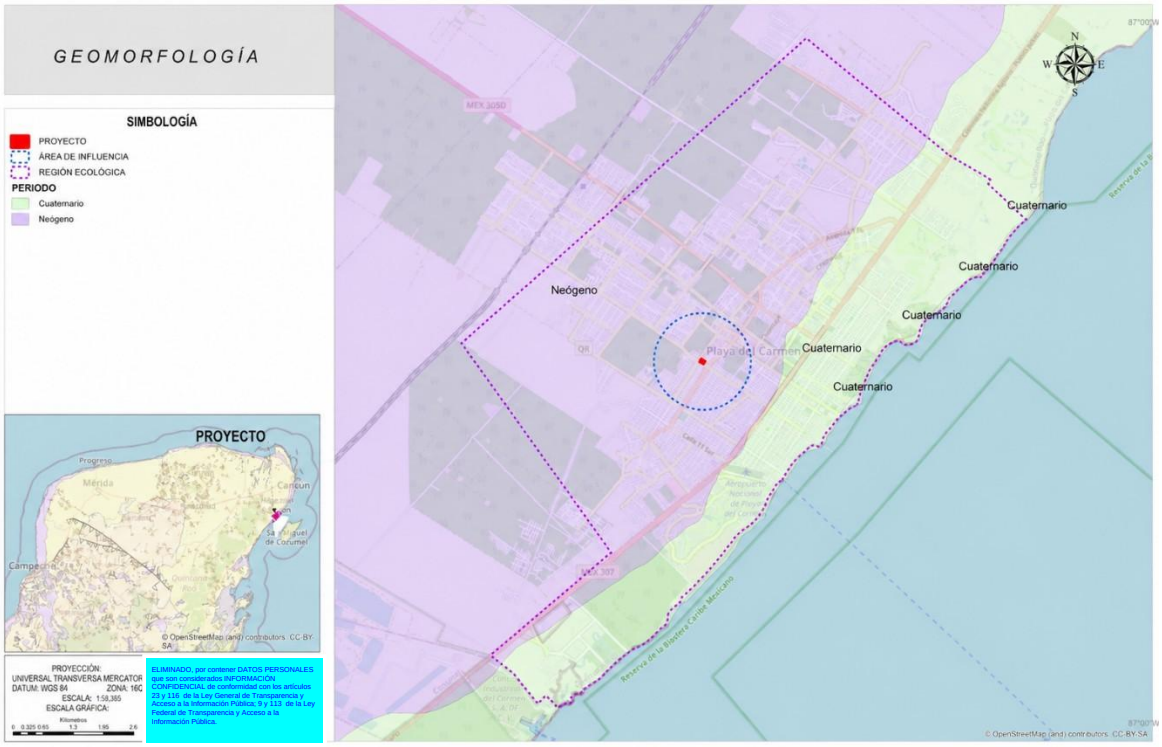


Figura III. 7 Geomorfología en la región ecológica y el área de influencia.

Geomorfología

De los tres grupos mayores del sistema geomorfológico que se encuentran en la Península de Yucatán dos están representados en el estado de Yucatán, cada una difiere en la morfología, la edad y el origen de la constitución litológica, la estructura geológica y otros factores (Palacio y Ortiz, 2003; Bautista-Zúñiga et al, 2002); los dos grupos presentes para Yucatán son el Sistema carso-tectónico y el Sistema litoral: planicie de cordones litorales líticos y arenosos, isla de barrera, planicie palustre de petenes chicos con forma de gota, planicie palustre costera de inundación marina y bajos intermareales. La península de Yucatán se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes, de sus leves contrastes topográficos; vista desde mar abierto, aparece como una delgada línea que apenas se destaca por sobre el horizonte; sus principales elevaciones sólo pueden apreciarse avanzando varios kilómetros tierra adentro, a excepción hecha de una porción de la costa occidental, entre Campeche y Champotón, donde algunas formaciones cerriles hacen contacto con la línea de costa.

Presenta una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 2 y 20 m y, no ostenta formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macro relieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 5 y el 10 %. El sistema de topoformas del INEGI, lo clasifica como **Llanura** rocosa de piso rocoso o cementado.

Este tipo de relieve es el de mayor extensión, ocupa prácticamente toda la parte norte del acuífero cárstico de la Península de Yucatán, en una franja de aproximadamente 50 km de ancho la cual se reduce hacia el oeste. Su expresión fisiográfica corresponde a una penillanura de roca caliza con poco desarrollo de suelos. La segunda zona en extensión se presenta en una franja paralela a la línea de costa con el Mar Caribe, de aproximadamente 35 km de ancho en promedio, se extiende desde Cancún hasta las inmediaciones de Bahía de la Ascensión. Una tercera zona con menor extensión, se localiza al oeste, en las inmediaciones de Tikinmul en el estado de Campeche.

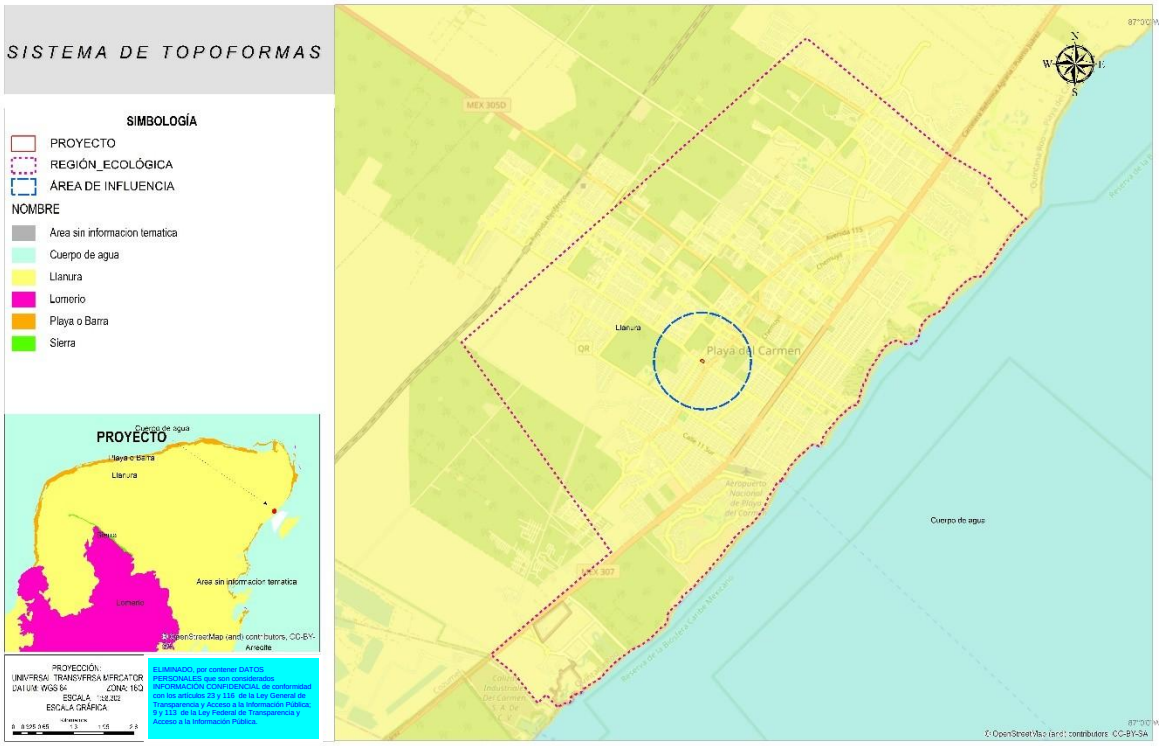


Figura III. 8 Mapa del área de influencia y el área del proyecto con respecto a las topoformas.

Características de relieve

El territorio Peninsular se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. La superficie que abarca esta zona geomorfológica presenta en su mayor parte una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 5 y los 10 m, por lo que no existen formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macrorelieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 5 y el 10 %. Se presenta una figura de hipsometría.

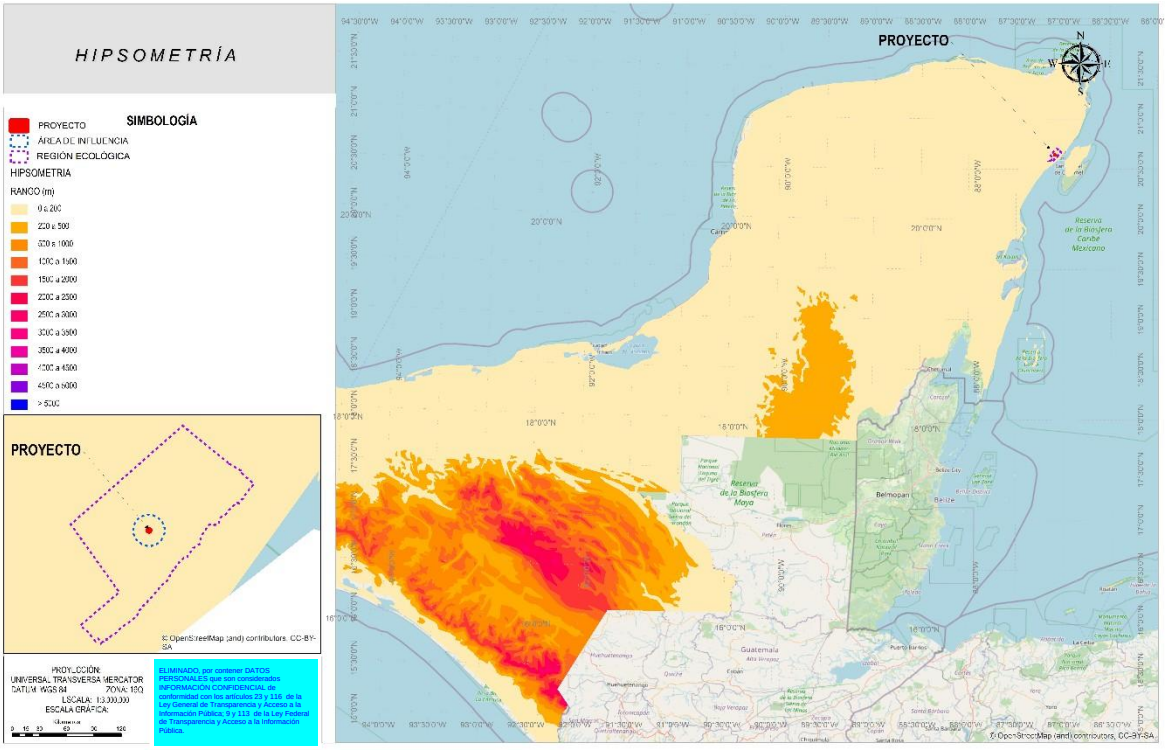


Figura III. 9 Plano de hipsometría en la Península de Yucatán.

Presencia de fallas y fracturamientos

Según el Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán (1999), no existen fallas ni fracturamientos de relevancia en el área del proyecto bajo estudiado para el proyecto en cuestión.

Considerando las características descritas sobre la conformación calcárea, este tipo de material es soluble al agua y se encuentra enriquecido con ácido carbónico, por lo que se favorece la formación de cavidades subterráneas que conllevan a los hundimientos del terreno y con ello a la configuración del paisaje, mismo que se constituye en una de planicie ondulada con promontorios y hondonadas (Duch, 1988). Se presenta una figura de fallas y fracturas en los que se observa que no existen en el área del proyecto.

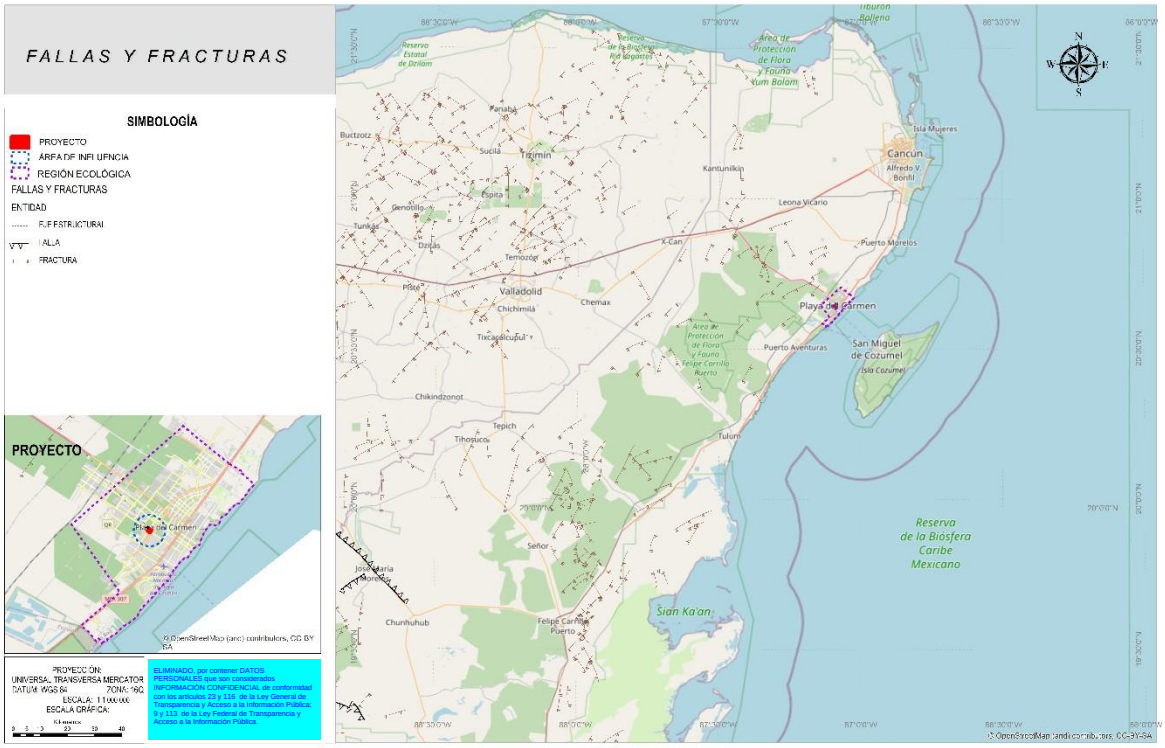


Figura III. 10 Ubicación de un plano de fallas y fracturas con datos vectoriales del INEGI.

Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, derrumbes e inundaciones

Es de suma importancia aclarar que la zona no es susceptible a actividad sísmica, tampoco se presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas, ya que el área se localiza dentro de una zona denominada asísmica donde los sismos son raros o desconocidos. Por su parte, las inundaciones no se consideran un riesgo debido a la alta permeabilidad del suelo, son posibles las inundaciones temporales por eventos climáticos extraordinarios.

En la región ecológica donde se ubica el proyecto se encuentra en la zona de menor actividad sísmica, en la Región A, según la clasificación del Manual de Diseño de Obras Civiles publicado por la Comisión Federal de Electricidad. De igual forma, el suelo que corresponde al sitio de la obra, es TIPO 1 (terreno firme).

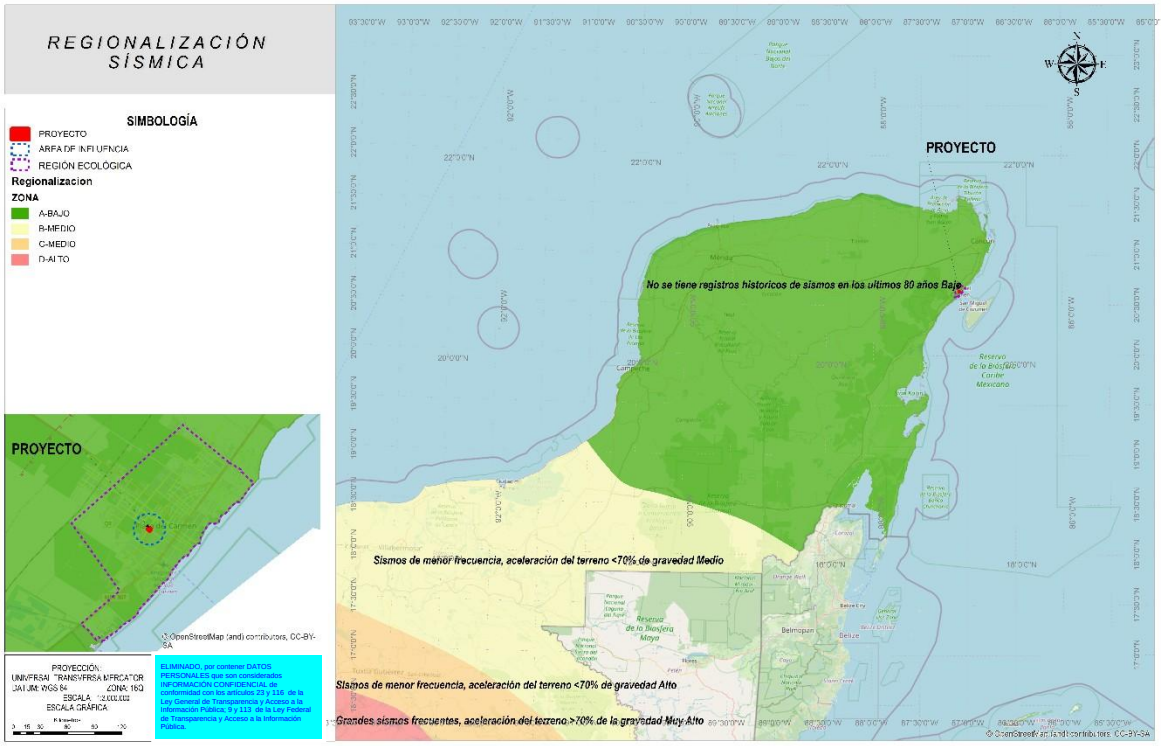


Figura III. 11 Ubicación del proyecto con respecto a la Regionalización Sísmica.

I.3.1.1.3 Suelos

Tipos de suelo

Con base a la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, la cual fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos (Bautista, et al, 2005), para el caso del polígono del proyecto y de acuerdo con la cartografía del INEGI indica que el suelo predominante es de tipo **Technosol** (TC). Es un tipo de suelo fuertemente influido por material hecho por el hombre. Principalmente en áreas urbanas e industriales.

En la Región Ecológica también se encuentran los **Leptosoles** (del griego leptos, delgado). Son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie. Se encuentran en todos los tipos de climas (secos, templados, húmedos) y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. El calcio que contienen puede inmovilizar los minerales, lo cual, junto con su poca profundidad y alta pedregosidad, limita su uso agrícola si no se utilizan técnicas apropiadas, por lo que debe preferirse mantenerlos con su vegetación original. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial con alrededor de 1 655 millones de hectáreas (IUSS, 2007). En México, los Leptosoles cubren 54.3 millones de hectáreas y son particularmente comunes en las Sierras Madre Oriental, Occidental y del Sur, las penínsulas de Yucatán y Baja California, y una vasta región del Desierto Chihuahuense.

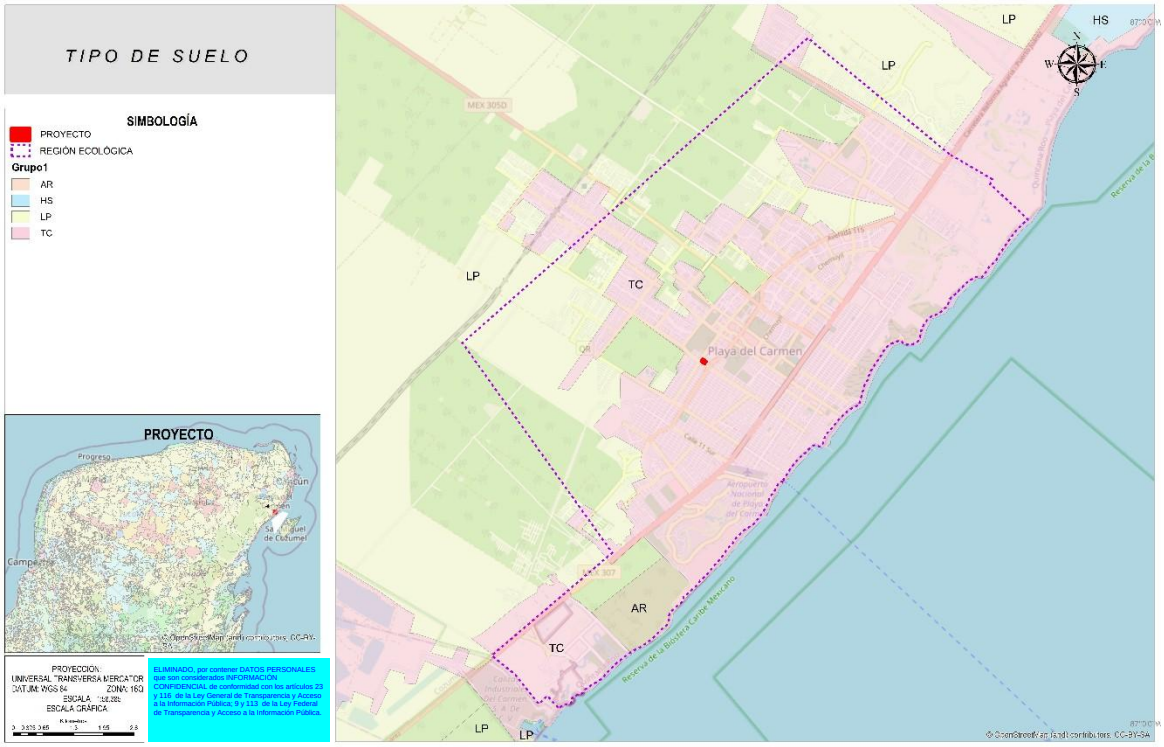


Figura III. 12 Tipos de suelo en la RE y AI.

I.3.1.1.4 Hidrología superficial y subterránea

El área de estudio se encuentra en la región hidrológica RH 32 Yucatán Norte. Esta Región Hidrológica, comprende la parte norte de la península de Yucatán y colinda: al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el mar Caribe y al sur con las regiones 31 y 33 que corresponden aproximadamente al paralelo 20. Dentro de esta región se tiene lo siguiente con respecto a la hidrología:

a) Escurrimientos (RH 32). Debido a la conformación del terreno, la precipitación que se presenta en la parte continental de la Península de Yucatán, aun cuando anualmente es superior a 1000 mm, sólo genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de recarga al acuífero denominados ""uch"" por lo que NO SE TIENEN ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES.

b) Lagunas (RH 32). Hacia la parte norte de la península de Yucatán se presenta una marisma con algunos islotes y lagunas, de las que se pueden mencionar: Celestún, Chelem, Telchac, Río Lagartos y Yalhán, todos estos dentro del Estado de Yucatán. En la parte noreste y dentro del Estado de Quintana Roo se localiza la laguna de Nichupté. No se dispone de información respecto a la profundidad media de estos cuerpos de agua.

c) Los litorales (RH 32). El litoral de la Cuenca Yucatán cuenta con una extensión de 826.5 km de los cuales pertenecen 117.5 km a Campeche, 381 km a Quintana Roo y 328 a Yucatán, suma que equivale al 7.1% del litoral nacional, que es de 11, 592 km.

Las formaciones geológicas son predominantemente calizas y la deficiente circulación superficial, en virtud de su escaso relieve, origina el llamado carso yucateco, donde ocurren fenómenos de disolución de las calizas y circulación subterránea por infiltración del agua de lluvia, con lo que ocurren hundimientos y derrumbes que dan lugar a cavernas, pasajes subterráneos y cenotes.

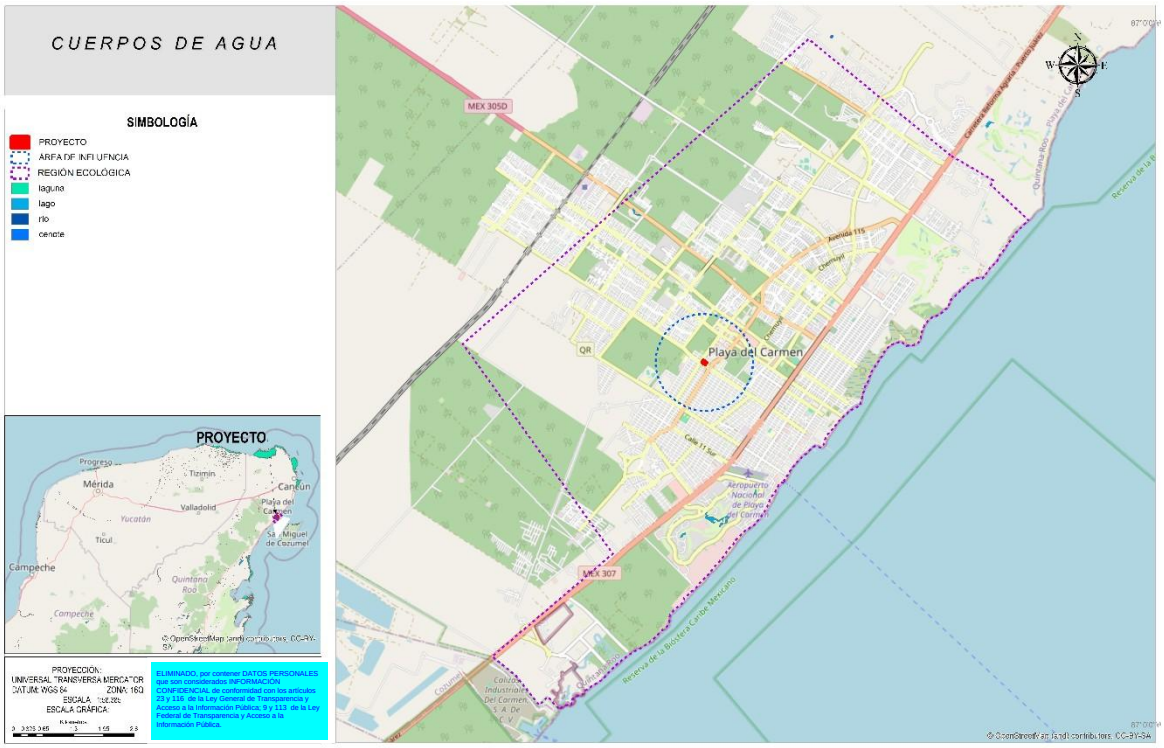


Figura III. 13 Plano de cuerpos de agua en el área del proyecto con fuentes del INEGI.

El agua subterránea en la Península se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa, donde se realiza la descarga natural del acuífero por medio de una serie de manantiales ubicados a lo largo del litoral. La incidencia tan alta de la precipitación pluvial y la ausencia notable de escurrimientos superficiales, indican una alta permeabilidad en toda la Península de Yucatán.

La tendencia de la circulación del agua está en relación directa con la densidad de fracturamiento de las formaciones geológicas que conforman el acuífero. El agua subterránea de la península de Yucatán se mueve de las zonas con mayor precipitación hacia la costa, donde se realiza la descarga natural del acuífero, alimentado de paso a los esteros y lagunas costeras, incluso llegando a producir descargas de agua dulce dentro del mar. De esta manera se establece que la dirección general del flujo subterráneo en la península es radial, a partir de la porción más alta que se localiza en la parte centro-sur de la misma (Bolonchen y Xpujil).

Dentro del área de influencia y el área del proyecto no se encontraron cuerpos de agua. Sin embargo, en la RE se observan cuerpos de agua artificiales y otras manipuladas como atracciones turísticas.

I.3.1.1.5 Zona marina

El proyecto no contempla obras en la zona marina.

I.3.1.1.6 Aire

La calidad del aire no se verá afectada por el proyecto, no se utilizará maquinaria pesada por tiempo prolongado, en caso de requerir, esta se solicitará a la arrendadora que la maquinaria cuente con un adecuado mantenimiento.

I.3.1.2 Medio biótico

I.3.1.2.1 Descripción de los tipos de Uso de Suelo y Vegetación en la Región Ecológica

La vegetación de la Península de Yucatán en su mayor extensión está cubierta por selvas de tipo caducifolio y subcaducifolio, mientras que las selvas perennifolias ocupan un área reducida. De acuerdo con el Inventario Forestal de Gran Visión (SARH, 1994), la Península de Yucatán cuenta con una superficie forestal arbolada de 7.62 millones de hectáreas, además de 606,714 ha de manglares y otros tipos de vegetación. Los tipos de vegetación más importantes y que cubren 7.62 millones de hectáreas, son las selvas medianas y altas que representan el 53.81% de la superficie arbolada citada, las selvas bajas perennifolias y subperennifolias 10.45% y las selvas bajas caducifolias 35.71%.

De acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017), el área donde se ubica el predio del proyecto se clasifica cartográficamente como Asentamientos Humanos, lo cual corresponde a superficies ocupadas por infraestructura urbana, vialidades, edificaciones y otros elementos asociados al desarrollo urbano. Esto refleja el contexto urbano en el que se encuentra inmerso el predio. No obstante, durante los recorridos de campo y la inspección directa del sitio, se identificaron especies nativas, los cuales se presentan de manera dispersa y con un grado de perturbación considerable.

Es importante señalar que el predio constituye actualmente un relicto de vegetación altamente perturbada, producto del proceso de urbanización que ha experimentado la zona en los últimos años. El sitio se localiza dentro de la mancha urbana de la ciudad de Playa del Carmen, rodeado por infraestructura urbana, vialidades de alta circulación vehicular y predios habitacionales y comerciales. Como consecuencia de este contexto, la vegetación presente ha sido sometida a procesos continuos de fragmentación, remoción y disturbio, lo que ha modificado significativamente su estructura y composición florística original.

De acuerdo con la Guía de Interpretación de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2017), las categorías identificadas en el área del proyecto se describen a continuación.

Áreas urbanas. Aquí se incluye información de elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide sobre ellas.

El predio presenta una vegetación englobada en una zona urbana, cuyas características difieren a los de una selva madura, sin embargo, se observan elementos indicadores de perturbación pero también se observaron elementos nativos, el tipo de vegetación más cercano al polígono del proyecto corresponde a una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia (SMQ).

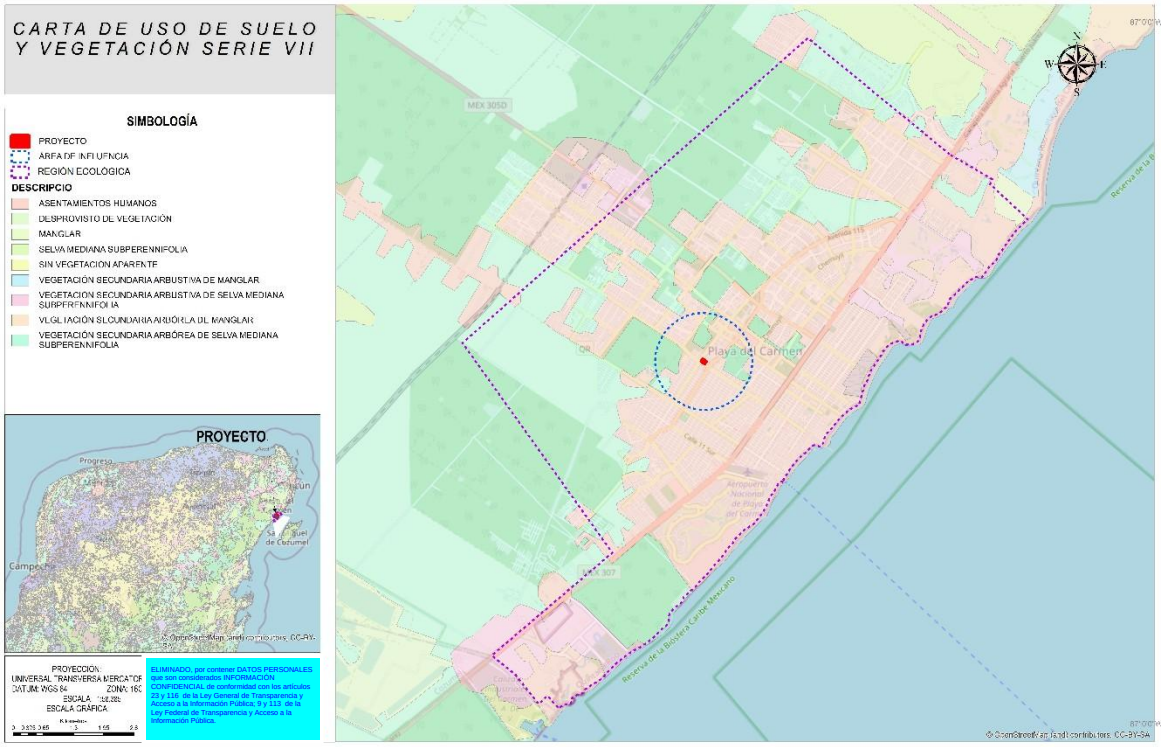


Figura III. 14 Tipo de vegetación en la RE y AI según la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VII.



Fotografía III. 1 Panorama general de la vegetación en el área del proyecto.

En la Figura anterior se puede observar que le vegetación del área del proyecto está compuesta principalmente por elementos herbáceos-arbustivos intercalados con individuos arbóreos dispersos.

DISEÑO DEL MUESTREO

Con la finalidad de efectuar la caracterización y el diagnóstico del estado actual que presenta la vegetación natural, la composición florística y la diversidad de este, se realizaron en seis cuadrantes de muestreo de 25 m2 (5m x 5m) para el registro de especies del estrato herbáceo y arbustivo. Estos cuadrantes fueron trazados de manera sistemática. El objetivo de trazar los cuadrantes fue el de identificar las especies presentes dentro del predio, la composición, estructura y diversidad por estratos de las mismas. Se llevó a cabo un censo de los individuos arbóreos dentro del predio, con la finalidad de realizar una caracterización lo más precisa posible de la vegetación arbórea presente. En este censo se registraron todos los individuos arbóreos presentes.

Para el censo del estrato arbóreo se registraron, para cada individuo, las medidas de diámetro normal a 1.30 m del suelo (DN), altura total, así como la identificación taxonómica a nivel de especie, incluyendo nombre científico y nombre común. De manera similar, para el estrato arbustivo se tomaron las medidas de diámetro y altura, además del registro de la especie correspondiente. En el caso del estrato herbáceo, se midieron dos diámetros perpendiculares (D1 y D2) con el fin de estimar la cobertura de cada individuo, además de registrar la altura y la identificación taxonómica a nivel de especie. Cuando no fue posible la identificación en campo, los ejemplares fueron colectados para su posterior reconocimiento.

Se realizaron recorridos para el inventario florístico, con ayuda de los siguientes manuales y claves de identificación:

a) La Flora de Yucatán (Standley, 1930);
b) La Flora de Guatemala (Standley, et. al. 1946-1977);
c) Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán (Arellano et al., 2003)
d) El listado Etnoflora Yucatanense (Sosa, et. al. 1985).

Durante los recorridos de campo, con base en el apoyo bibliográfico y el conocimiento previo de los especialistas en botánica, se elaboró un listado en el cual se incluyeron las especies observadas directamente, mismas que fueron identificadas en campo al menos hasta el nivel de género; cuando no fue posible la identificación en campo, los ejemplares fueron colectados para su posterior reconocimiento. Asimismo, se realizó una comparación de las especies identificadas dentro del área del proyecto con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para complementar el muestreo y realizar un análisis comparativo orientado a evaluar la calidad ambiental del contexto del predio, se efectuaron muestreos adicionales dentro de la Región Ecológica (RE). En ambos casos se aplicó el mismo diseño metodológico empleado en el área del proyecto, con el fin de mantener la comparabilidad de los resultados. Para cada sitio de estudio se realizó un censo arbóreo en polígonos con una superficie similar a la del predio y un muestreo por cuadrantes para los estratos herbáceo y arbustivo, conservando la misma intensidad de muestreo. Cabe mencionar que se optó por realizar solamente el muestreo en la Región Ecológica, debido a que el proyecto se encuentra en una zona urbana con alto grado de perturbación y actividad antropogénica, por lo consiguiente solamente se encuentran escasos parches dispersos de vegetación urbana en predios abandonados, por consiguiente se consideró que hacer un solo muestreo lo más próximo al proyecto posible; además de la problemática de ser predios privados y las implicaciones legales.

Los muestreos fueron realizados durante dos días, específicamente durante las fechas del 11 y 12 de diciembre de 2025.





Fotografía III. 2 Registro de datos de la vegetación en campo.

ESPECIES DE FLORA CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

Se realizó una búsqueda bibliográfica y se obtuvo un listado de 187 especies de 166 géneros y 69 familias que se han registrado históricamente en la Región Ecológica o cercana a esta. Dicho listado puede ser consultado en el **Anexo 4.1. Bases de datos de flora y fauna** (Flora Potencial.csv). Es importante que dicho listado es histórico, pudiendo no encontrarse actualmente algunas especies anteriormente registradas debido al crecimiento urbano y las actividades antropogénicas.

ANÁLISIS DE DATOS

Como parte de los trabajos de gabinete se capturaron los registros de campo en una base de datos mediante el programa Microsoft Office Excel 2010. Posteriormente se procedió a realizar los análisis de composición (riqueza, abundancia, equidad), estructura (estimación del Valor de Importancia Relativa (VIR) y diversidad (estimación del índice de Shannon-Wiener (H'), el índice de Pielou (J´) y el índice de Margalef (DMg)). Los resultados más importantes fueron graficados para tener una visualización del comportamiento de las especies de flora silvestre dentro del área de estudio.

Para calcular la cobertura (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en m^2) se tomó en cuenta las mediciones de diámetro mayor y diámetro menor en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en m^2 que después es extrapolado a ha. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la **COBERTURA ABSOLUTA (C_A) Y COBERTURA RELATIVA (C_R)** de las especies presentes en el estrato herbáceo principalmente se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left(\frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \times \pi$$

Dónde:
D_1= Diámetro mayor de la copa de la planta (m).
D_2= Diámetro perpendicular a D_1 (m).

$$C_R = \frac{C_{A_i}}{\sum_{i=1}^{n} C_{A_i}} \times 100$$

Para calcular el **ÁREA BASAL ABSOLUTA (AB_A) Y ÁREA BASAL RELATIVA (AB_R)** de las especies arbustivas y arbóreas presentes dentro del área bajo estudio se utilizó la siguiente formula:

$$AB_A = \left[\sum_{a=1}^{n} \frac{\pi (d)^2}{4} \right] / T$$

Dónde:
d = Diámetro normal en cm
a = Árbol vivo, desde 1 hasta n

$$AB_R = \frac{AB_{A_j}}{\sum_{i=1}^{n} AB_{A_j}} \times 100$$

FRECUENCIA ABSOLUTA (F_A) Y FRECUENCIA RELATIVA (F_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

***F_A*=**Número de cuadros en donde se encontró la especie/Número total de cuadros muestreados.

$$F_R = \frac{F_{A_I}}{\sum_{i=1}^{n} F_{A_j}} \times 100$$

DENSIDAD ABSOLUTA (D_A) Y DENSIDAD RELATIVA (D_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

***D_A*=** Es el número de individuos de la especie área total muestreada.

$$D_R = \frac{D_{A_I}}{\sum_{i=1}^{n} D_{A_j}} \times 100$$

VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA (VIR). El VIR se obtuvo con lo siguiente:

$$VIR = AB_R + F_R + D_R$$

Para el caso de la estimación del **ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H') Y EL ÍNDICE DE PIELOU (J')** se obtuvieron con las siguientes formulas:

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

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde H' max= ln (S)

DATOS OBTENIDOS

Con la finalidad de comparar el estado de la vegetación del área del proyecto con respecto al mismo ecosistema encontrado en la RE, se realizaron muestreos siguiendo la misma metodología de muestreo para que sean comparables.

<u>MUESTREOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE LA RE</u>

Ubicación de los puntos de muestreo

Se realizó un levantamiento de datos en puntos de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en la RE. Se trazaron 10 cuadrantes de 200 m^2 (10 m x 20 m) para la estimación de la composición, estructura y diversidad de las especies. Para el estrato arbóreo, se realizó un censo equivalente al área del proyecto.

Es importante mencionar que los sitios de muestreo se concentraron en las áreas en donde se llevará a cabo la obra. Cada sitio de muestreo se referenció con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo

Tabla III. 3 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q) en la RE.

CUADRANTE	VÉRTICES	UTM 16Q	
		X	Y
1	1	489830.5443	2282803.2526
	2	489833.2527	2282807.4556
	3	489837.4557	2282804.7472
	4	489834.7473	2282800.5443
	1	489830.5443	2282803.2526
2	1	489850.5205	2282791.3730
	2	489853.3731	2282795.4794
	3	489857.4795	2282792.6269
	4	489854.6269	2282788.5204
	1	489850.5205	2282791.3730
3	1	489865.5177	2282781.3887
	2	489868.3888	2282785.4822
	3	489872.4823	2282782.6111
	4	489869.6112	2282778.5176
	1	489865.5177	2282781.3887
4	1	489879.5192	2282767.3803
	2	489882.3803	2282771.4807
	3	489886.4808	2282768.6196
	4	489883.6197	2282764.5191
	1	489879.5192	2282767.3803
5	1	489902.5214	2282754.3679
	2	489905.3679	2282758.4785
	3	489909.4786	2282755.6320
	4	489906.6321	2282751.5214
	1	489902.5214	2282754.3679
6	1	489930.5364	2282738.2902
	2	489933.2902	2282742.4635
	3	489937.4636	2282739.7097
	4	489934.7098	2282735.5364
	1	489930.5364	2282738.2902

Tabla III. 4 Coordenadas del polígono de censo (UTM, zona 16Q) en la RE.

VÉRTICE	UTM 16Q	
	X	Y
1	489832.9187	2282818.1883
2	489951.0027	2282740.1252
3	489938.3716	2282722.1894
4	489820.6514	2282801.4319
1	489832.9187	2282818.1883

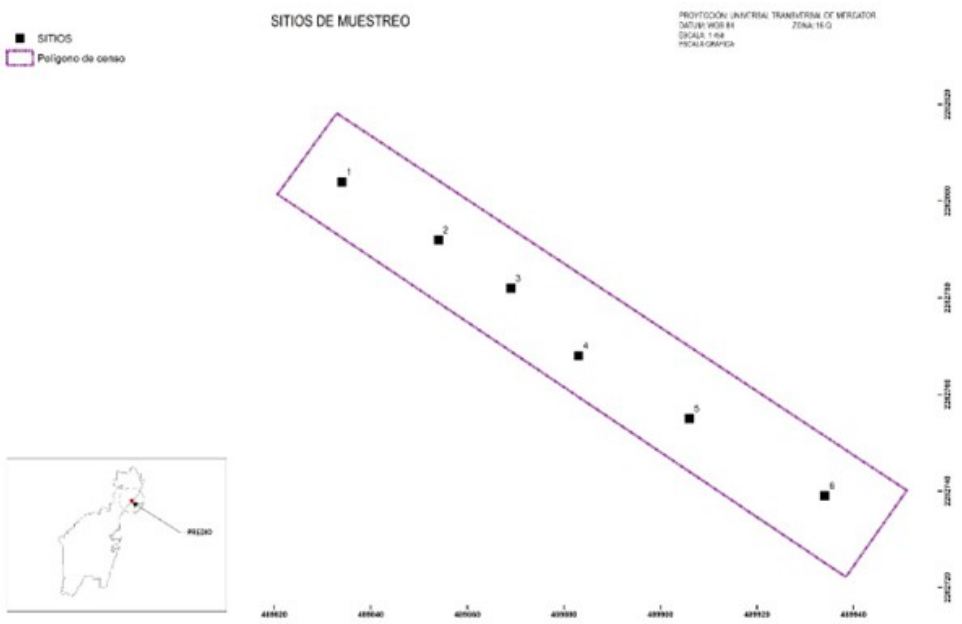


Figura III. 15 Distribución de los sitios de muestreo dentro de la RE.

Resultado de los muestreos y del análisis de composición

Listado de especies registradas

Se registró una riqueza de 59 especies pertenecientes a 56 géneros y 30 familias botánicas. Estas especies están distribuidas en el estrato herbáceo (17 especies), arbustivo (8 especies) y arbóreo (34 especies).

Tabla III. 5 Listado de especies registradas en la RE.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	Chak anal	Herbácea	Nativa	No enlistada
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Cheechem	Arbórea	Nativa	No enlistada
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Aak'its	Arbustiva	Nativa	No enlistada
Apocynaceae	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	Herbácea	Nativa	No enlistada
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Boobtúm	Herbácea	Nativa	No enlistada
Araceae	*Syngonium angustatum*	Lengua de Vaca	Herbácea	Nativa	No enlistada
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Tsiimin ché	Arbórea	Nativa	No enlistada
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	Arbórea	Nativa	No enlistada
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Ch'it	Arbórea	Nativa	Amenazada

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010
Bignoniaceae	*Fridericia floribunda*	Anilkab	Herbácea	Nativa	No enlistada
Bignoniaceae	*Godmania aesculifolia*	Ajowan ché	Arbórea	Nativa	No enlistada
Boraginaceae	*Cordia gerascanthus*	Bojom	Arbórea	Nativa	No enlistada
Boraginaceae	*Heliotropium angiospermum*	Nej ma'ax	Herbácea	Nativa	No enlistada
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	Herbácea	Nativa	No enlistada
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	Arbórea	Nativa	No enlistada
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Chun tok	Arbustiva	Nativa	No enlistada
Compositae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Herbácea	Nativa	No enlistada
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	Herbácea	Nativa	No enlistada
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	Arbustiva	Endémica	No enlistada
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	Sip che'	Arbórea	Endémica	No enlistada
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Ts'iim	Arbustiva	Endémica	No enlistada
Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	Arbustiva	Nativa	No enlistada
Euphorbiaceae	*Dalechampia scandens*	Sak p'opox	Herbácea	Nativa	No enlistada
Euphorbiaceae	*Tragia yucatanensis*	Chak p'op ox	Herbácea	Nativa	No enlistada
Fabaceae	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	Arbustiva	Nativa	No enlistada
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitim che'	Arbórea	Nativa	No enlistada
Fabaceae	*Centrosema virginianum*	Bu'ul che'	Herbácea	Nativa	No enlistada
Fabaceae	*Diphysa carthagenensis*	Ts'u'ts'uk	Arbórea	Endémica	No enlistada
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waaxim	Arbórea	Nativa	No enlistada
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	Arbórea	Nativa	No enlistada
Fabaceae	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	Arbórea	Endémica	No enlistada
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	Arbórea	Nativa	No enlistada
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	Arbórea	Nativa	No enlistada
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	Arbórea	Endémica	No enlistada
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Subin	Arbustiva	Nativa	No enlistada
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	Arbórea	Nativa	No enlistada
Malvaceae	*Abutilon permolle*	Sak xiiw	Herbácea	Nativa	No enlistada
Malvaceae	*Ceiba schottii*	Píin	Arbórea	Endémica	No enlistada
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Jóol	Arbustiva	Endémica	No enlistada
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Arbustiva	Nativa	No enlistada
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	Arbórea	Nativa	No enlistada
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Sa'oc huesudo	Arbórea	Nativa	No enlistada
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Kopó	Arbórea	Nativa	No enlistada
Moraceae	*Ficus maxima*	Akúun	Arbórea	Nativa	No enlistada
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Kabal sak lob che'	Arbustiva	Nativa	No enlistada
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	Arbustiva	Nativa	No enlistada
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Siit	Herbácea	Nativa	No enlistada
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Boob	Arbórea	Endémica	No enlistada
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	Arbustiva	Nativa	No enlistada
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Taastaab	Arbórea	Nativa	No enlistada
Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	K'ek'en che'	Arbórea	Nativa	No enlistada
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Chéen aak'	Herbácea	Nativa	No enlistada
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	Arbórea	Endémica	No enlistada
Sapindaceae	*Urvillea ulmacea*	Lot sak'	Herbácea	Nativa	No enlistada

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DISTRIBUCIÓN	NOM-SEMARNAT-2010
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	Arbórea	Nativa	No enlistada
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chak ya'	Arbórea	Nativa	No enlistada
Sapotaceae	*Sideroxylon salicifolium*	Chakal ja'as	Arbórea	Nativa	No enlistada
Smilacaceae	*Smilax spinosa*	Koke'	Herbácea	Nativa	No enlistada
Urticaceae	*Cecropia peltata*	K'ooch k'aax	Arbórea	Nativa	No enlistada

Tabla III. 6 Distribución de las especies por estrato en la RE.

SITIO DE MUESTREO	ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. DE INDIVIDUOS TOTAL POR SITIO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	ARBÓREO	*Cascabela gaumeri*	Aak'its	2	
		Godmania aesculifolia	Ajowan ché	1	
		Leucaena leucocephala	Waaxim	9	
		Lonchocarpus rugosus	K'anasín	3	
		Lysiloma latisiliquum	Tsalam	19	
		Piscidia piscipula	Ja'abin	4	
		Guazuma ulmifolia	Kabal pixoy	1	
		Ficus maxima	Akúun	41	
		Neea psychotrioides	Ta'tsi'	2	
		Coccoloba spicata	Boob	1	
		Cecropia peltata	K'ooch k'aax	4	
	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	0	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	0	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	4	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	0	
		Vachellia collinsii	Subin	2	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	1	
		Fridericia floribunda	Anilkab	6	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	0	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	0	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	1	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	4	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	0	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	0	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	0	
		Lasiacis divaricata	Siit	1	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	0	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	0	
2	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	3	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	0	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	2	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	1	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	2	
		Vachellia collinsii	Subin	0	

SITIO DE MUESTREO	ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. DE INDIVIDUOS TOTAL POR SITIO	NOM-059-SEMARNAT-2010
3	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	2	
		Fridericia floribunda	Anilkab	6	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	0	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	1	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	1	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	0	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	0	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	3	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	0	
		Lasiacis divaricata	Siit	0	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	0	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	0	
	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	0	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	0	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	3	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	2	
		Vachellia collinsii	Subin	0	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	0	
		Fridericia floribunda	Anilkab	4	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	2	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	2	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	0	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	2	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	0	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	6	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	3	
		Lasiacis divaricata	Siit	0	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	6	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	0	
4	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	0	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	0	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	2	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	0	
		Vachellia collinsii	Subin	3	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	5	
		Fridericia floribunda	Anilkab	3	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	1	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	0	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	0	

SITIO DE MUESTREO	ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. DE INDIVIDUOS TOTAL POR SITIO	NOM-059-SEMARNAT-2010
5	ARBUSTIVO	*Dalechampia scandens*	Sak p'opox	0	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	1	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	0	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	0	
		Lasiacis divaricata	Siit	1	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	0	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	1	
		Bauhinia jenningsii	Sak ts' ulub took'	2	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	2	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	0	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	1	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	1	
		Vachellia collinsii	Subin	2	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	0	
		Fridericia floribunda	Anilkab	4	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	1	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	0	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	3	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	1	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	0	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	0	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	0	
		Lasiacis divaricata	Siit	4	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	0	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	1	
6	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	1	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	5	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	3	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	1	
		Vachellia collinsii	Subin	0	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	0	
		Fridericia floribunda	Anilkab	4	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	0	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	3	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	0	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	0	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	3	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	0	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	1	
		Lasiacis divaricata	Siit	0	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	3	

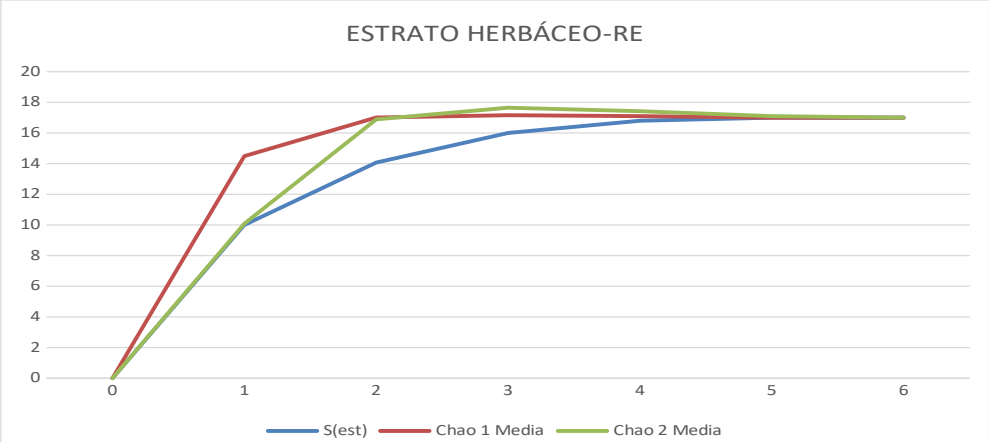
SITIO DE MUESTREO	ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. DE INDIVIDUOS TOTAL POR SITIO	NOM-059-SEMARNAT-2010
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	4	

Las rosetófilas como los agaves se consideran dentro del estrato de Epifitas y cactáceas, debido a la baja diversidad de especies con este crecimiento.

Confiabilidad del muestreo

Con la finalidad de presentar un análisis estadístico que justifique el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, en cuanto a la representatividad de la muestra, las características del o los tipos de vegetación, se utilizó el método no paramétrico de Curva de Acumulación de Especies, mediante el uso del programa EstimateS Versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Es importan recalcar que los indicadores no paramétricos usados (Chao 1 y Chao 2) permiten indicar que el número de muestras trazadas en el predio son más que suficientes para permitir una valoración objetiva de las especies presentes dentro de los diferentes estratos de la comunidad vegetal presente dentro de la RE y para determinar la biodiversidad por estrato, tal como se podrá observar a continuación:

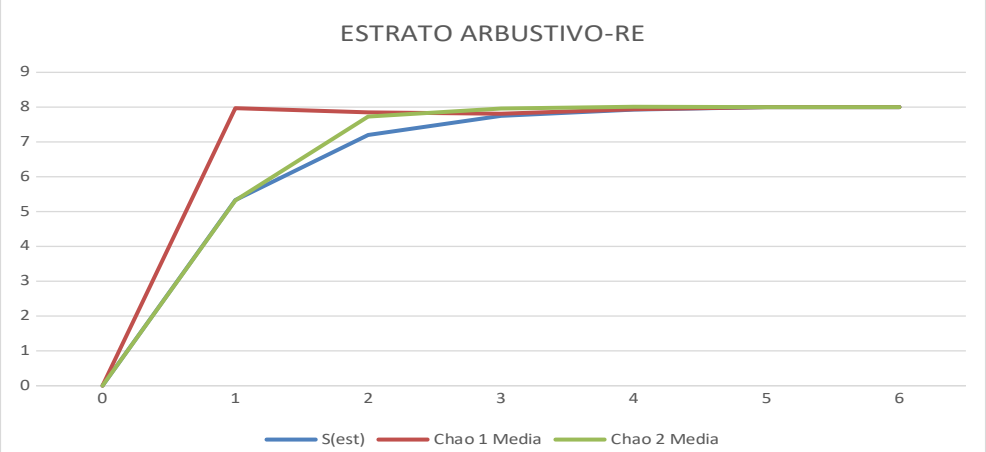
Herbáceas.



Gráfica III. 1 Curva de acumulación de las especies del estrato herbáceo de la RE.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 3, en la cual se alcanza cierta estabilidad, realizar más muestreos seria poco significativo.

Arbustivas.



Gráfica III. 2 Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo de la RE.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a establecer a partir del sitio 2, por lo que de realizar más sitios muestreos no cambiará la curva de acumulación.

La información está representada con base en el índice de completitud (c), el cual muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas a través del estimador expresado en porcentaje.

De acuerdo con diversos artículos[1] el uso del software EstimateS (http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/) cada vez es más frecuente.

Con los datos obtenidos en campo se tiene los siguientes resultados (se anexa la base de datos para el cálculo en el software, así como los resultados obtenidos en el mismo).

Estrato herbáceo.

Tabla III. 7 Resultados del cómputo con EstimateS para el estrato herbáceo de la RE.

Sitio	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	10	14.49	10.08
2	14.07	17.01	16.89
3	16	17.16	17.65
4	16.8	17.1	17.42
5	17	17	17.1
6	17	17	17
Promedio	**15.15**	**16.63**	**16.02**

Tabla III. 8 Índice de Completitud.

1 Colwell Robert K, Chang Xuan Mao y Jing Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), pp. 2717-2727.
Jiménez-Valverde A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología Vol. 8, 31-XII-Sección: Artículos y Notas. pp. 151 – 161.
Moreno Claudia E, Barragán Felipe, Pineda Eduardo y Numa P. Pavón. 2011. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado. postal 69-Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82. Pp. 1249-1261

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	15.15	
Chao 1 Mean	16.63	91.09%
Chao 2 Mean	16.02	94.52%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores tienen una representatividad mayor al 90%, lo que indica que el muestreo fue suficiente.

Estrato arbustivo.

Tabla III. 9 Resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo de la RE.

Sitio	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	5.33	7.97	5.32
2	7.2	7.85	7.73
3	7.75	7.81	7.96
4	7.93	7.94	8.01
5	8	8	8
6	8	8	8
Promedio	**7.37**	**7.93**	**7.50**

Tabla III. 10 Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	7.37	
Chao 1 Mean	7.93	92.94%
Chao 2 Mean	7.50	98.20%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores tienen una representatividad mayor al 90%.

Conclusión

En general, para cada estrato todos los estimadores tuvieron una representatividad mayor al 90%.

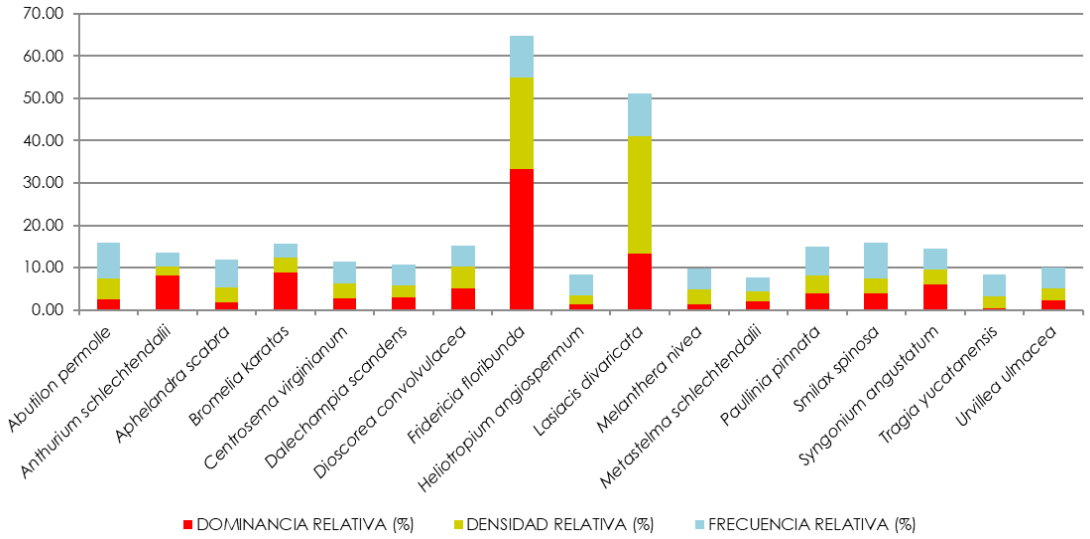
Resultados del muestreo de diversidad

A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.

Estrato herbáceo. En el estrato herbáceo de la RE se registraron 12 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III. 11 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo de la RE.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Abutilon permolle*	Sak xiiw	7	2.53	5.00	8.33	15.86
2	*Anthurium schlechtendalii*	Boobtúm	3	8.17	2.14	3.33	13.65
3	*Aphelandra scabra*	Chak anal	5	1.78	3.57	6.67	12.02
4	*Bromelia karatas*	Piñuela	5	8.82	3.57	3.33	15.73
5	*Centrosema virginianum*	Bu'ul che'	5	2.76	3.57	5.00	11.33
6	*Dalechampia scandens*	Sak p'opox	4	2.94	2.86	5.00	10.80
7	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	7	5.20	5.00	5.00	15.20
8	*Fridericia floribunda*	Anilkab	30	33.39	21.43	10.00	64.82
9	*Heliotropium angiospermum*	Nej ma'ax	3	1.23	2.14	5.00	8.37
10	*Lasiacis divaricata*	Siit	39	13.23	27.86	10.00	51.09
11	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	5	1.27	3.57	5.00	9.84
12	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	3	2.14	2.14	3.33	7.61
13	*Paullinia pinnata*	Chéen aak'	6	3.90	4.29	6.67	14.85
14	*Smilax spinosa*	Koke'	5	3.93	3.57	8.33	15.84
15	*Syngonium angustatum*	Lengua de Vaca	5	5.96	3.57	5.00	14.53
16	*Tragia yucatanensis*	Chak p'op ox	4	0.46	2.86	5.00	8.31
17	*Urvillea ulmacea*	Lot sak'	4	2.29	2.86	5.00	10.14
TOTAL			**140**	**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica III. 3 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro de la RE.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que la especie más representativa por su cobertura registrada dentro del estrato herbáceo fue: *Fridericia floribunda* (33.39%), *Lasiacis divaricata* (13.23%) y *Bromelia karatas* (8.82%). Para el caso de la especie más representativa por su densidad dentro del estrato herbáceo fueron las especies *Lasiacis divaricata* (27.86%), *Fridericia floribunda* (21.43%) y *Abutilon permolle* (5.00%). Por su parte las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro estrato herbáceo de la RE fue la especie *Fridericia floribunda* (10.00%) y *Abutilon permolle* (8.33%).

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio la especie con el mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fueron las especies; *Fridericia floribunda* (64.82%), *Lasiacis divaricata* (51.09%) y *Abutilon permolle* (*15.86*%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro de la RE:

Tabla III. 12 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo de la RE.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi)x Ln (pi)
1	*Abutilon permolle*	Sak xiiw	0.0500	-2.9957	0.1498
2	*Anthurium schlechtendalii*	Boobtúm	0.0214	-3.8430	0.0824
3	*Aphelandra scabra*	Chak anal	0.0357	-3.3322	0.1190
4	*Bromelia karatas*	Piñuela	0.0357	-3.3322	0.1190
5	*Centrosema virginianum*	Bu'ul che'	0.0357	-3.3322	0.1190
6	*Dalechampia scandens*	Sak p'opox	0.0286	-3.5553	0.1016
7	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	0.0500	-2.9957	0.1498
8	*Fridericia floribunda*	Anilkab	0.2143	-1.5404	0.3301
9	*Heliotropium angiospermum*	Nej ma'ax	0.0214	-3.8430	0.0824
10	*Lasiacis divaricata*	Siit	0.2786	-1.2781	0.3560
11	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	0.0357	-3.3322	0.1190
12	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	0.0214	-3.8430	0.0824
13	*Paullinia pinnata*	Chéen aak'	0.0429	-3.1499	0.1350
14	*Smilax spinosa*	Koke'	0.0357	-3.3322	0.1190
15	*Syngonium angustatum*	Lengua de Vaca	0.0357	-3.3322	0.1190
16	*Tragia yucatanensis*	Chak p'op ox	0.0286	-3.5553	0.1016
17	*Urvillea ulmacea*	Lot sak'	0.0286	-3.5553	0.1016
			H' CALCULADA		**2.3865**
			H' MAXIMA=Ln (S)		**2.8332**
			EQUIDAD (J)=H / H MAX		**0.8423**
			H MAX-H CAL		**0.4467**

El estrato herbáceo posee una riqueza específica de 17 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8423, con el cual se afirma la reducida dominancia. Las especies de mayor importancia en el estrato herbáceo son *Fridericia floribunda* (64.82%), *Lasiacis divaricata* (51.09%) y *Abutilon permolle* (15.86%).

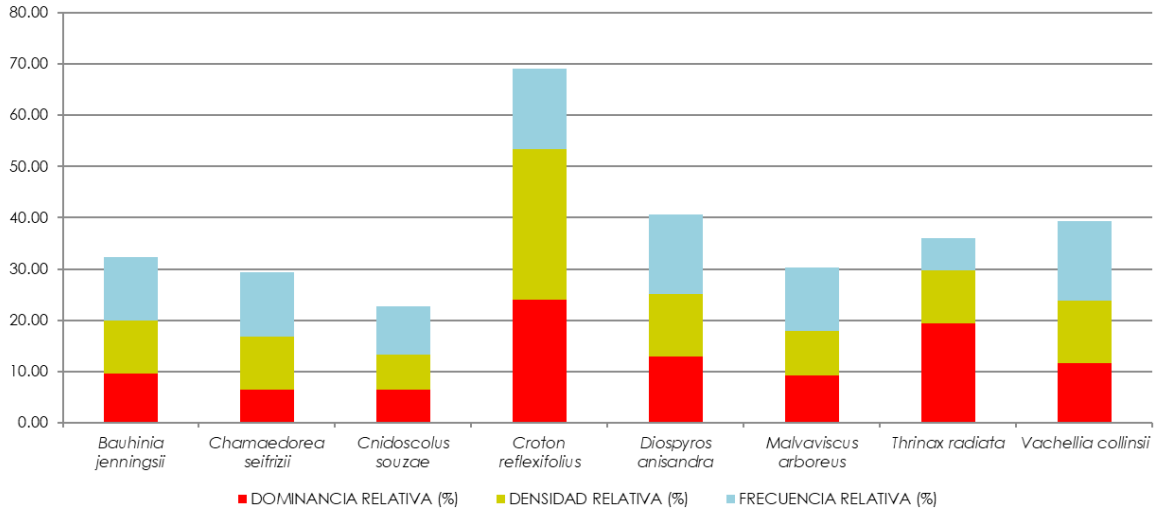
La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo es de 2.8332 y la H´ calculada fue de 2.3865, lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

Estrato arbustivo. En el estrato arbustivo de la RE se registraron ocho especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III. 13 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustivo del área de la RE.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	6	9.57	10.34	12.50	30.38
2	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	6	6.48	10.34	12.50	32.41
3	*Cnidoscolus souzae*	Ts'iim	4	6.48	6.90	9.38	69.01
4	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	17	24.07	29.31	15.63	40.66
5	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	7	12.96	12.07	15.63	22.75
6	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	5	9.26	8.62	12.50	39.42
7	*Thrinax radiata*	Ch'it	6	19.44	10.34	6.25	29.33

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
8	*Vachellia collinsii*	Subin	7	11.73	12.07	15.63	36.04
TOTAL			**58**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**



Gráfica III. 4 Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo encontrado dentro de la RE.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro de este estrato fueron: *Croton reflexifolius* (24.07%), *Thrinax radiata* (19.44%) y *Diospyros anisandra* (12.96%). De igual forma las especies más representativas por su densidad fueron: *Croton reflexifolius* (29.31%) y *Diospyros anisandra* (12.07%). Por su parte la especie con el mayor valor de frecuencia fue: *Croton reflexifoliud* (15.63%).

De manera particular se puede indicar que dentro del grupo de las epifitas y cactáceas del predio bajo estudio las especies con los mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fueron las especies: *Croton reflexifolius* (69.01%), *Diospyros anisandra* (40.66%) y *Vachellia collinsii* (39.42%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbustivo dentro de la RE:

Tabla III. 14 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbustivo de la RE.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi)x Ln (pi)
1	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0.1034	-2.2687	0.2347
2	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	0.1034	-2.2687	0.2347
3	*Cnidoscolus souzae*	Ts'iim	0.0690	-2.6741	0.1844
4	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	0.2931	-1.2272	0.3597
5	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	0.1207	-2.1145	0.2552
6	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	0.0862	-2.4510	0.2113
7	*Thrinax radiata*	Ch'it	0.1034	-2.2687	0.2347
8	*Vachellia collinsii*	Subin	0.1207	-2.1145	0.2552
			H' CALCULADA		**1.9699**
			H' MAXIMA=Ln (S)		**2.0794**
			EQUIDAD (J)=H / H MAX		**0.9473**
			H MAX-H CAL		**0.1095**

El estrato arbustivo posee una riqueza específica de 8 especies, las cuales poseen una distribución de 0.9473, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida. De hecho, de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR, las especies de mayor importancia son *Croton reflexifolius* (69.01%), *Diospyros anisandra* (40.66%) y *Vachellia collinsii* (39.42%).

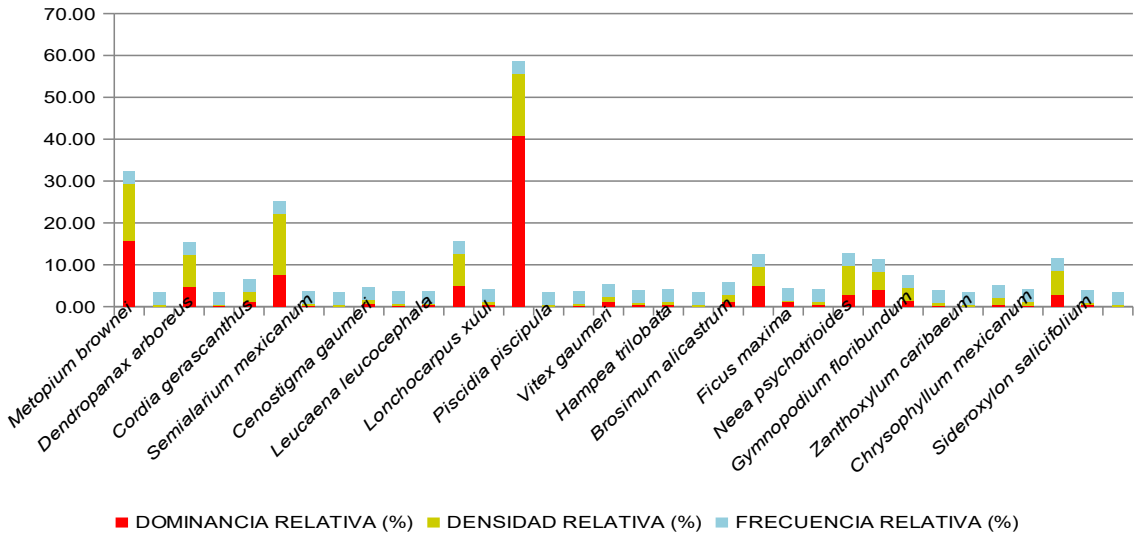
La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo es de 1.7918 y la H´ calculada fue de 1.6833, lo que indica que el estrato arbustivo se encuentra en una etapa avanzada de recuperación y cercana a alcanzar la máxima diversidad.

Estrato arbóreo. En el estrato arbóreo de la RE se registraron 34 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III. 15 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbóreo de la RE.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Metopium brownei*	Cheechem	44	15.62	13.75	2.94	32.31
2	*Cascabela gaumeri*	Aak'its	1	0.09	0.31	2.94	3.34
3	*Dendropanax arboreus*	Tsiimin ché	24	4.82	7.50	2.94	15.26
4	*Godmania aesculifolia*	Ajowan ché	1	0.13	0.31	2.94	3.38
5	*Cordia gerascanthus*	Bojom	7	1.28	2.19	2.94	6.41
6	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	47	7.54	14.69	2.94	25.16
7	*Semialarium mexicanum*	Chun tok	2	0.16	0.63	2.94	3.73
8	*Diospyros tetrasperma*	Sip che'	1	0.09	0.31	2.94	3.34
9	*Cenostigma gaumeri*	Kitim che'	3	0.62	0.94	2.94	4.49
10	*Diphysa carthagenensis*	Ts'u'ts'uk	1	0.31	0.31	2.94	3.56
11	*Leucaena leucocephala*	Waaxim	1	0.37	0.31	2.94	3.62
12	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	24	5.11	7.50	2.94	15.55
13	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	2	0.49	0.63	2.94	4.06
14	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	48	40.72	15.00	2.94	58.67
15	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	1	0.08	0.31	2.94	3.34
16	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	1	0.29	0.31	2.94	3.54
17	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	4	1.11	1.25	2.94	5.30
18	*Ceiba schottii*	Píin	2	0.43	0.63	2.94	4.00
19	*Hampea trilobata*	Jóol	3	0.30	0.94	2.94	4.18
20	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	1	0.10	0.31	2.94	3.35
21	*Brosimum alicastrum*	Sa'oc huesudo	6	1.02	1.88	2.94	5.83
22	*Ficus cotinifolia*	Kopó	15	4.94	4.69	2.94	12.57
23	*Ficus maxima*	Akúun	1	1.07	0.31	2.94	4.33
24	*Psidium sartorianum*	Kabal sak lob che'	2	0.45	0.63	2.94	4.02
25	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	22	2.85	6.88	2.94	12.67
26	*Coccoloba spicata*	Boob	14	4.07	4.38	2.94	11.39
27	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	10	1.44	3.13	2.94	7.51
28	*Guettarda combsii*	Taastaab	2	0.29	0.63	2.94	3.86
29	*Zanthoxylum caribaeum*	K'ek'en che'	1	0.11	0.31	2.94	3.36
30	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	5	0.53	1.56	2.94	5.04
31	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	3	0.23	0.94	2.94	4.11
32	*Manilkara zapota*	Chak ya'	18	2.91	5.63	2.94	11.48

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
33	*Sideroxylon salicifolium*	Chakal ja'as	2	0.34	0.63	2.94	3.90
34	*Cecropia peltata*	K'ooch k'aax	1	0.09	0.31	2.94	3.35
TOTAL			**320**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**



Gráfica III. 5 Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo encontrado dentro de la RE.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registrada dentro del estrato arbóreo fueron: *Lysiloma latisiliquum* (40.72%), *Metopium brownei* (15.62%) y *Bursera simaruba* (7.54%). Para el caso de la especie más representativa por su densidad dentro del estrato arbóreo fueron las especies *Lysiloma latisiliquum* (15.00%), Bursera simaruba (14.69%) y *Metopium brownei* (13.75%). Por su parte la especie con el mayor valor de frecuencia relativa dentro estrato arbóreo de la RE fue la especie *Metopium brownei* (2.94%).

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo de la RE, la especie con el mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fueron las especies: *Lysiloma latisiliquum* (58.67%), *Metopium brownei* (32.31%) y *Bursera simaruba* (25.16%).

En cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro de la RE:

Tabla III. 16 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbóreo de la RE.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi)x Ln (pi)
1	*Metopium brownei*	Cheechem	0.1375	-1.9841	0.2728
2	*Cascabela gaumeri*	Aak'its	0.0031	-5.7683	0.0180
3	*Dendropanax arboreus*	Tsiimin ché	0.0750	-2.5903	0.1943
4	*Godmania aesculifolia*	Ajowan ché	0.0031	-5.7683	0.0180
5	*Cordia gerascanthus*	Bojom	0.0219	-3.8224	0.0836
6	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	0.1469	-1.9182	0.2817
7	*Semialarium mexicanum*	Chun tok	0.0063	-5.0752	0.0317
8	*Diospyros tetrasperma*	Sip che'	0.0031	-5.7683	0.0180
9	*Cenostigma gaumeri*	Kitim che'	0.0094	-4.6697	0.0438
10	*Diphysa carthagenensis*	Ts'u'ts'uk	0.0031	-5.7683	0.0180

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi)x Ln (pi)
11	*Leucaena leucocephala*	Waaxim	0.0031	-5.7683	0.0180
12	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	0.0750	-2.5903	0.1943
13	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	0.0063	-5.0752	0.0317
14	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	0.1500	-1.8971	0.2846
15	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	0.0031	-5.7683	0.0180
16	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	0.0031	-5.7683	0.0180
17	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	0.0125	-4.3820	0.0548
18	*Ceiba schottii*	Píin	0.0063	-5.0752	0.0317
19	*Hampea trilobata*	Jóol	0.0094	-4.6697	0.0438
20	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	0.0031	-5.7683	0.0180
21	*Brosimum alicastrum*	Sa'oc huesudo	0.0188	-3.9766	0.0746
22	*Ficus cotinifolia*	Kopó	0.0469	-3.0603	0.1435
23	*Ficus maxima*	Akúun	0.0031	-5.7683	0.0180
24	*Psidium sartorianum*	Kabal sak lob che'	0.0063	-5.0752	0.0317
25	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	0.0688	-2.6773	0.1841
26	*Coccoloba spicata*	Boob	0.0438	-3.1293	0.1369
27	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	0.0313	-3.4657	0.1083
28	*Guettarda combsii*	Taastaab	0.0063	-5.0752	0.0317
29	*Zanthoxylum caribaeum*	K'ek'en che'	0.0031	-5.7683	0.0180
30	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	0.0156	-4.1589	0.0650
31	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	0.0094	-4.6697	0.0438
32	*Manilkara zapota*	Chak ya'	0.0563	-2.8779	0.1619
33	*Sideroxylon salicifolium*	Chakal ja'as	0.0063	-5.0752	0.0317
34	*Cecropia peltata*	K'ooch k'aax	0.0031	-5.7683	0.0180
			H' CALCULADA		**2.7601**
			H' MAXIMA=Ln (S)		**3.5264**
			EQUIDAD (J)=H / H MAX		**0.7827**
			H MAX-H CAL		**0.7662**

El estrato arbóreo posee una riqueza específica de 17 especies, las cuales poseen una distribución de 0.7827, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es moderada. De hecho, de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR las especies más importantes son las siguientes: *Lysiloma latisiliquum* (58.67%), *Metopium brownei* (32.31%) y *Bursera simaruba* (25.16%).

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo es de 3.5264 y la H´ calculada fue de 2.7601, lo que indica que el estrato arbustivo se encuentra en una etapa temprana de recuperación y lejos de alcanzar la máxima diversidad.

Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia

En los muestreos se registró una especie catalogada en la NOM-059-SEMARMAT-2010 como Amenazada (A): *Thrinax radiata.*

Especies endémicas

En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: *Diospyros anisandra, Diospyros tetrasperma, Cnidoscolus souzae, Diphysa carthagenensis, Lonchocarpus xuul, Platymiscium yucatanum, Ceiba schottii, Hampea trilobata, Coccoloba spicata* y *Thouinia paucidentata*.

MUESTREOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Ubicación de los puntos de muestreo

Se desarrolló un muestreo del estado actual que presenta la vegetación del predio, estos muestreos se realizaron en seis cuadrantes de muestreo de 25 m2 (5m x 5m) para el registro de especies del estrato herbáceo y arbustivo. El objetivo de trazar los cuadrantes fue el de identificar las especies presentes dentro del predio, la composición, estructura y diversidad por estratos de las mismas. Para el estrato arbóreo, se realizó un censo en el predio.

Es importante mencionar que los sitios de muestreo se concentraron en las áreas en donde se llevará a cabo la obra. Cada sitio de muestreo se referenció con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo

Tabla III. 17 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
1	1	490464.4692	2282734.6249
	2	490466.9111	2282738.9881
	3	490471.2743	2282736.5462
	4	490468.8324	2282732.1830
	1	490464.4692	2282734.6249
2	1	490477.9139	2282755.8645
	2	490480.6073	2282760.0771
	3	490484.8199	2282757.3838
	4	490482.1265	2282753.1712
	1	490477.9139	2282755.8645
3	1	490463.4767	2282768.5838
	2	490466.2000	2282772.7771
	3	490470.3933	2282770.0538
	4	490467.6700	2282765.8605
	1	490463.4767	2282768.5838
4	1	490451.1698	2282747.0773
	2	490453.9090	2282751.2602
	3	490458.0919	2282748.5209
	4	490455.3527	2282744.3380
	1	490451.1698	2282747.0773
5	1	490434.2913	2282749.5883
	2	490436.8579	2282753.8793
	3	490441.1489	2282751.3128
	4	490438.5824	2282747.0217
	1	490434.2913	2282749.5883
6	1	490441.3154	2282774.0898
	2	490443.9946	2282778.3114
	3	490448.2162	2282775.6322
	4	490445.5369	2282771.4106

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
	1	490441.3154	2282774.0898

Tabla III. 18 Coordenadas del polígono de censo del proyecto para el estrato arbóreo (UTM, zona 16Q).

POLÍGONO 01		
Vértice	**X**	**Y**
1	490492.4885	2282765.6452
2	490492.4168	2282765.5144
3	490489.3599	2282760.7657
4	490489.2966	2282760.6481
5	490489.2526	2282760.5220
6	490489.2288	2282760.3905
7	490489.2260	2282760.2570
8	490489.2441	2282760.1247
9	490489.2827	2282759.9968
10	490489.3408	2282759.8765
11	490489.4171	2282759.7669
12	490489.5096	2282759.6706
13	490489.6161	2282759.5899
14	490493.1078	2282757.3533
15	490469.8062	2282720.9781
16	490469.7135	2282720.8564
17	490427.6268	2282747.8078
18	490427.7098	2282747.9440
19	490428.1364	2282748.6100
20	490423.9259	2282751.3070
21	490427.0004	2282756.1068
22	490429.5266	2282754.4887
23	490429.8033	2282754.3406
24	490430.0998	2282754.2377
25	490430.408	2282754.1825

POLÍGONO 01		
Vértice	**X**	**Y**
	7	
26	490430.7225	2282754.1762
27	490431.0334	2282754.2191
28	490431.3338	2282754.3101
29	490431.6162	2282754.4470
30	490431.8737	2282754.6264
31	490432.1000	2282754.8439
32	490432.2895	2282755.0940
33	490434.4735	2282758.5038
34	490424.3589	2282764.9824
35	490417.5966	2282754.4210
36	490417.5132	2282754.2843
37	490416.4142	2282754.9881
38	490443.3781	2282797.0944
1	490492.4885	2282765.6452
Área 3,009.18 m²		

POLÍGONO 02		
Vértice	**X**	**Y**
1	490427.7098	2282747.9440
2	490427.6268	2282747.8078
3	490417.5132	2282754.2843
4	490417.5966	2282754.4210
1	490427.7098	2282747.9440
Área 1.92 m²		

POLÍGONO 03		
Vértice	**X**	**Y**
1	490469.7135	2282720.8564
2	490469.8062	2282720.9781
3	490483.738	2282712.0529

	9	
4	490510.5417	2282753.9076
5	490492.4168	2282765.5144
6	490492.4885	2282765.6452
7	490510.7483	2282753.9521
8	490483.7843	2282711.8457
1	490469.7135	2282720.8564
Área 13.21 m²		



Figura III. 16 Distribución de los sitios de muestreo dentro del proyecto.

Para la obtención de los datos importantes para la verificación de la composición, estructura y diversidad de la vegetación en el predio se optó por un muestreo sistemático mediante el trazado de cuadrantes en los estratos arbustivos y herbáceos. El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos además de ser muy fáciles para determinar la cobertura de las especies. Se realizaron 6 cuadrantes de 25 m^2 para el estrato herbáceo y arbustivo.

Dentro de los datos registrados dentro de cada cuadrante fueron el número de individuos por especies, la medición de dos diámetros perpendiculares de la copa de la planta (D1 y D2) de herbáceas y DAP (para arbustivos). Para el censo del estrato arbóreo, se tomó en cuenta individuos mayores de 7.5 cm de DAP. Los datos registrados en campo fueron capturados en una base de datos de Excel en donde se insertarán formulas generales de Cobertura o Área basal, Densidad y Frecuencia absoluta para convertirlas posteriormente a valores relativos. Estos parámetros sirvieron para calcular el Valor de Importancia Relativa (VIR). De igual manera, la base de datos de los registros del muestreo sirvió para la estimación del índice de Shannon-Wiener (H') y de equidad (J) por estratos de la vegetación representativa dentro del predio.

Se registraron todas las especies presentes en los sitios de muestreo trazados en el predio, y se clasificaron en los diferentes estratos en donde fueron registrados: Herbáceo (0 m-1.0 m de altura), Arbustivo (1.1 m-2 m de altura). Se realizó una comparación de las especies identificadas con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resultado de los muestreos y del análisis de composición

Listado de especies registradas

En total se observó en el área del proyecto la presencia de 28 especies de plantas pertenecientes a 29 géneros y 16 familias botánicas, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

Tabla III. 19 Listado de especies registradas.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DISTRIBUCIÓN
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Aak'its	Arbustiva	Nativa
Apocynaceae	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	Herbácea	Nativa
Bignoniaceae	*Fridericia floribunda*	Anilkab	Liana	Nativa
Bignoniaceae	*Godmania aesculifolia*	Ajowan ché	Arbórea	Nativa
Boraginaceae	*Heliotropium angiospermum*	Nej ma'ax	Herbácea	Nativa
Compositae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Herbácea	Nativa
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	Herbácea	Nativa
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	Arbustiva	Endémica
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Ts'iim	Arbustiva	Endémica
Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	Arbustiva	Nativa
Euphorbiaceae	*Dalechampia scandens*	Sak p'opox	Herbácea	Nativa
Euphorbiaceae	*Tragia yucatanensis*	Chak p'op ox	Herbácea	Nativa
Fabaceae	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	Arbustiva	Nativa
Fabaceae	*Centrosema virginianum*	Bu'ul che'	Herbácea	Nativa
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waaxim	Arbórea	Nativa
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	Arbórea	Nativa
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	Arbórea	Nativa
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	Arbórea	Nativa
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Subin	Arbustiva	Nativa
Malvaceae	*Abutilon permolle*	Sak xiiw	Herbácea	Nativa
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Arbustiva	Nativa
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	Arbórea	Nativa
Moraceae	*Ficus maxima*	Akúun	Arbórea	Nativa
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	Arbustiva	Nativa
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Siit	Herbácea	Nativa
Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Su'uk	Herbácea	Exótica
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Boob	Arbórea	Endémica
Sapindaceae	*Urvillea ulmacea*	Lot sak'	Herbácea	Nativa
Urticaceae	*Cecropia peltata*	K'ooch k'aax	Arbórea	Nativa

Tabla III. 20 Distribución de las especies por estrato.

SITIO DE MUESTREO	ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. DE INDIVIDUOS TOTAL POR SITIO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	ARBÓREO	*Cascabela gaumeri*	Aak'its	2	
		Godmania aesculifolia	Ajowan ché	1	
		Leucaena leucocephala	Waaxim	9	
		Lonchocarpus rugosus	K'anasín	3	

SITIO DE MUESTREO	ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. DE INDIVIDUOS TOTAL POR SITIO	NOM-059-SEMARNAT-2010
2		*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	19	
		Piscidia piscipula	Ja'abin	4	
		Guazuma ulmifolia	Kabal pixoy	1	
		Ficus maxima	Akúun	41	
		Neea psychotrioides	Ta'tsi'	2	
		Coccoloba spicata	Boob	1	
		Cecropia peltata	K'ooch k'aax	4	
	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	0	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	0	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	4	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	0	
		Vachellia collinsii	Subin	2	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	1	
		Fridericia floribunda	Anilkab	6	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	0	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	0	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	1	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	4	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	0	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	0	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	0	
		Lasiacis divaricata	Siit	1	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	0	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	0	
	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	3	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	0	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	2	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	1	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	2	
		Vachellia collinsii	Subin	0	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	2	
		Fridericia floribunda	Anilkab	6	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	0	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	1	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	1	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	0	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	0	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	3	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	0	
		Lasiacis divaricata	Siit	0	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	0	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	0	

SITIO DE MUESTREO	ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. DE INDIVIDUOS TOTAL POR SITIO	NOM-059-SEMARNAT-2010
3	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	0	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	0	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	3	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	2	
		Vachellia collinsii	Subin	0	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	0	
		Fridericia floribunda	Anilkab	4	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	2	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	2	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	0	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	2	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	0	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	6	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	3	
		Lasiacis divaricata	Siit	0	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	6	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	0	
4	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	0	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	0	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	2	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	0	
		Vachellia collinsii	Subin	3	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	5	
		Fridericia floribunda	Anilkab	3	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	1	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	0	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	0	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	0	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	1	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	0	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	0	
		Lasiacis divaricata	Siit	1	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	0	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	1	
5	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	2	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	2	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	0	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	1	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	1	
		Vachellia collinsii	Subin	2	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	0	

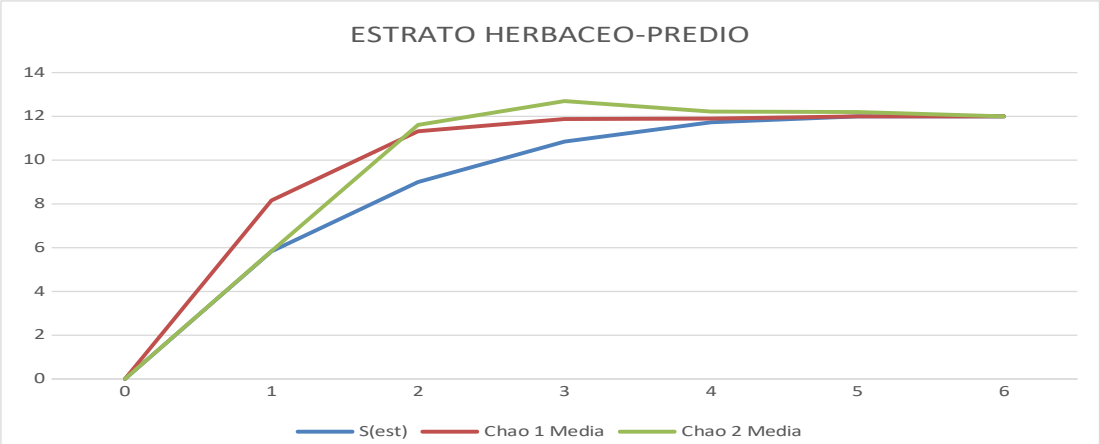
SITIO DE MUESTREO	ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. DE INDIVIDUOS TOTAL POR SITIO	NOM-059-SEMARNAT-2010
		Fridericia floribunda	Anilkab	4	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	1	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	0	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	3	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	1	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	0	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	0	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	0	
		Lasiacis divaricata	Siit	4	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	0	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	1	
6	ARBUSTIVO	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0	
		Cnidoscolus souzae	Ts'iim	1	
		Croton reflexifolius	P'e'es' kúuch	5	
		Diospyros anisandra	K'aakalche'	3	
		Malvaviscus arboreus	Bisil	1	
		Vachellia collinsii	Subin	0	
	HERBÁCEO	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	0	
		Fridericia floribunda	Anilkab	4	
		Heliotropium angiospermum	Nej ma'ax	0	
		Melanthera nivea	Levisa xiiw	3	
		Dioscorea convolvulacea	Makal k'uch	0	
		Dalechampia scandens	Sak p'opox	0	
		Tragia yucatanensis	Chak p'op ox	3	
		Centrosema virginianum	Bu'ul che'	0	
		Abutilon permolle	Sak xiiw	1	
		Lasiacis divaricata	Siit	0	
		Megathyrsus maximus	Su'uk	3	
		Urvillea ulmacea	Lot sak'	4	

Las rosetófilas como los agaves se consideran dentro del estrato de Epifitas y cactáceas, debido a la baja diversidad de especies con este crecimiento.

Confiabilidad del muestreo

Para determinar si con el esfuerzo de muestreo es suficiente para demostrar que la cantidad de sitios es suficiente, se construyó una curva de acumulación utilizando los datos tomados en campo y el programa EstimateS (EstimateS 9.1.0 Robert K. Colwell), este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H *et al*., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003). A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 10 sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.

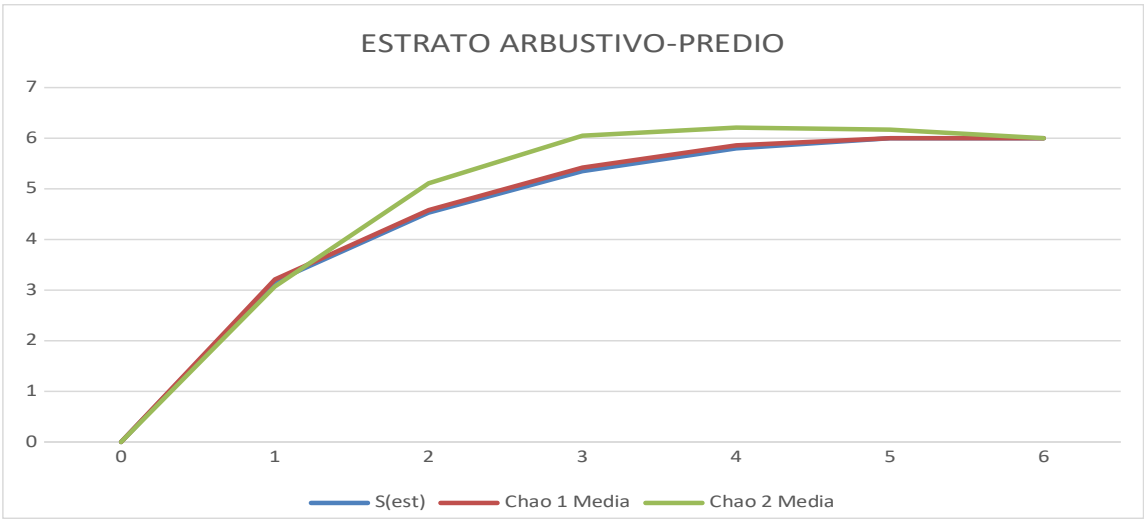
Herbáceas.



Gráfica III. 6 Curva de acumulación de las especies del estrato herbáceo.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 4, en la cual se alcanza cierta estabilidad, realizar más muestreos seria poco significativo.

Arbustivas.



Gráfica III. 7 Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a establecer a partir del sitio 4, por lo que de realizar más sitios muestreos no cambiara la curva de acumulación.

A continuación, se presenta el índice de completitud y fiabilidad del muestreo.

La información está representada con base en el índice de completitud (c), el cual muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas a través del estimador expresado en porcentaje.

De acuerdo con diversos artículos[2] el uso del software EstimateS (http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/) cada vez es más frecuente.

Con los datos obtenidos en campo se tiene los siguientes resultados (se anexa la base de datos para el cálculo en el software, así como los resultados obtenidos en el mismo).

Estrato herbáceo.

Tabla III. 21 Resultados del cómputo con EstimateS para el estrato herbáceo.

Sitio	ESTIMADORES		
	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	5.83	8.16	5.84
2	9	11.32	11.61
3	10.85	11.88	12.7
4	11.73	11.9	12.22
5	12	12	12.2
6	12	12	12
Promedio	**8.77**	**9.61**	**9.51**

Tabla III. 22 Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	8.77	
Chao 1 Mean	9.61	91.30%
Chao 2 Mean	9.51	92.25%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores tienen una representatividad mayor al 90%, lo que indica que el muestreo fue suficiente.

Estrato arbustivo.

Tabla III. 23 Resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo.

Sitio	ESTIMADORES		
	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	3.17	3.21	3.07
2	4.53	4.58	5.11
3	5.35	5.42	6.05
4	5.8	5.86	6.21
5	6	6	6.17
6	6	6	6
Promedio	**5.14**	**5.18**	**5.44**

2 Colwell Robert K, Chang Xuan Mao y Jing Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), pp. 2717-2727.
Jiménez-Valverde A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología Vol. 8, 31-XII-Sección: Artículos y Notas. pp. 151 – 161.
Moreno Claudia E, Barragán Felipe, Pineda Eduardo y Numa P. Pavón. 2011. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado. postal 69-Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82. Pp. 1249-1261.

Tabla III. 24 Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	5.14	
Chao 1 Mean	5.18	99.29%
Chao 2 Mean	5.44	95.28%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores tienen una representatividad mayor al 90%.

Conclusión.

En general, para cada estrato todos los estimadores tuvieron una representatividad mayor al 90%.

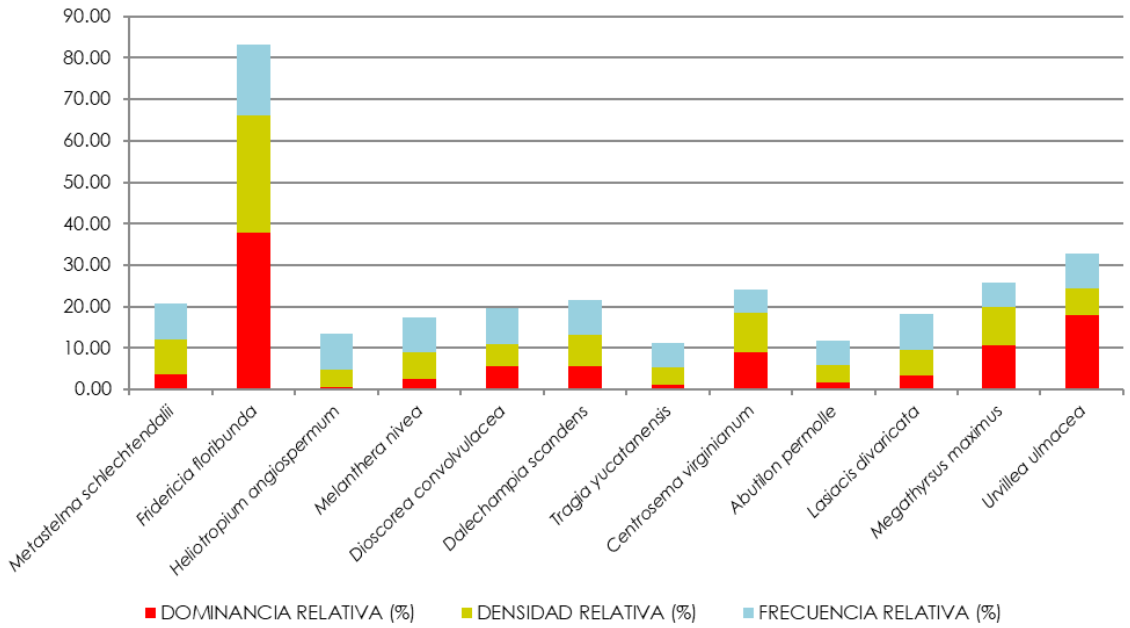
Resultados del muestreo de diversidad

A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.

En el estrato herbáceo del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron 12 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III. 25 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo del área de estudio.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	8	3.75	8.42	8.57	20.74
2	*Fridericia floribunda*	Anilkab	27	37.72	28.42	17.14	83.28
3	*Heliotropium angiospermum*	Nej ma'ax	4	0.69	4.21	8.57	13.47
4	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	6	2.53	6.32	8.57	17.41
5	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	5	5.72	5.26	8.57	19.55
6	*Dalechampia scandens*	Sak p'opox	7	5.74	7.37	8.57	21.68
7	*Tragia yucatanensis*	Chak p'op ox	4	1.24	4.21	5.71	11.17
8	*Centrosema virginianum*	Bu'ul che'	9	9.00	9.47	5.71	24.19
9	*Abutilon permolle*	Sak xiiw	4	1.71	4.21	5.71	11.64
10	*Lasiacis divaricata*	Siit	6	3.34	6.32	8.57	18.23
11	*Megathyrsus maximus*	Su'uk	9	10.55	9.47	5.71	25.74
12	*Urvillea ulmacea*	Lot sak'	6	18.01	6.32	8.57	32.90
TOTAL			**95**	**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica III. 8 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del predio bajo estudio.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que la especie más representativa por su cobertura registrada dentro del estrato herbáceo fue: *Fridericia floribunda* (37.72%), *Urvillea ulmacea* (18.01%) y *Megathyrus maximus* (10.55%). Para el caso de la especie más representativa por su densidad dentro del estrato herbáceo fueron las especies *Fridericia floribunda* (28.42%) y *Centrosema virginianum* (9.47%). Por su parte las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro estrato herbáceo del predio bajo estudio fue la especie *Fridericia floribunda* (17.14%) y *Metastelma schlechtenda* (8.57%).

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio la especie con el mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fueron las especies; *Fridericia floribunda* (83.28%), *Urvillea ulmacea* (32.90%) y *Megathyrus maximus* (*25.74*%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio:

Tabla III. 26 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi)x Ln (pi)
1	*Metastelma schlechtendalii*	Sal xiiw	0.0842	-2.4744	0.2084
2	*Fridericia floribunda*	Anilkab	0.2842	-1.2580	0.3575
3	*Heliotropium angiospermum*	Nej ma'ax	0.0421	-3.1676	0.1334
4	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	0.0632	-2.7621	0.1744
5	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	0.0526	-2.9444	0.1550
6	*Dalechampia scandens*	Sak p'opox	0.0737	-2.6080	0.1922
7	*Tragia yucatanensis*	Chak p'op ox	0.0421	-3.1676	0.1334
8	*Centrosema virginianum*	Bu'ul che'	0.0947	-2.3567	0.2233
9	*Abutilon permolle*	Sak xiiw	0.0421	-3.1676	0.1334
10	*Lasiacis divaricata*	Siit	0.0632	-2.7621	0.1744
11	*Megathyrsus maximus*	Su'uk	0.0947	-2.3567	0.2233
12	*Urvillea ulmacea*	Lot sak'	0.0632	-2.7621	0.1744
			H' CALCULADA		**2.2830**
			H' MAXIMA=Ln (S)		**2.4849**
			EQUIDAD (J)=H / H		**0.9188**

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi)x Ln (pi)
			MAX		
			H MAX-H CAL		0.2019

El estrato herbáceo posee una riqueza específica de 12 especies, las cuales poseen una distribución de 0.9188, con el cual se afirma la reducida dominancia. Las especies de mayor importancia en el estrato herbáceo son *Fridericia floribunda* (83.28%), *Urvillea ulmacea* (32.90%) y *Megathyrus maximus* (*25.74*%).

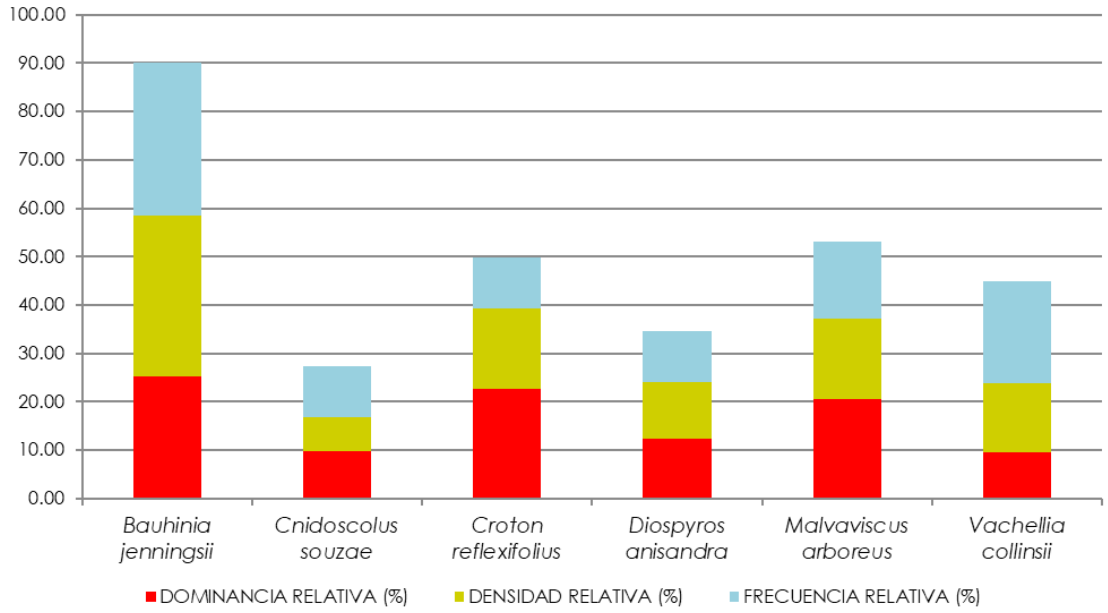
La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo es de 2.4849 y la H´ calculada fue de 2.28430, lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

Estrato arbustivo.

En el estrato arbustivo del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron seis especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III. 27 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustivo del área de estudio.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	14	25.24	33.33	31.58	90.15
2	*Cnidoscolus souzae*	Ts'iim	3	9.76	7.14	10.53	27.43
3	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	7	22.57	16.67	10.53	49.77
4	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	5	12.23	11.90	10.53	34.66
5	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	7	20.55	16.67	15.79	53.01
6	*Vachellia collinsii*	Subin	6	9.64	14.29	21.05	44.98
TOTAL			**42**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**



Gráfica III. 9 Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo encontrado dentro del predio bajo estudio.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro de este estrato fueron: *Bauhinia jenningsii* (25.24%), *Croton reflexifolius* (22.57%) y *Malvaviscus arboreus* (20.55%). De igual forma

las especies más representativas por su densidad fueron: *Bauhinia jenningsii* (33.33%) y *Croton reflexifolius* (16.67%). Por su parte las especies con el mayor valor de frecuencia fueron: *Bauhinia jenningsii* (31.58%), *Vachellia collinsii* (21.05%) y *Malvaviscus arboreus* (15.79%).

De manera particular se puede indicar que dentro del grupo de las epifitas y cactáceas del predio bajo estudio las especies con los mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fueron las especies: *Bauhinia jenningsii* (90.15%), *Malvaviscus arboreus* (53.01%) y *Croton reflexifolius* (49.77%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio:

Tabla III. 28 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbustivo del predio bajo estudio.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi)x Ln (pi)
1	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'	0.3333	-1.0986	0.3662
2	*Cnidoscolus souzae*	Ts'iim	0.0714	-2.6391	0.1885
3	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	0.1667	-1.7918	0.2986
4	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	0.1190	-2.1282	0.2534
5	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	0.1667	-1.7918	0.2986
6	*Vachellia collinsii*	Subin	0.1429	-1.9459	0.2780
			H' CALCULADA		**1.6833**
			H' MAXIMA=Ln (S)		**1.7918**
			EQUIDAD (J)=H / H MAX		**0.9395**
			H MAX-H CAL		**0.1085**

El estrato arbustivo posee una riqueza específica de 6 especies, las cuales poseen una distribución de 0.9395, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida. De hecho, de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR, las especies de mayor importancia son *Bauhinia jenningsii* (90.15%), *Malvaviscus arboreus* (53.01%) y *Croton reflexifolius* (49.77%).

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo es de 1.7918 y la H´ calculada fue de 1.6833, lo que indica que el estrato arbustivo se encuentra en una etapa avanzada de recuperación y cercana a alcanzar la máxima diversidad.

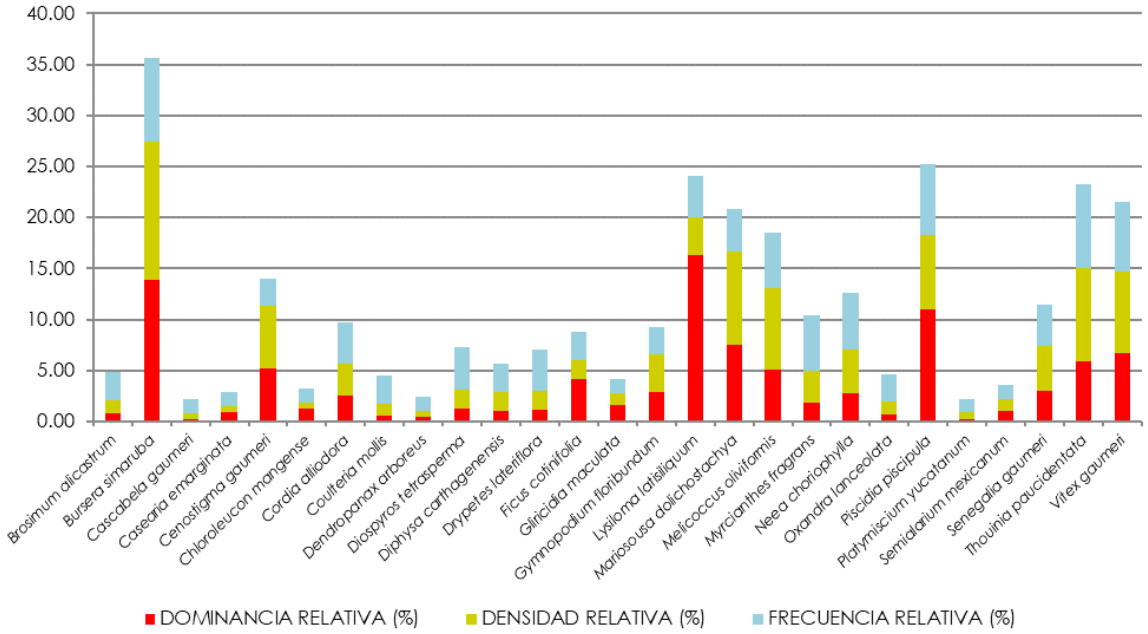
Estrato arbóreo.

En el estrato arbóreo del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron 11 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III. 29 Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbóreo del área de estudio.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Cascabela gaumeri*	Aak'its	2	0.68	2.30	9.09	12.07
2	*Godmania aesculifolia*	Ajowan ché	1	0.30	1.15	9.09	10.55
3	*Leucaena leucocephala*	Waaxim	9	2.70	10.34	9.09	22.14
4	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	3	1.51	3.45	9.09	14.05
5	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	19	40.44	21.84	9.09	71.37
6	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	4	1.69	4.60	9.09	15.38
7	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	1	1.01	1.15	9.09	11.25

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
8	*Ficus maxima*	Akúun	41	45.57	47.13	9.09	101.79
9	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	2	3.76	2.30	9.09	15.15
10	*Coccoloba spicata*	Boob	1	1.19	1.15	9.09	11.43
11	*Cecropia peltata*	K'ooch k'aax	4	1.15	4.60	9.09	14.84
TOTAL			**87**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**



Gráfica III. 10 Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo encontrado dentro del predio bajo estudio.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registrada dentro del estrato arbóreo fueron: *Ficus maxima* (45.57%), *Lysiloma latisiliquum* (40.44%) y *Neea psychotrioides* (3.76%). Para el caso de la especie más representativa por su densidad dentro del estrato arbóreo fueron las especies *Ficus maxima* (47.13%), *Lysiloma latisiliquum* (21.84%) y *Leucaena leucocephala* (10.34%). Por su parte la especie con el mayor valor de frecuencia relativa dentro estrato arbóreo del predio bajo estudio fue la especie *Cascabela gaumeri* (9.09%).

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio la especie con el mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fueron las especies: *Ficus maxima* (101.79), *Lysiloma latisiliquum* (71.37) y *Leucaena leucocephala* (22.14).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio:

Tabla III. 30 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi)x Ln (pi)
1	*Cascabela gaumeri*	Aak'its	0.0230	-3.7728	0.0867
2	*Godmania aesculifolia*	Ajowan ché	0.0115	-4.4659	0.0513
3	*Leucaena leucocephala*	Waaxim	0.1034	-2.2687	0.2347
4	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	0.0345	-3.3673	0.1161
5	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	0.2184	-1.5215	0.3323

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi)x Ln (pi)
6	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	0.0460	-3.0796	0.1416
7	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	0.0115	-4.4659	0.0513
8	*Ficus maxima*	Akúun	0.4713	-0.7523	0.3545
9	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	0.0230	-3.7728	0.0867
10	*Coccoloba spicata*	Boob	0.0115	-4.4659	0.0513
11	*Cecropia peltata*	K'ooch k'aax	0.0460	-3.0796	0.1416
			H' CALCULADA		**1.6483**
			H' MAXIMA=Ln (S)		**2.3979**
			EQUIDAD (J)=H / H MAX		**0.6874**
			H MAX-H CAL		**0.7496**

El estrato arbóreo posee una riqueza específica de 11 especies, las cuales poseen una distribución de 0.6874, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es moderada. De hecho, de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR las especies más importantes son las siguientes: *Ficus maxima* (101.79), *Lysiloma latisiliquum* (71.37) y *Leucaena leucocephala* (22.14).

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo es de 2.3979 y la H´ calculada fue de 1.6483, lo que indica que el estrato arbustivo se encuentra en una etapa temprana de recuperación y lejos de alcanzar la máxima diversidad.

Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia

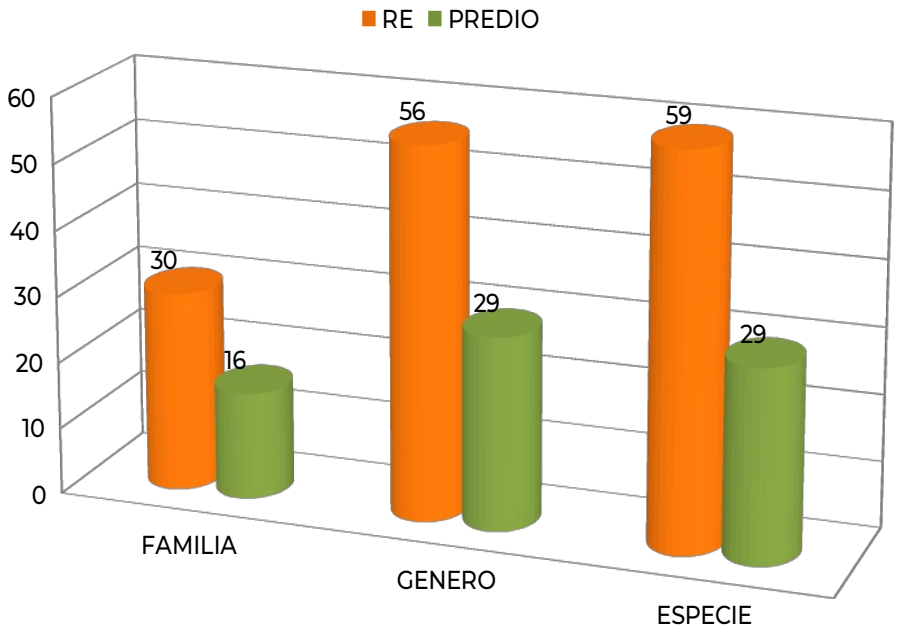
En los muestreos no se registraron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010.

Especies endémicas

En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: *Diospyros anisandra, Cnidoscolus souzae* y *Coccoloba spicata.*

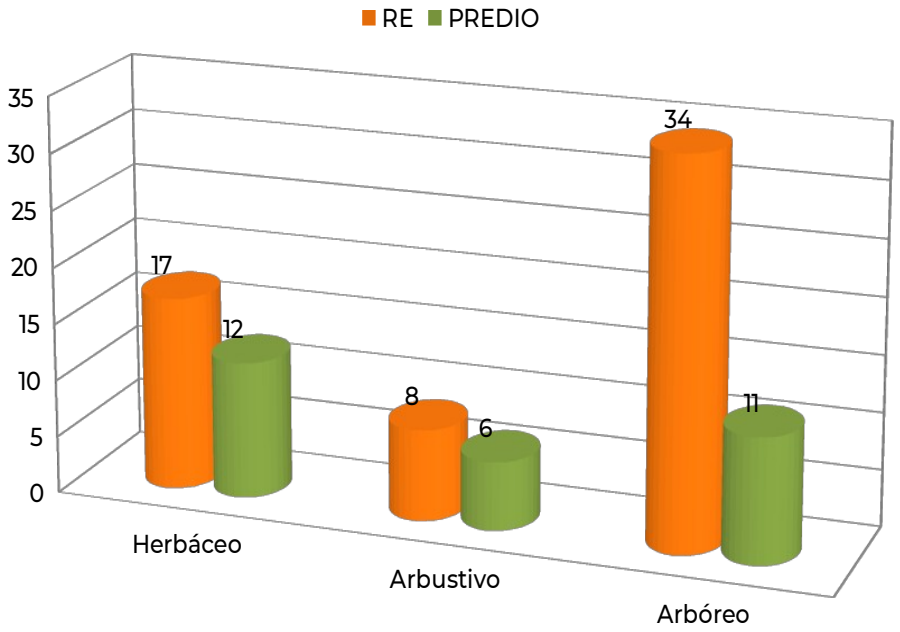
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ENTRE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y EL PREDIO

Como se puede observar en las siguientes gráficas, hubo más riqueza en la RE (59 especies de 30 familias botánicas) que en el área del proyecto (29 especies de 16 familias botánicas).



Gráfica III. 11 Riqueza florística entre la RE y el predio.

En la siguiente gráfica se presenta la comparación entre la riqueza de especies de cada estrato florístico entre la RE y el predio. Como se observa, en todos los estratos la riqueza de especies fue mayor en la RE a comparación del predio.

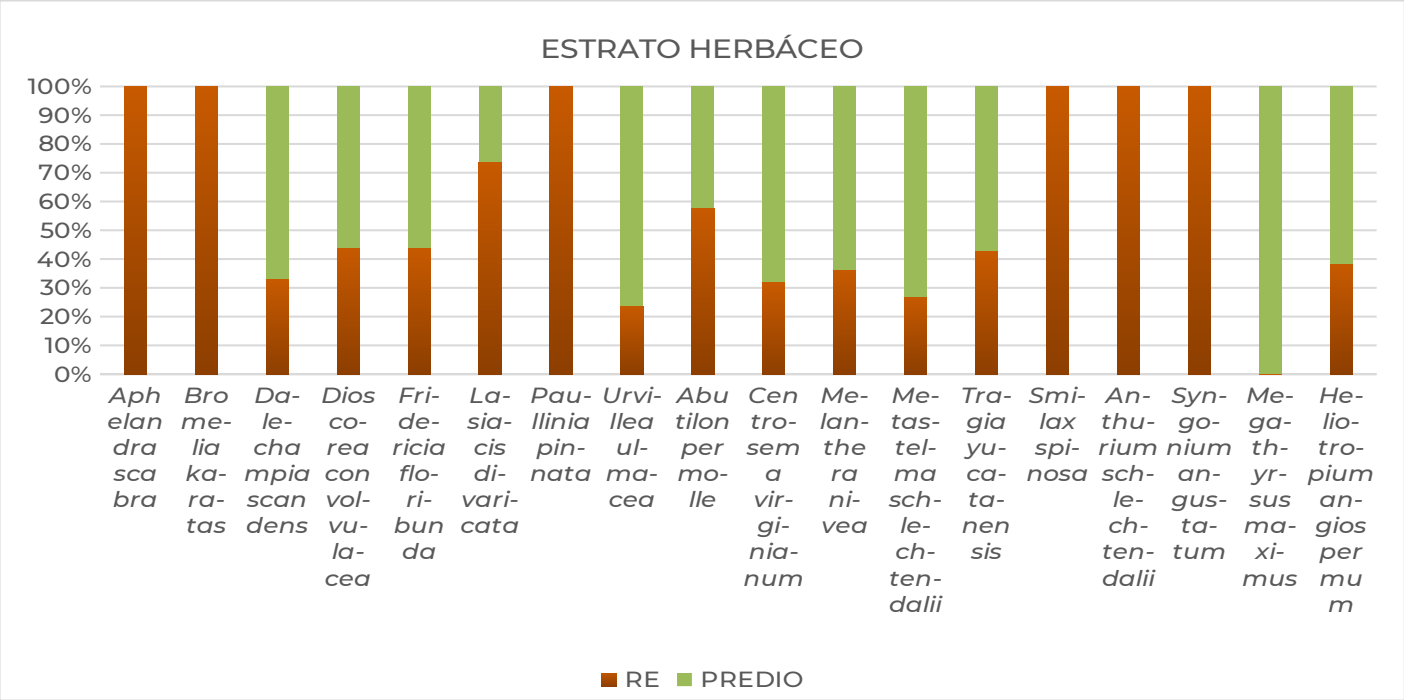


Gráfica III. 12 Riqueza florística de cada estrato entre la RE y el predio.

Con base en los resultados obtenidos, se presentan los siguientes datos comparativos por estrato:

Estrato herbáceo. En el estrato herbáceo de la RE se registró un total de 17 especies y en el área del proyecto únicamente 12. Lo anterior indica que en la RE hay una mayor riqueza específica con respecto al área del proyecto. En total se comparten 12 especies de flora silvestre entre la RE y en el área de CUSTF, es importante mencionar que seis especies de flora silvestre registradas para la RE no fueron observadas en el estrato herbáceo del área de CUSTF. Solo una especie registrada en el predio no fue registrada en la RE, la cual es el pasto *Megathyrsus maximus*, una especie introducida a la región. Lo anterior

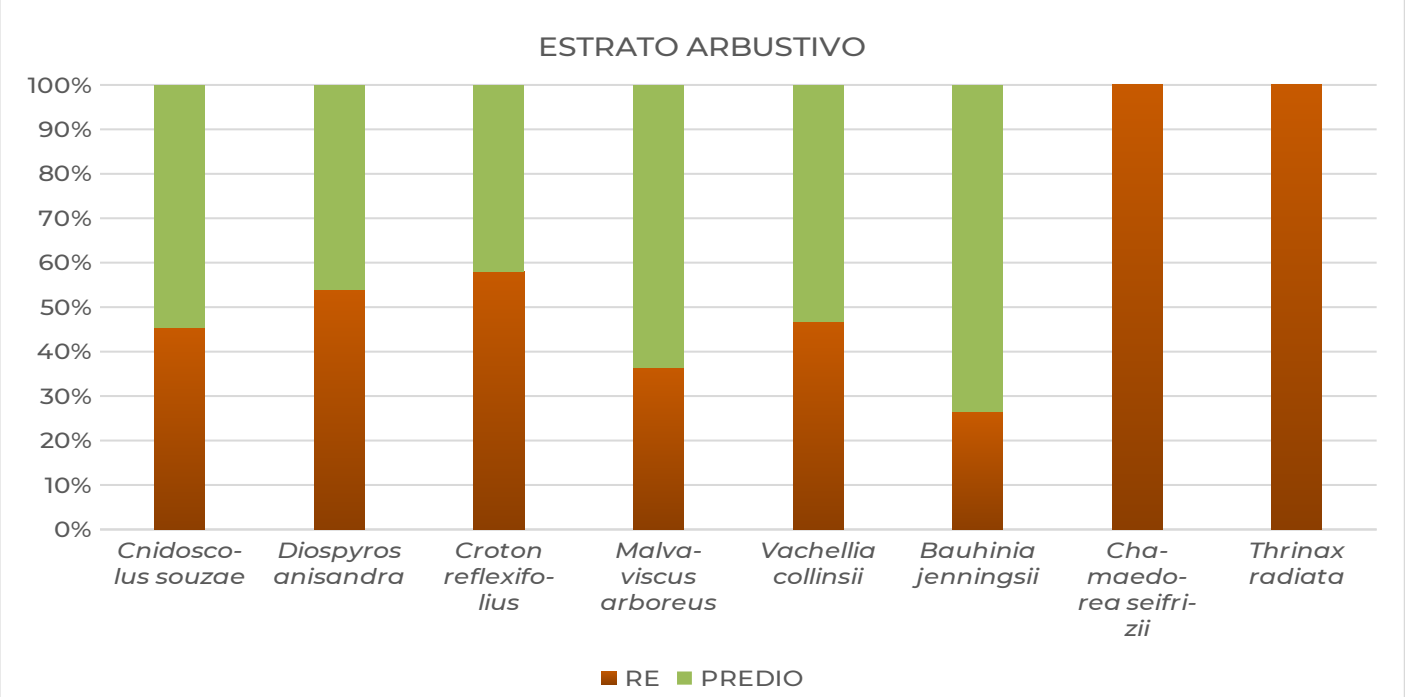
refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato herbáceo de la RE posee una mayor riqueza específica en comparación al estrato herbáceo del área del proyecto. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.



Gráfica III. 13 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato herbáceo.

En cuanto las especies de mayor importancia para la RE son *Fridericia floribunda*, *Lasiacis divaricata* y *Abutilon permolle,* para el CUSTF son *Fridericia floribunda, Urvillea ulmacea* y *Megathyrsus maximus* las más importantes, como se observa comparten a la especie con mayor VIR.

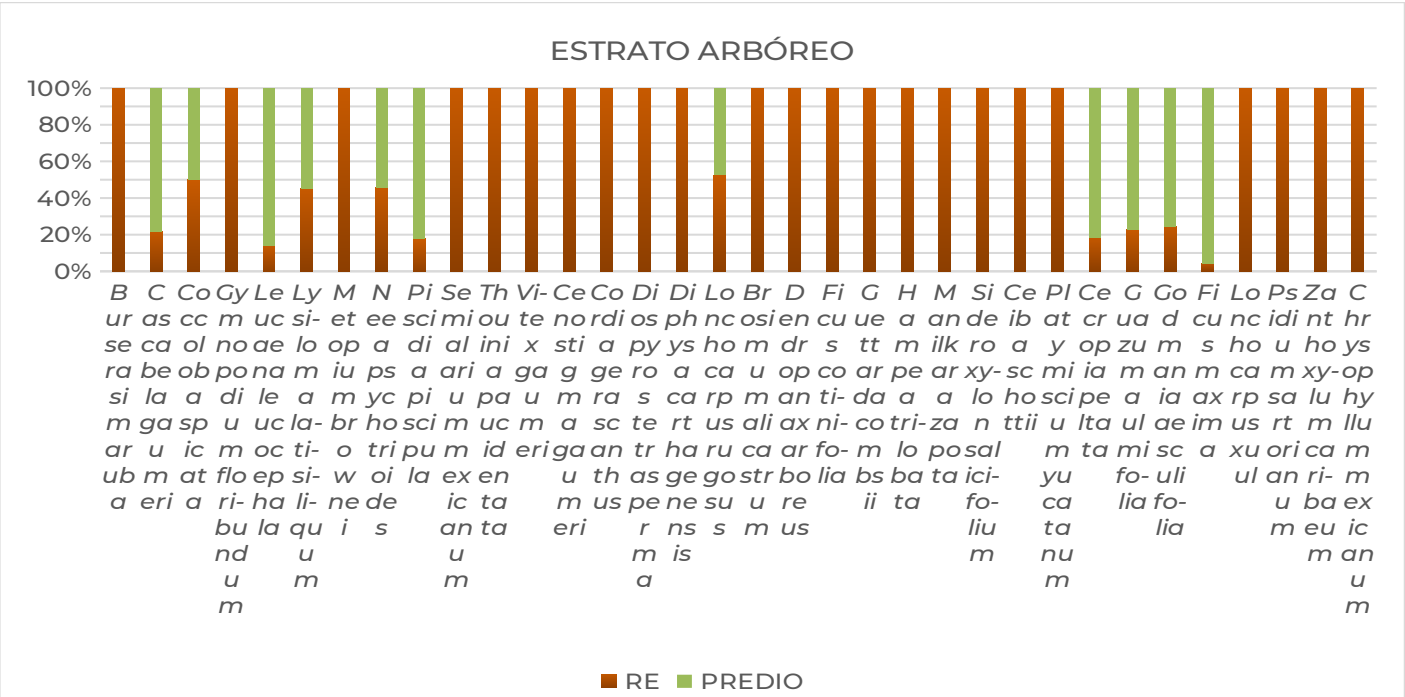
Estrato arbustivo. En el estrato arbustivo de la RE se registraron un total de ocho especies y en el área del proyecto solo se registraron seis especies. Tanto en la RE como en el área del proyecto, comparten las mismas especies, mientras que en la RE se registraron dos especies que no fueron registradas en el área del proyecto.



Gráfica III. 14 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbustivo.

En cuanto las especies de mayor importancia para la RE son *Croton reflexifolios, Diospyros anisandra* y *Vachellia collinsii,* para el área del proyecto *Bauhinia jenningsii, Malvaviscus arboreus* y *Croton reflexifolius* son las más importantes. La especie *Croton reflexifolius* se comparte entre ambos sitios como de las más importantes.

Estrato arbóreo. En el estrato arbóreo de la RE, se registraron 34 especies mientras, que en el área de CUSTF se registraron 11 especies arbóreas. Lo anterior indica que en la RE existe una mayor riqueza específica con respecto al predio. Es importante mencionar que se comparten 11 especies entre la RE y el área del proyecto. En la RE hay 23 especies que no se registraron en el área del proyecto. Lo anterior refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato arbóreo de la RE posee una mayor riqueza específica en comparación al registrado en el predio.

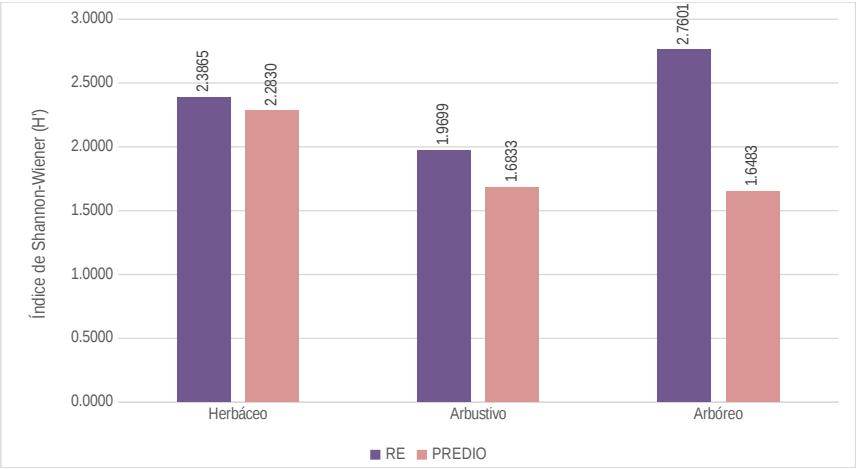


Gráfica III. 15 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbóreo.

En cuanto las especies de mayor importancia para la RE son *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba* y *Swartzia cubensis*, para el área del proyecto son *Ficus maxima*, *Lysiloma latisiliquum* y *Leucaena leucocephala* son las más importantes. Ambos sitios comparten a *L. latisiliquum* entre las especies más importantes.

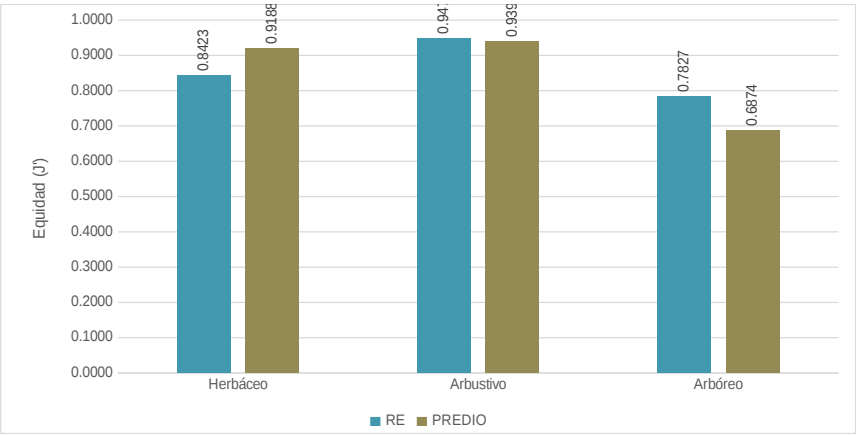
De acuerdo con los datos analizados, se puede inferir que la composición florística del área del proyecto se encuentra bien representada en todos los estratos de la RE, es importante mencionar que en los estratos todas las especies presentes en el área del proyecto también fueron encontradas en la RE. De manera general, la zona ha sido afectada por la actividad antropogénica por lo que las condiciones en las unidades de muestreo son similares, lo cual se ve reflejado en la composición de la flora, siendo esta ligeramente más diversa en la RE que en el área del proyecto.

A continuación, se presentan las proyecciones esquemáticas comparativas de los parámetros de composición, estructura y diversidad por estratos en la RE y el área del proyecto:



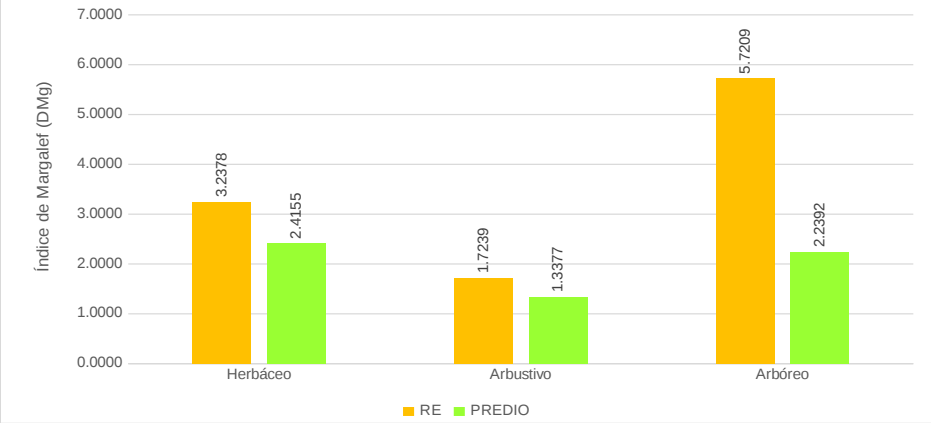
Gráfica III. 16 Comparación del índice de Shannon-Wiener por estratos de la vegetación en la RE y el área del proyecto.

Como se observa en la gráfica anterior, los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener fueron de medios a altos en los estratos tanto de la RE como del área del proyecto. De acuerdo con lo obtenido en el índice de diversidad, en la RE, el estrato arbóreo presentó el valor más alto de diversidad (H'= 2.7601), seguido del estrato herbáceo (H'= 2.3865) y arbustivo (H'= 1.9699) cuya diversidad también fue alta. En cuanto al área del proyecto, todos los estratos presentaron valores de diversidad medios: herbáceo (H'= 2.2830), arbustivo (H'= 1.6833) y arbóreo (H'= 1.6483). Es importante destacar que en la RE se obtuvieron valores de diversidad mayores que en el área del proyecto.



Gráfica III. 17 Comparación del índice de equidad de Pielou por estratos de la vegetación en la RE y el área del proyecto.

En cuanto al índice de equidad de Pielou, en la RE los estratos se encontraron más cercanos a la unidad: arbustivo (J´= 0.9473), herbáceo (J´= 0.8423) y arbóreo (J´= 0.7827), lo cual refleja una distribución homogénea de los individuos entre las especies y una alta diversidad. En el caso del área del proyecto, el **estrato herbáceo** presentó un valor cercano a la unidad (J´= 0.9188), sin embargo, las especies *Fridericia floribunda, Urvillea ulmácea y Megathyrsus maximus* presentaron los valores de importancia relativa más altos. En el caso del **estrato arbustivo** (J´= 0.9395) se presentó la equidad más baja, denotando la dominancia de las especies *Bauhinia jenningsii, Malvaviscus arboreus* y *Croton reflexifolius*. El **estrato arbóreo** (J´= 0.6874) también presentó dominancia de algunas especies, como es el caso de *Ficus maxima*, *Lysiloma latisiliquum* y *Leucaena leucocephala*. De este análisis se puede inferir que la distribución entre las especies de la RE es más homogénea comparada a la del área del proyecto, por lo que se presenta una mayor dominancia de especies en el área del proyecto.



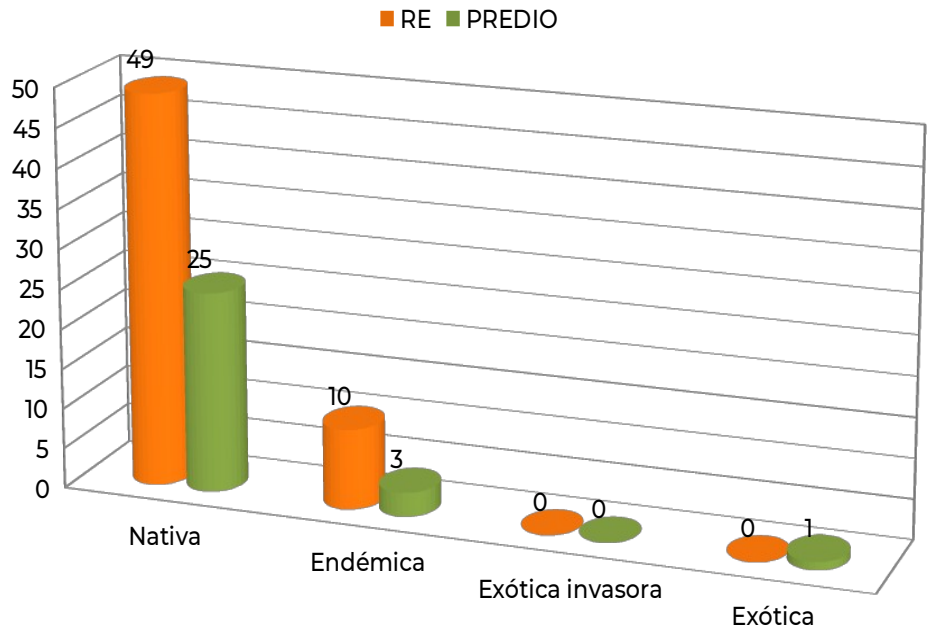
Gráfica III. 18 Comparación del índice de Margalef por estratos de la vegetación en la RE y el área del proyecto.

En cuanto al índice de Margalef, en la RE se obtuvieron valores que mostraron una diversidad de media a alta en todos los estratos. En el **estrato herbáceo**, el índice de Margalef indica que la RE es más diverso (DMg= 3.2378) que el área del proyecto (DMg= 2.4155), lo que confirma los valores de diversidad obtenidos con el índice de Shannon-Wiener. Sin embargo, el ecosistema de la RE presenta ligeramente menor equidad con valor de 0.8423 en comparación al área del proyecto que tuvo un valor de 0.9188. Es decir, la distribución de los individuos por especie en el área del proyecto es levemente más homogénea que en la RE.

En el **estrato arbustivo** los valores del índice del Margalef indican que la RE tiene una mayor diversidad (DMg= 1.7239) que el área del proyecto (DMg= 1.3377), lo que confirma los valores de diversidad obtenidos con el índice de Shannon-Wiener. Sin embargo, los valores obtenidos del índice de equidad de Pielou indican que la RE (J´=0.9473) tiene una distribución de individuos por especie más homogénea que en el área del proyecto (J´= 0.9395), en donde hay algunas especies dominantes.

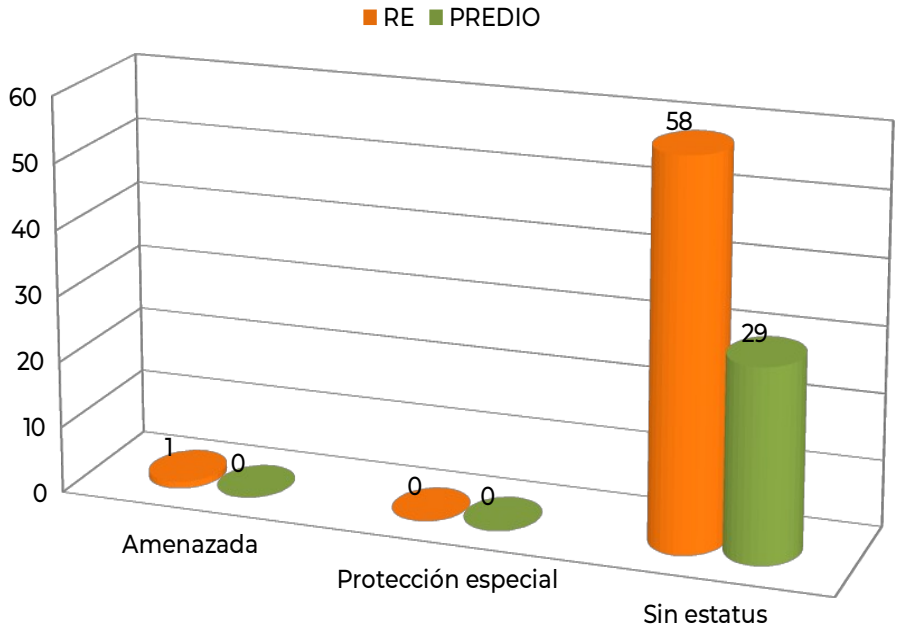
El **estrato arbóreo** presentó un valor de diversidad alto en la RE (DMg= 5.7209) y en el área del proyecto (DMg= 2.2392), esto coincide con los valores de diversidad obtenidos con el índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo, en donde se obtuvo un valor medio de diversidad para el área del proyecto y alto para la RE. Asimismo, los valores obtenidos del índice de equidad de Pielou indican que el estrato arbóreo (J´= 0.6874) presentó dominancia de algunas especies a comparación de la RE en donde la distribución de individuos por especie fue más homogénea (J´=0.7827). Con base en la información mencionada, se determina que el estrato arbóreo de la RE tiene una mayor riqueza específica, es más diversa y equitativa que el área del proyecto.

De manera general, se puede indicar que la composición, estructura y diversidad de la vegetación encontrada en la RE presenta una mayor riqueza específica, una estructura de vegetación más desarrollada y con la representación de todas las especies que se encuentran dentro del predio donde se desarrollará el proyecto.



Gráfica III. 19 Distribución de las especies en la RE y el área del proyecto.

En cuanto a la distribución de las especies, en el predio se encontraron tres especies endémicas, las cuales son: *Diospyros anisandra, Cnidoscolus souzae* y *Coccoloba spicata.* Por otra parte, en la RE se encontraron 10 especies endémicas: *Diospyros anisandra, Diospyros tetrasperma, Cnidoscolus souzae, Diphysa carthagenensis, Lonchocarpus xuul, Platymiscium yucatanum, Ceiba schottii, Hampea trilobata, Coccoloba spicata* y *Thouinia paucidentata*. De acuerdo con la mayor diversidad y riqueza encontrados en la RE, se encontró un mayor número de especies endémicas, debido a que los ecosistemas se encuentran mejor conservados.



Gráfica III. 20 Estatus de protección de las especies registradas en la RE y en el área del proyecto.

Como se observa en la gráfica anterior, tanto en la RE como en el área del proyecto se registró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Amenazada (A): *Thrinax radiata*. Por el contrario, en el área del proyecto no se registraron especies enlistadas dentro de dicha norma.

Conclusión del muestreo de Flora

- Los estimadores de diversidad indicaron que, en el área del proyecto, los estratos presentaron una diversidad menor a los de la RE. En general, el ecosistema de la RE es más diverso, rico y homogéneo en comparación al del predio, que se encuentra inmerso en un área urbana.
- Solamente en la RE se registró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de Amenazada (A): *Thrinax radiata*.
- Se registraron en el predio tres especies endémicas, las cuales son: *Diospyros anisandra, Cnidoscolus souzae* y *Coccoloba spicata.* Por otra parte, en la RE se encontraron 10 especies endémicas: *Diospyros anisandra, Diospyros tetrasperma, Cnidoscolus souzae, Diphysa carthagenensis, Lonchocarpus xuul, Platymiscium yucatanum, Ceiba schottii, Hampea trilobata, Coccoloba spicata* y *Thouinia paucidentata*.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación; sin embargo, se implementará un **Programa de Rescate y Reubicación de Especies Forestales** para la conservación de las especies ecológicamente importantes o que se encuentren en alguna categoría de riesgo.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en los cuadrantes son típicas de la vegetación secundaria, cuya presencia es una característica en las áreas impactadas por actividades antropológicas, al encontrarse dentro de una zona urbana. Por consiguiente, se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades vegetales del área en donde se establecerá.

I.3.1.2.2 Fauna

México es un país de megadiversidad, estatus que comparte con países como Brasil, Perú, Colombia, Indonesia, Madagascar, entre otros. Ocupa el primer lugar en la riqueza reptiles, el cuarto en anfibios, el segundo en mamíferos y el onceavo en aves (Rodríguez et al, 2003). Además de su riqueza en especies, México tiene un alto porcentaje de especies endémicas, colocándolo en tercer lugar después de Indonesia y Australia.

La diversidad de especies se encuentra distribuida heterogéneamente. En muchos grupos, el número de especies disminuye al aumentar la latitud o la altitud (Pianka 1966, Kucera 1978, Humphrey y Bonaccorso 1979, Graham 1983). También, el paisaje puede jugar un papel importante; la complejidad del hábitat, determinada por una mayor variación ambiental, sea climática, topográfica o en tipos de vegetación, propicia que los hábitats heterogéneos contengan una mayor riqueza de especies, tanto florística como faunística, en comparación con aquellos hábitats homogéneos (Vargas-Contreras y Hernandez-Huerta 2001).

Además, entre los mecanismos que promueven los patrones de distribución se mencionan el cambio de parámetros abióticos (temperatura, humedad, precipitación y altitud), la reducción del área efectiva, la complejidad y la productividad biológica de los hábitats, entre otros factores bióticos correlacionados (Graham 1983, Rosenzweig 1992, Sánchez-Cordero 2001). Sin embargo, los estudios sobre este tema son aún incipientes en México.

Como se ha mencionado, dentro del área del proyecto bajo estudio se cuenta con una cobertura de vegetación secundaria. Lo que de cierta manera contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna silvestre.

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna y otras características de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en las áreas de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de la fauna silvestre con ocurrencia regional y local.

Tabla III. 31 Comparativo de la fauna silvestre regional y local.

GRUPO	MÉXICO	PENÍNSULA	YUCATÁN
Anfibios	361	43	18
Reptiles	804	139	87

GRUPO	MÉXICO	PENÍNSULA	YUCATÁN
Aves	1,100	550	456
Mamíferos	550	151	129
TOTAL	**2,712**	**883**	**662**

Por último, para determinar las especies de vertebrados terrestres presentes en el área del proyecto bajo estudio, se procedió a realizar una valoración de la fauna. Los monitoreos estuvieron dirigidos para cada grupo de vertebrado (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables vigentes.

ESPECIES CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DENTRO DE LA REGIÓN ECOLÓGICA.

De acuerdo a la búsqueda bibliográfica realizada, se obtuvo un listado de 159 especies de 139 géneros y 82 familias que históricamente han sido registradas en el área de la región ecológica o cercana. Es importante mencionar que dicho listado es histórico, por lo que podrían no encontrarse actualmente algunas especies que anteriormente fueron registradas. El listado fue ser consultado en el **Anexo 4.1. Bases de Datos de Flora y Fauna** (Fauna Potencial).

METODOLOGÍA DE MUESTREOS

Con el fin de determinar los valores de riqueza y abundancia de las especies de fauna terrestre presentes en área del proyecto, se realizaron muestreos en los fragmentos de vegetación con el propósito de conocer la diversidad de fauna terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). El trabajo en campo fue desarrollado durante siete días: un día para el reconocimiento en campo del área del proyecto; seis días para los muestreos de los grupos de fauna terrestre antes mencionados.

Como se mencionó en el apartado de flora, sólo se realizaron los muestreos en el área del proyecto y la región ecológica, debido a que se encuentra en un área urbanizada y con un alto grado de perturbación, encontrándose solo relictos de parches de vegetación urbana, además de la problemática de ser predios privados. El muestreo fue realizado en temporadas de seca en el mes de diciembre de 2025. Se consideró hacer una sola temporada, debido a que en las zonas urbanas las especies presentes son las que se han adaptado a esas condiciones, no siendo variables con la temporalidad. Se empleó la misma metodología tanto en el área del predio como en la región ecológica, para que fueran comparables.

Para todos los grupos faunísticos se realizó el método de transectos en franja con un ancho de banda fijo de 4 metros (dos metros por lado). La distancia de los transectos fue de 50 metros, realizándose 6 transectos, dando un total de 0.12 ha de superficie de muestreo.

METODOLOGÍA DE MUESTREO PARA CADA GRUPO DE FAUNA

Las metodologías empleadas consisten en el registro directo de las especies tal como la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) y la auditiva (para el caso de aves). Los registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, entre otros) se contemplaron únicamente para realizar los listados totales y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos. Todo esto enfatizado de manera especial sobre las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables en el área del proyecto.

Las metodologías específicas para el muestreo de cada grupo de fauna se describen a continuación:

Anfibios y Reptiles

La verificación en campo de anfibios y reptiles se realiza mediante el método de transectos en franja con un ancho de banda fijo de 4 metros (dos metros por lado). La distancia de los transectos fue de 50 metros, realizándose 6 transectos, dando un total de 0.12 ha de superficie de muestreo.

Para el grupo de anfibios, se consideraron los registros únicamente en las primeras horas del día (07:00 a 10:00 hrs. Para el caso de los reptiles se establecieron transectos diurnos (día y tarde) entre los horarios de 11:00 hrs a 14:00 hrs y de 15:00 hrs a 17:00 hrs. Que son los horarios en que presentan mayor actividad estos grupos.

Durante los recorridos se realizó una búsqueda exhaustiva de cada individuo, revisando entre la hojarasca, de bajo de troncos, piedras y sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos. Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela *et al*. (1995) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO, 2012).

Aves

Para el caso de aves se siguió el mismo transecto de los otros grupos de fauna. La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1994) y para especies migratorias (Nacional Geographic society, 1987 y Sibley, 2003). La nomenclatura empleada fue la propuesta por la Unión Ornitológica Americana (2002) (AOU, por sus siglas en ingles). Los muestreos se realizaron durante los horarios de mayor actividad de las aves, por las mañanas de las 06:00 a 10:00 hrs y en las tardes de 17:00 a 19:00 hrs.

Mamíferos medianos

La presencia de los mamíferos se registró mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos). La presencia de los mamíferos de talla mediana y grande fue registrada mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (1997) y Aranda (2000).

La estimación de las abundancias y densidades se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2000). Durante el presente estudio se trazó tres transectos con una longitud de 600 m, se definió un ancho de banda de 10 m por cada lado para con ello poder estimar las densidades de las especies observadas. Los recorridos se realizaron de día (07:00 a 11:00 hrs y 13:00 a las 19:00 hrs).

Material y Equipo

Durante el trabajo de campo se requirió del apoyo de materiales y equipos tales como: GPS (Garmin ETREX 22x), cámaras para la obtención de fotos, binoculares, vara herpetológica, cinta biodegradable, guías de reptiles y anfibios, guías de aves, guías de mamíferos, etc.

Análisis de Datos

Riqueza de especies
Número total de especies presentes obtenidas durante el muestreo.

Abundancia
Expresada como el número total de individuos encontrados en un área determinada.

Densidad e índice de abundancia relativa

La densidad de las diferentes especies se refleja cómo número de individuos por unidad de área. Para el presente estudio se empleará la hectárea como unidad de medición para anfibios, reptiles y aves, y para mamíferos medianos se empleará el km^2. Para obtener este valor se consideró el promedio de las abundancias totales por cada grupo, la superficie total muestreado por grupo y el valor del factor de conversión de metros a hectáreas (10,000 m^2) y de metros a kilómetros (1,000,000 m^2)

Para la metodología de **transecto en franja** se empleó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{(L)(2*w)} * (fc)$$

D = densidad
n = promedio del número de individuos registrados dentro del transecto.
L = largo total de los transectos en metros
w = ancho del transecto en metros
fc = factor de conversión.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies un determinado hábitat. Porque considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\Sigma Pi * Ln\ Pi$$

Dónde:
H' = Índice de Shannon-Wiener
Pi = Abundancia relativa
Ln = Logaritmo natural.

Índice de Equidad de Pielou (J)

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$J = H'/H'\ máx$$

Dónde:
J = Índice de equidad de Pielou
H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener
H' máx = Ln (S).
S = número de especies

Confiabilidad del muestreo.

Con la finalidad de presentar un análisis estadístico que justifique el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, en cuanto a la representatividad de la muestra, las características del o los tipos de vegetación, se utilizó el método no paramétrico de Curva de Acumulación de Especies, mediante el uso del programa EstimateS Versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Es importan recalcar que los indicadores no paramétricos usados (Chao 1 y Chao 2) permiten indicar que el número de muestras trazadas en el predio son más que suficientes para permitir una valoración objetiva de las especies presentes dentro de los

diferentes estratos de la comunidad vegetal presente dentro de la RE y en el área del predio, para determinar la biodiversidad por estrato, tal como se podrá observar a continuación:

Aves.

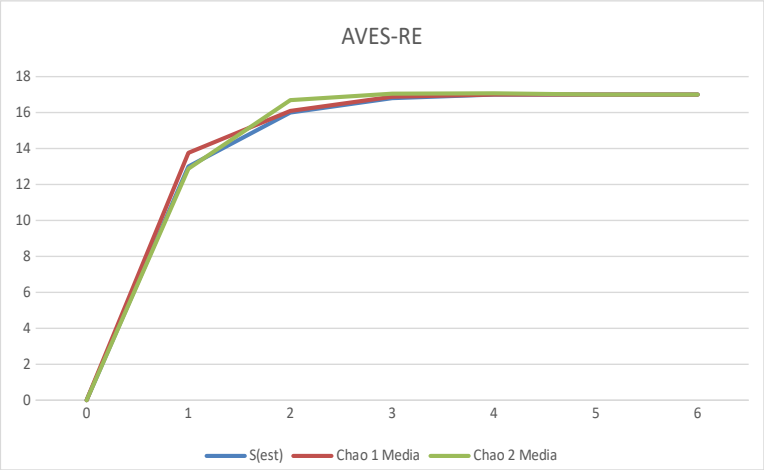


Figura III. 17 Curva de acumulación de las especies del grupo de las aves de la RE.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 4, en la cual se alcanza la estabilidad (asíntota). Realizar más muestreos seria poco significativo.

Reptiles.

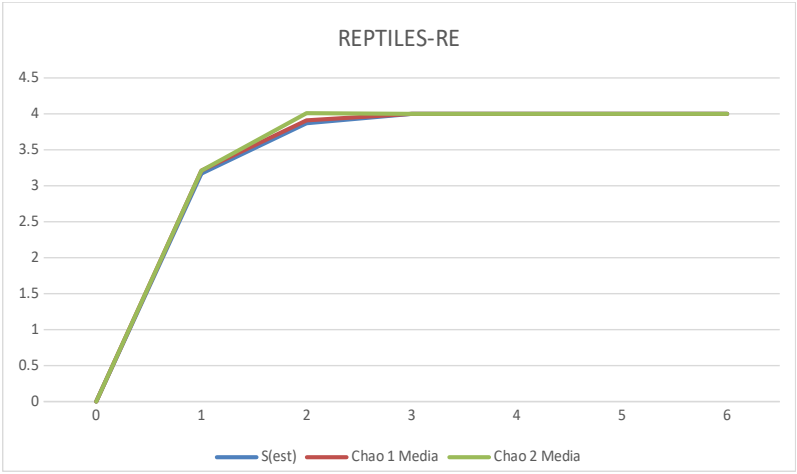


Figura III. 18 Curva de acumulación de las especies del grupo de reptiles de la RE.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a establecer a partir del sitio 2, por lo que de realizar más sitios muestreos no cambiará la curva de acumulación.

Mamíferos.

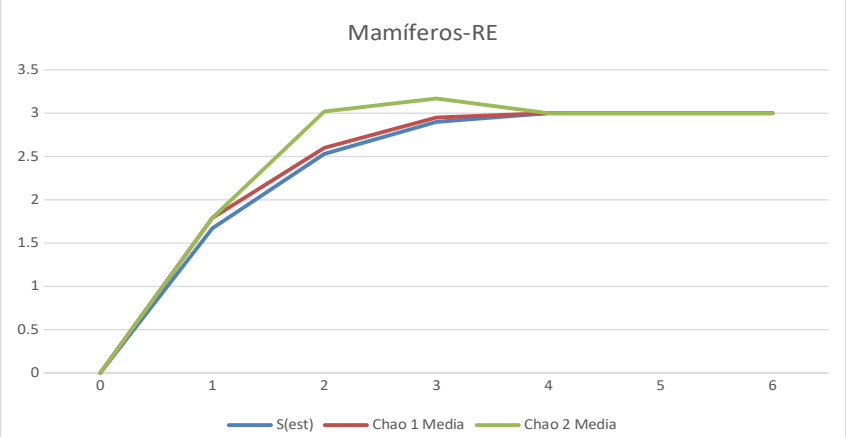


Figura III. 19 Curva de acumulación de las especies del grupo de mamíferos de la RE.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a establecer a partir del sitio 2, por lo que de realizar más sitios muestreos no cambiará la curva de acumulación.

La información está representada con base en el índice de completitud (c), el cual muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas a través del estimador expresado en porcentaje.

De acuerdo con diversos artículos[3] el uso del software EstimateS (http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/) cada vez es más frecuente.

Con los datos obtenidos en campo se tiene los siguientes resultados (se anexa la base de datos para el cálculo en el software, así como los resultados obtenidos en el mismo).

Aves.

Tabla III. 32 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de aves de la RE.

Sitio	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	13	13.76	12.88
2	16	16.09	16.69
3	16.8	16.88	17.05
4	17	17	17.07
5	17	17	17
6	17	17	17
Promedio	**16.13**	**16.29**	**16.28**

Tabla III. 33 Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	16.13	
Chao 1 Mean	16.29	98.05%
Chao 2 Mean	16.28	99.05%

3 Colwell Robert K, Chang Xuan Mao y Jing Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), pp. 2717-2727.
Jiménez-Valverde A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología Vol. 8, 31-XII-Sección: Artículos y Notas. pp. 151 – 161.
Moreno Claudia E, Barragán Felipe, Pineda Eduardo y Numa P. Pavón. 2011. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado. postal 69-Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82. Pp. 1249-1261

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores tienen una representatividad mayor al 90%, lo que indica que el muestreo fue suficiente.

Reptiles.

Tabla III. 34 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de reptiles de la RE.

Sitio	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	3.17	3.21	3.21
2	3.87	3.91	4.01
3	4	4	4
4	4	4	4
5	4	4	4
6	4	4	4
Promedio	3.84	3.85	3.87

Tabla III. 35 Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	3.84	
Chao 1 Mean	3.85	99.65
Chao 2 Mean	3.87	99.22

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores tienen una representatividad mayor al 90%.

Mamíferos.

Tabla III. 36 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de mamíferos de la RE.

Sitio	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	1.67	1.79	1.79
2	2.53	2.6	3.02
3	2.9	2.95	3.17
4	3	3	3
5	3	3	3
6	3	3	3
Promedio	2.68	2.72	2.83

Tabla III. 37 Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	2.68	
Chao 1 Mean	2.72	98.53
Chao 2 Mean	2.83	94.82

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores tienen una representatividad mayor al 90%.

Conclusión

En general, para cada estrato todos los estimadores tuvieron una representatividad mayor al 90%.

RESULTADOS OBTENIDOS

Con la finalidad de comparar el estado de la vegetación del área del proyecto con respecto al mismo ecosistema encontrado en la RE, se realizaron muestreos siguiendo la misma metodología de muestreo para que sean comparables.

MUESTREOS EN LA RE

Ubicación de los sitios de Muestreo

Tabla III. 38 Vértices de los transectos lineales trazados en la RE (UTM, zona 16Q).

TRANSECTO	PUNTO	UTM 16Q	
		X	Y
TRANSECTO 1	INICIAL	488725.1248	2282618.6924
	FINAL	488756.5072	2282657.8432
TRANSECTO 2	INICIAL	488782.1398	2282690.8749
	FINAL	488827.9989	2282745.7447
TRANSECTO 3	INICIAL	488872.9515	2282799.5883
	FINAL	488905.0941	2282838.7898
TRANSECTO 4	INICIAL	488937.6221	2282880.4400
	FINAL	488981.7819	2282929.7637
TRANSECTO 5	INICIAL	489003.9851	2282961.0925
	FINAL	489034.5723	2283002.1276
TRANSECTO 6	INICIAL	489076.9735	2283051.2747
	FINAL	489109.7996	2283089.8981

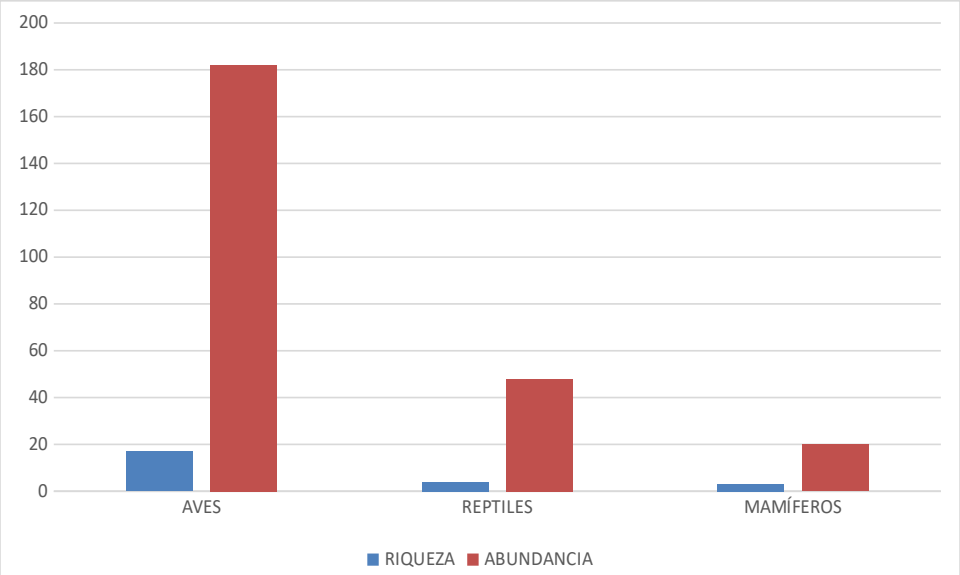


Figura III. 20 Ubicación de los transectos en la RE.

- **Especies verificadas en campo**

Composición faunística

Con base a los muestreos registraron 24 especies de vertebrados terrestres, siendo de igual forma el grupo de las aves el de mayor riqueza con 17 especies, seguido del grupo de los reptiles con cuatro especies, y por último para el grupo de los mamíferos con tres especies.



Gráfica III. 21 Representatividad de los grupos faunísticos en la RE.

Tabla III. 39 Listado faunístico registrado dentro de la RE.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA
AVES	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Amazilia canela	R
AVES	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	R
AVES	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola rojiza	R
AVES	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	R
AVES	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	R
AVES	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	R
AVES	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	R
AVES	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria dorso naranja	R
AVES	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	R
AVES	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	M
AVES	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	R
AVES	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	R
AVES	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	R
AVES	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	R
AVES	Turdidae	*Turdus grayi*	Zorzal pardo	R
AVES	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojo blanco	M
AVES	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	R
MAMÍFEROS	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	
MAMÍFEROS	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo Serrano	
MAMÍFEROS	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	
REPTILES	Anolidae	*Anolis sagrei*	Lagartija café	

REPTILES	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Merech rayado	
REPTILES	Anolidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste	
REPTILES	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	

A continuación, se presentan los resultados por grupos de vertebrados:

Anfibios.

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. En el predio no se presentan cuerpos de agua, quizás sea por eso no se obtuvieron registros de individuos pertenecientes a este grupo faunístico.

Reptiles.

Se verificó la presencia de cuatro especies de reptiles dentro los sitios de muestreo. A continuación, se presentan los análisis abundancias, densidades y diversidad para este grupo faunístico:

Tabla III. 40 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos la RE.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	DEN	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Anolis sagrei	19	26.4	0.3958	-0.9268	0.3668
Aspidoscelis angusticeps	8	11.1	0.1667	-1.7918	0.2986
Anolis rodriguezii	13	18.1	0.2708	-1.3063	0.3538
Basiliscus vittatus	8	11.1	0.1667	-1.7918	0.2986
TOTAL	**48**				**1.3179**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H´: formula de Shannon Wiener.

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se encontraron especies enlistadas en esta norma.

Este grupo poseen una distribución de J´=0.9506, con el cual se puede indicar que no hay especies dominantes, no obstante, la especie *Anolis sagrei* fue la más abudante al registrarse un total de 19 individuos. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.3863 y la H´ calculada fue de 1.3179, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una diversidad baja.

Tabla III. 41 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	4
H' CALCULADA	1.3179
H' MÁXIMA=Ln (S)	1.3863
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9506

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000).

Aves.

En lo que refiere a la información obtenida al interior de los transectos se registraron 56 especies.

Tabla III. 42 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de las aves.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	DEN	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Amazilia rutila	8	11.11	0.0462	-3.0739	0.1421
Caracara plancus	9	12.50	0.0520	-2.9561	0.1538
Columbina talpacoti	7	9.72	0.0405	-3.2074	0.1298
Coragyps atratus	3	4.17	0.0173	-4.0547	0.0703
Crotophaga sulcirostris	9	12.50	0.0520	-2.9561	0.1538
Dives dives	18	25.00	0.1040	-2.2629	0.2354
Euphonia affinis	8	11.11	0.0462	-3.0739	0.1421
Icterus auratus	10	13.89	0.0578	-2.8507	0.1648
Icterus cucullatus	9	12.50	0.0495	-3.0068	0.1487
Melanerpes aurifrons	8	11.11	0.0462	-3.0739	0.1421
Mimus gilvus	11	15.28	0.0636	-2.7554	0.1752
Myiozetetes similis	18	25.00	0.1040	-2.2629	0.2354
Pitangus sulphuratus	15	20.83	0.0867	-2.4452	0.2120
Quiscalus mexicanus	15	20.83	0.0867	-2.4452	0.2120
Turdus grayi	15	20.83	0.0867	-2.4452	0.2120
Vireo griseus	10	13.89	0.0578	-2.8507	0.1648
Zenaida asiatica	9	12.50	0.0520	-2.9561	0.1538
TOTAL	182				2.7630

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H´: formula de Shannon Wiener.

En total se contabilizaron 182 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: *Dives dives* y *Myiozetetes similis* con 18 individuos registrados cada uno y *Pitangus sulphuratus, Quiscalus mexicanus* y *Turdus graye* con 15 individuos registrados respectivamente.

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 no se registraron especies dentro de la norma.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 2.8332 y la H´ calculada fue de 2.7630, lo que nos indica que el grupo faunístico de las aves presenta una diversidad alta en la RE. Este grupo poseen una distribución de J´=0.9752, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla III. 43 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves.

AVES	
RIQUEZA (S)	17
H' CALCULADA	2.7630
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.8332
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9752

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación, en áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

Mamíferos medianos y grandes.

En lo que refiere a la información obtenida en los transectos se registraron 18 individuos de siete especies.

Tabla III. 44 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de los mamíferos.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	DEN	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Didelphis virginiana	8	33.33	0.4000	-0.9163	0.3665
Sylvilagus floridanus	9	37.50	0.4500	-0.7985	0.3593
Urocyon cinereoargenteus	3	12.50	0.1500	-1.8971	0.2846
TOTAL	**20**				**1.0104**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H´: formula de Shannon Wiener.

En total se contabilizaron 20 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron *Didelphis virginiana* con ocho individuos y *Sylvilagus floridanus* con nueve individuos. Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 1.0986 y la H´ calculada fue de 1.0104, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico tiene una diversidad media dentro del área estudiada. Este grupo posee una distribución de J´=0.9197, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla III. 45 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de mamíferos.

MAMÍFEROS	
RIQUEZA (S)	3
H' CALCULADA	1.0104
H' MÁXIMA=Ln (S)	1.0986
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9197

- **ESPECIES EXISTENTES EN EL SITIO EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN LA NOM–059–SEMARNAT–2010, ENDÉMICAS O QUE SEAN ESPECIES INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DE INFLUENCIA DE ESTE**

Dentro de la RE no se registraron especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **CONCLUSIONES DEL MUESTREO DE FAUNA REALIZADO**

- La riqueza de especies registrada fue de 24 especies con una abundancia de 250 individuos. Los estimadores de diversidad indicaron que los grupos faunísticos presentaron una diversidad baja, siendo las aves el único grupo faunístico cuyo valor de diversidad fue medio.
- Las especies registradas son de amplia distribución en la región y la Península de Yucatán.
- De manera general, dentro de la RE no se registraron especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- No se considera que el proyecto afecte una zona importante para la reproducción de especies de fauna. Se implementará una propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo para la conservación de las especies que puedan verse afectadas por el proyecto.

MUESTREOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Ubicación de los sitios de Muestreo

Tabla III. 46 Coordenadas del punto centro de los transectos lineales trazados en el área del proyecto (UTM, zona 16Q).

TRANSECTO	PUNTO	UTM 16Q	
		X	Y
TRANSECTO 1	INICIAL	490444.0546	2282790.1342
	FINAL	490485.7401	2282762.4779
TRANSECTO 2	INICIAL	490442.1758	2282785.4247
	FINAL	490483.4700	2282757.2988
TRANSECTO 3	INICIAL	490438.7241	2282779.8836
	FINAL	490480.2759	2282752.0270
TRANSECTO 4	INICIAL	490435.1235	2282773.3198
	FINAL	490476.5721	2282745.2937
TRANSECTO 5	INICIAL	490431.4654	2282765.3458
	FINAL	490473.3032	2282737.0671
TRANSECTO 6	INICIAL	490430.0660	2282753.9250
	FINAL	490472.3375	2282727.1710



Figura III. 21 Ubicación los transectos que se tomaron de base para el monitoreo de la fauna silvestre del área del proyecto bajo estudio.

Confiabilidad del muestreo.

Con la finalidad de presentar un análisis estadístico que justifique el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, en cuanto a la representatividad de la muestra, las características del o los tipos de vegetación, se utilizó el método no paramétrico de Curva de Acumulación de Especies, mediante el uso del programa EstimateS Versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Es importan recalcar que los indicadores no paramétricos usados (Chao 1 y Chao 2) permiten indicar que el número de muestras trazadas en el predio son más que suficientes para permitir una valoración objetiva de las especies presentes dentro de los diferentes estratos de la comunidad vegetal presente dentro de la RE y en el área del predio, para determinar la biodiversidad por estrato, tal como se podrá observar a continuación:

Aves.

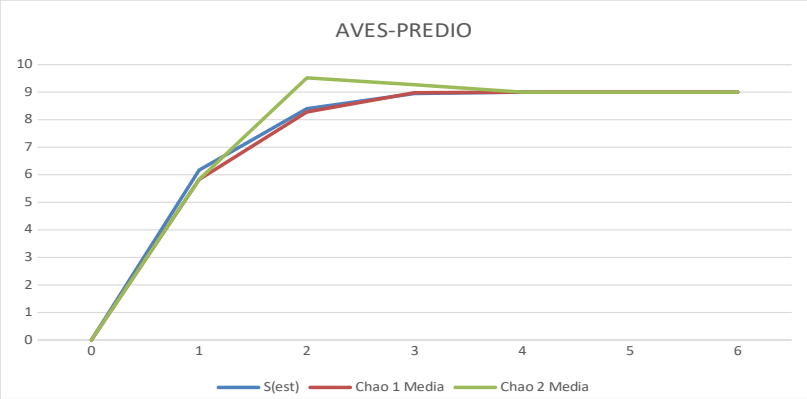


Figura III. 22 Curva de acumulación de las especies del grupo de las aves en el predio.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 4, en la cual se alcanza la estabilidad (asíntota). Realizar más muestreos seria poco significativo.

Reptiles.

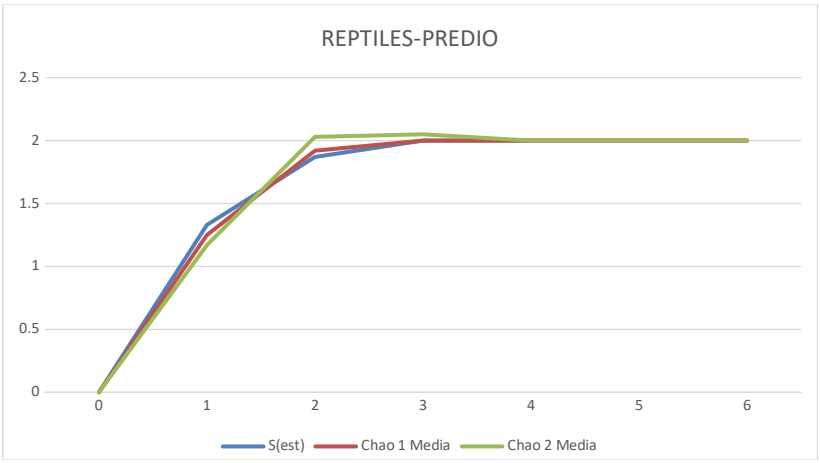


Figura III. 23 Curva de acumulación de las especies del grupo de reptiles del predio.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a establecer a partir del sitio 2, por lo que de realizar más sitios muestreos no cambiará la curva de acumulación.

La información está representada con base en el índice de completitud (c), el cual muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas a través del estimador expresado en porcentaje.

De acuerdo con diversos artículos[4] el uso del software EstimateS (http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/) cada vez es más frecuente.
Con los datos obtenidos en campo se tiene los siguientes resultados:

4 Colwell Robert K, Chang Xuan Mao y Jing Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), pp. 2717-2727.
Jiménez-Valverde A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología Vol. 8, 31-XII-Sección: Artículos y Notas. pp. 151 – 161.
Moreno Claudia E, Barragán Felipe, Pineda Eduardo y Numa P. Pavón. 2011. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado. postal 69-Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82. Pp. 1249-1261

Aves.

Tabla III. 47 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de aves en el predio.

Sitio	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	6.17	5.83	5.83
2	8.4	8.28	9.52
3	8.95	8.98	9.27
4	9	9	9
5	9	9	9
6	9	9	9
Promedio	8.42	8.35	8.60

Tabla III. 48 Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	8.42	
Chao 1 Mean	8.35	99.15
Chao 2 Mean	8.60	97.87

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores tienen una representatividad mayor al 90%, lo que indica que el muestreo fue suficiente.

Reptiles.

Tabla III. 49 Resultados del cómputo con EstimateS para el grupo de reptiles en el predio.

Sitio	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	1.33	1.25	1.17
2	1.87	1.92	2.03
3	2	2	2.05
4	2	2	2
5	2	2	2
6	2	2	2
Promedio	1.87	1.86	1.88

Tabla III. 50 Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	1.87	
Chao 1 Mean	1.86	99.73
Chao 2 Mean	1.88	99.56

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores tienen una representatividad mayor al 90%.

Conclusión

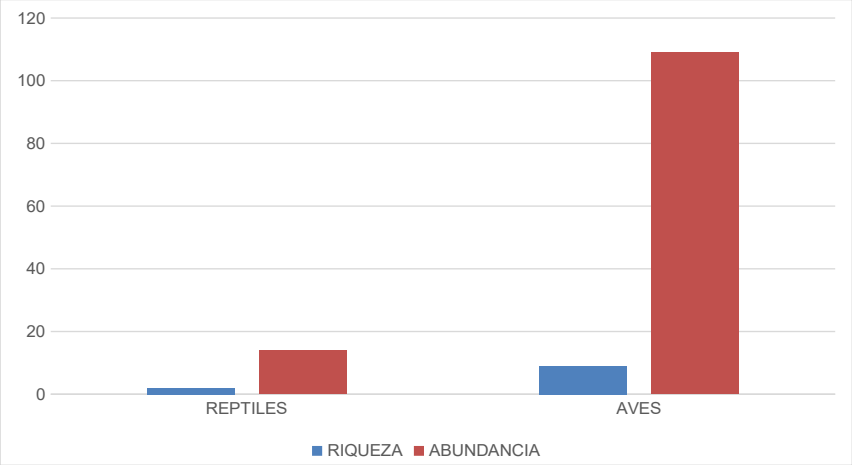
En general, para cada estrato todos los estimadores tuvieron una representatividad mayor al 90%.

- **Especies verificadas en campo**

Composición faunística

Con base a los muestreos registraron 11 especies de vertebrados terrestres, Únicamente se registraron individuos de los grupos faunísticos de las aves y los reptiles. Del grupo de las aves se registraron 9 especies y del grupo de los reptiles 2 especies. Es importante mencionar que el predio se encuentra inmerso en una zona urbana, sin acceso a cuerpos de agua y con fauna feral e introducida, quizás es por eso que no se encuentre la presencia de otros grupos faunísticos.

Se registró un total de 123 individuos. En la siguiente gráfica se observa la comparación de la riqueza de especies encontrada por grupo faunístico:



Gráfica III. 22 Representatividad de los grupos faunísticos en el área del proyecto.

Tabla III. 51 Listado faunístico registrado dentro del área de CUS del proyecto.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA
AVES	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola rojiza	R
AVES	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	R
AVES	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	R
AVES	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	Endémica; R
AVES	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	R
AVES	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	R
AVES	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	R
AVES	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	R
AVES	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	R
REPTILES	Anolidae	*Anolis sagrei*	Lagartija café	
REPTILES	Anolidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste	

A continuación, se presentan los resultados por grupos de vertebrados.

Anfibios.

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que, estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. El predio no presenta en su interior cuerpos de agua ni fuentes de agua, por lo que podría explicar la ausencia de este grupo faunístico.

Reptiles.

Se verificó la presencia de dos especies de reptiles dentro los sitios de muestreo. A continuación, se presentan los análisis abundancias, densidades y diversidad para el grupo de los reptiles:

Tabla III. 52 Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	DEN	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Anolis rodriguezii	6	8.33	0.4286	-0.8473	0.3631
Anolis sagrei	8	11.1	0.5714	-0.5596	0.3198
TOTAL	**14**				**0.6829**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H´: formula de Shannon Wiener.

La especie con mayores valores de abundancia, densidad y diversidad dentro del área de estudio fue *Anolis sagrei* con ocho individuos registrados.

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se registraron especies enlistadas.

Este grupo faunístico posee una distribución de J´=0.9852, con el cual se puede decir que la presencia de especies fue homogénea entre sitios de muestreo. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 0.6931 y la H´ calculada fue de 0.6829, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra prácticamente en el umbral de máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla III. 53 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	2
H' CALCULADA	0.6829
H' MÁXIMA=Ln (S)	0.6931
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9852

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000).

Aves.

En lo que refiere a la información obtenida al interior de los transectos se registraron nueve especies de aves.

Tabla III. 54 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del grupo de las aves del predio bajo estudio.

ESPECIE	ABT	DEN	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Columbina talpacoti	12	16.67	0.1101	-2.2064	0.2429
Coragyps atratus	7	9.72	0.0642	-2.7454	0.1763
Dives dives	15	20.83	0.1376	-1.9833	0.2729
Icterus cucullatus	11	15.28	0.1009	-2.2935	0.2314
Mimus gilvus	12	16.67	0.1101	-2.2064	0.2429
Myiozetetes similis	15	20.83	0.1376	-1.9833	0.2729
Pitangus sulphuratus	13	18.06	0.1193	-2.1264	0.2536
Quiscalus mexicanus	13	18.06	0.1193	-2.1264	0.2536
Zenaida asiatica	11	18.33	0.1009	-2.2935	0.2314
TOTAL	**109**				**2.1781**

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H´: formula de Shannon Wiener.

En total se contabilizaron 109 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: *Myiozetetes similis* y *Dives dives.*

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 no se registraron especies enlistadas en esta norma.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 2.1972 y la H´ calculada fue de 2.1781, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una diversidad media en el área de estudio. Este grupo posee una distribución de J´=0.9913, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla III. 55 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	9
H' CALCULADA	2.1781
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.1972
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9913

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación, en áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

Mamíferos medianos y grandes.

No se registraron especies pertenecientes a este grupo faunístico. La ausencia de este grupo faunístico podría explicarse debido a que el predio se encuentra inmerso en una zona urbana con actividad antropogénica, además de la presencia de fauna feral y doméstica de especies introducidas, tales como perros y gatos.

- **ESPECIES EXISTENTES EN EL SITIO EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN LA NOM–059–SEMARNAT–2010, ENDÉMICAS O QUE SEAN ESPECIES INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DE INFLUENCIA DE ESTE**

Para el área del proyecto, no se registraron especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante mencionar que las especies endémicas y, en general, la fauna silvestre que pudiese verse afectada por las actividades del proyecto serán protegidas mediante acciones de rescate y reubicación, de acuerdo con lo indicado en el **Programa de acciones para la protección y conservación de fauna silvestre** en el área de estudio (Ver **Anexo 2.4** de este estudio técnico).

Usos de la fauna

Desde épocas prehispánicas los pueblos han utilizado la fauna silvestre como un elemento indispensable de la alimentación y el vestido, al igual que para la elaboración de diversas herramientas y objetos artesanales e incluso como producto de intercambio y venta. Actualmente en el sureste mexicano, el aprovechamiento de vida silvestre continúa y en los casos donde

se presenta sin regulación, representa un problema de manejo y conservación de recursos naturales sobre todo en zonas de influencia de áreas naturales protegidas (Challenger, 1998; Montiel *et al*., 1999).

En la Península de Yucatán el uso de la fauna silvestre es principalmente de dos tipos: el tradicional, practicado por las comunidades rurales, y el turístico; cada uno con características propias de acceso y manejo. Pero también existe un uso comercial no turístico, es el caso de los criaderos y de la extracción de fauna para ornato, mascota o pie de cría, ambos tienen poca representación en el estado.

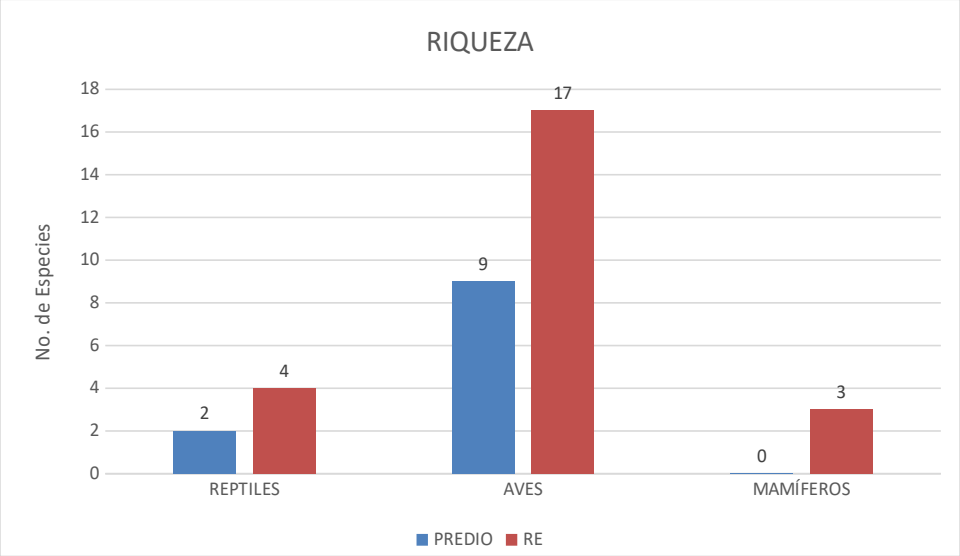
El uso tradicional de la fauna silvestre se extiende a toda la superficie de la entidad y, como en el resto de la república, es marcadamente una cuestión de género. Así, los hombres hacen uso de ella por medio de la cacería, que practican por lo general como una actividad complementaria a la agricultura (Jorgenson, 1993; Ramírez-Barajas y colaboradores, 2001). Es en estos casos, una actividad oportunista, ya que se realiza tanto para proteger los cultivos de los daños ocasionados por los animales como para obtener alimento (Quijano-Hernández y Calmé, 2002). Se trata, así, de una actividad de subsistencia, que se desarrolla en la parcela o camino a ella.

Conclusiones del muestreo de fauna realizado

- La riqueza de especies registrada fue de 11 especies con una abundancia de 123 individuos. Los estimadores de diversidad indicaron que los grupos faunísticos presentaron una diversidad baja a media.
- Las especies registradas son de amplia distribución en la región y la Península de Yucatán. De estas especies, ninguna se encuentra enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Asimismo, no se registraron cuatro especies endémicas.
- No se considera que el proyecto afecte una zona importante para la reproducción de especies de fauna. Se implementará una propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo para la conservación de las especies que puedan verse afectadas por el proyecto.

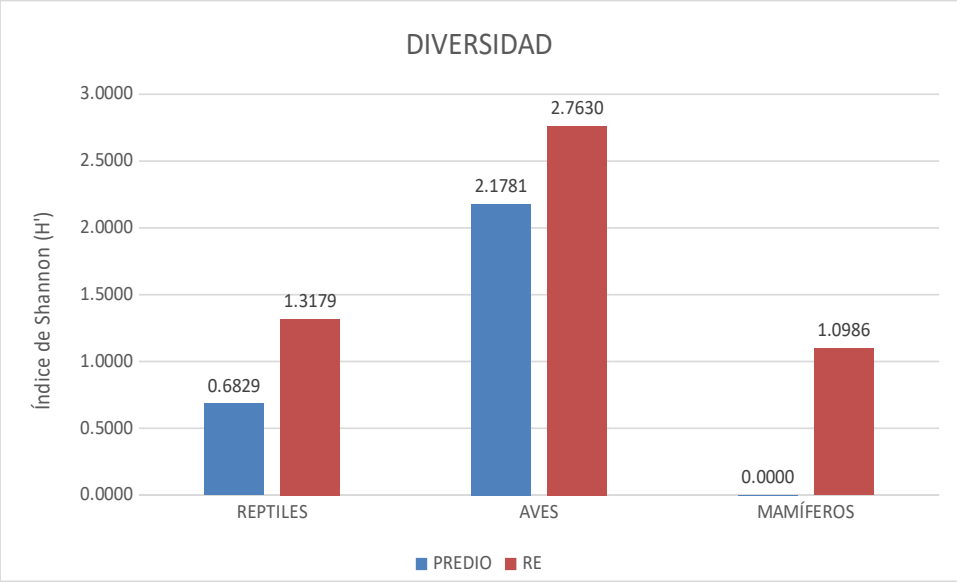
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA ENTRE LA RE Y EL PREDIO

Como se observa en la siguiente gráfica, la riqueza faunística de cada grupo fue mayor en la RE que en el área sujeta a CUSTF:



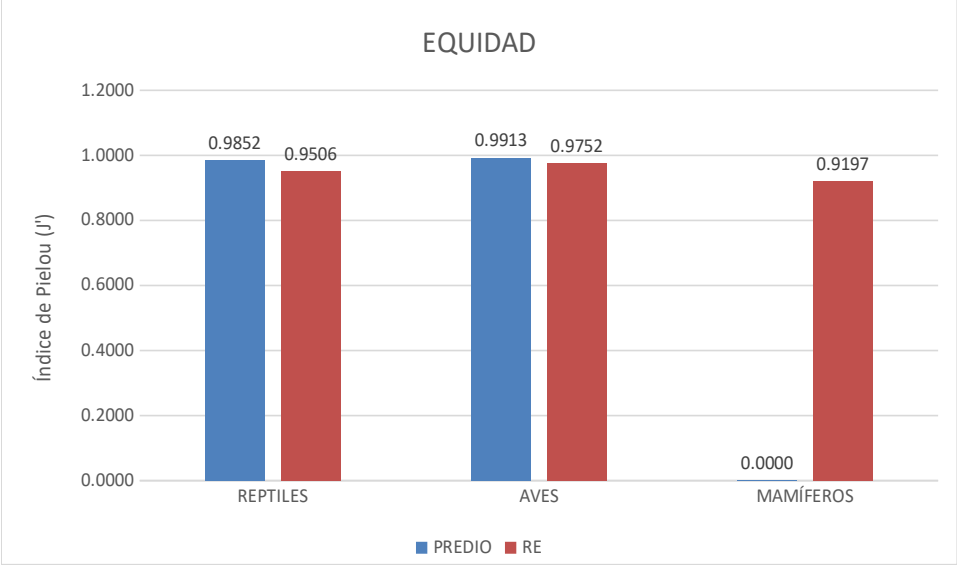
Gráfica III. 23 Riqueza de cada grupo faunístico entre la RE y el predio.

Derivado de los muestreos realizados en la RE y el predio, se encontró que la composición faunística de la RE está integrada por 24 especies, por otra parte, para el área del proyecto se encontraron un total de 11 especies. Como se observa en la gráfica anterior los grupos faunísticos de la RE presentaron una mayor riqueza.



Gráfica III. 24 Comparación del índice de Shannon-Wiener por grupo faunístico en la RE y el área del proyecto.

De acuerdo con lo obtenido en el índice de Shannon-Wiener para los muestreos de la RE, las aves presentan los valores más altos de diversidad (H´= 2.7630), mientras que los reptiles (H'=1.3179) y mamíferos (H'=1.0986) mantienen una diversidad baja. En cuanto a los muestreos realizados dentro del área del proyecto, las aves también presentaron un valor alto para el índice de diversidad (H'= 2.1781), mientras que los reptiles (H'= 0.6829) obtuvieron valores bajos de diversidad, y no registraron individuos del grupo de los mamíferos. A manera de comparación, se observa que todos los grupos faunísticos presentaron una diversidad mayor en la RE.



Gráfica III. 25 Comparación del índice de equidad de Pielou en la RE y el área del proyecto.

El índice de equidad de Pielou (J´) resultó ser alto para todos los grupos de fauna en la RE, ya que todos los grupos obtuvieron valores cercanos a la unidad: reptiles (J´= 0.9506), aves (J´= 0.9752) y mamíferos (J´= 0.9197). No obstante, se presentaron algunas especies cuyas abundancias fueron ligeramente mayores que las de las demás especies. En el caso del área del proyecto, los grupos faunísticos presentaron los siguientes valores de equidad: reptiles (J´= 0.9852) y aves (J´= 0.9913). Como

se observa, los valores obtenidos estuvieron muy cercanos a la unidad, de esto se interpreta que la distribución de individuos entre especies es homogénea. No obstante, algunas especies resultaron ser ligeramente más dominantes sobre las demás.

En función de la información presentada se puede indicar que la composición, estructura y diversidad faunística de la RE presenta una mayor riqueza específica, diversidad y equitatividad; asimismo, todas las especies que se encuentran en el área del proyecto están representadas en la RE.

Dentro del área de la RE se identificaron las siguientes especies endémicas: *Aspidoscelis angusticeps*, *Sceloporus chrysostictus*, *Colinus nigrogularis*, *Cyanocorax yucatanicus* e *Icterus auratus*. No se registraron especies exóticas o exóticas invasoras. Por otra parte, en el área del predio se encontraron las mismas especies endémicas; tampoco se registraron especies exóticas o exóticas invasoras.

Tanto dentro de la RE como en el área del proyecto no fueron registradas especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

I.3.1.3 Medio socioeconómico

El municipio de Playa del Carmen se localiza entre los paralelos entre los 20°45' y los 19°46' de latitud norte y los 86°57' y los 88°5' de longitud hacia el oeste, con una superficie de 2,205 km² de extensión. Limita con los municipios de Puerto Morelos, Lázaro Cárdenas y Tulum del mismo Estado de Quintana Roo y con los de Chemax y Valladolid de Yucatán. Cuenta con una población total de 333,800 habitantes.

A continuación, se realiza una caracterización general del estado poblacional del municipio donde se pretende la realización del proyecto:

DEMOGRAFÍA. El Municipio de Playa del Carmen cuenta con una población de 333,800 personas, de las cuales el 48.9% son mujeres y el 51.1% son hombres. Tiene una densidad de 165.7 hab./km^2. Las localidades con mayor población son: Playa del Carmen con 304942 personas, Puerto Aventuras con 22878 personas y Nuevo Noh-Bec con 1774 personas. Esto de acuerdo con los datos arrojados en el Conteo de Población y Vivienda 2020, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

EDUCACIÓN. El 43.3% de la población tiene el nivel de escolaridad básica, el 31.3% la media superior, el 22.8% la superior y el 2.4% sin escolaridad. La tasa de alfabetización en el rango de edad de 15 a 24 años es del 98.9% y en el rango de 25 años y más es del 97.7%.

SALUD. El 69% de la población se encuentra afiliada a algún servicio de salud. La mayoría, el 73.4% pertenece al IMSS, el 20.4% al INSABI, el 3% al ISSTE O ISSTE estatal, el 0.7% al IMSS Bienestar, el 0.1% Pemex, Defensa o Marina, el 3.1% Institución privada y el 0.4% otra institución.

VIVIENDA. El municipio cuenta con 110 763 viviendas particulares habitadas, teniendo un promedio 3 ocupantes por vivienda.

BIENES Y SERVICIOS: En las viviendas del municipio, el 91.7% cuentan con agua entubada, el 96% con drenaje, el 96.3% con servicio sanitario, el 95.9% con energía eléctrica, el 92% con tinaco y el 23.6% con cisterna o aljibe. El 35.4% cuenta con computadora, 21.5% con línea telefónica, el 92.3% con teléfono celular, el 52.5% con internet y el 41.9% con televisión de paga. Por otra parte, el 86.1% posee un refrigerador, el 69% una lavadora, el 34.4% con automóvil o camioneta, el 16.9% con motocicleta o motoneta y el 25.3% con bicicleta.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA. La población económicamente activa (PEA) del municipio es el 73.8%, de las cuales el 59% son hombres y el 41% son mujeres. En el caso de la población no económicamente activa (PNEA) es el 25.8%, de los cuales el 39.1% son estudiantes, 44.1% personas dedicadas a los quehaceres del hogar, 4.2% pensionados o jubilados, 1.4% personas con alguna limitación física o mental y 11.3% personas en otras actividades no económicas.

ETNICIDAD: El 8.61% de la población habla alguna lengua indígena, de las cuales las más frecuentes son el maya (65.8%) y el tzeltal (11.3%). De esa población de hablantes de legua indígena, un 0.84% no habla español.

JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Considerando lo anteriormente expuesto, se prevé que el presente proyecto representara oportunidades de trabajo, fuentes de ingreso y de mejora al bienestar a nivel local, tanto por la generación de empleo directo, la promoción de empleo indirecto mediante la contratación de personal por parte de las empresas contratistas trabajando en el sitio del proyecto ocupando perfiles diversos, y por la activación del comercio en la zona por la necesidad de materiales, herramienta e insumos.

I.3.1.4 Paisaje

El concepto paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

La primera se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en este territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

La inclusión del componente paisaje en un estudio de impacto ambiental alcanza importancia sustantiva en aquellas áreas donde la calidad escénica pudiera alterarse de manera significativa con el desarrollo del proyecto. En este sentido, el paisaje debe valorarse como un componente más del ambiente y su valoración debe sustentar en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento perceptual, aglutinador de toda una serie de características del medio físico y el efecto negativo o positivo que produce el desarrollo del proyecto en un contexto determinado.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- **La visibilidad:** se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- **La calidad paisajística:** incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico. Las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisivilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos.
- **La fragilidad del paisaje:** es la capacidad de este para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante por considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta. El inventario del paisaje se complemente con la inclusión de las singularidades paisajísticas o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial. Por último, se suelen incluir en el inventario del paisaje los elementos que contienen recursos de carácter científico, cultural e histórico. Además, se consideraron otros dos criterios:

- **Frecuencia de la presencia humana:** no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- **Singularidades paisajísticas:** o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003)[5], se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

Tabla III. 56 Paisaje en el área del estudio.

CRITERIO	CALIFICACIÓN	SUSTENTO
Visibilidad	Baja	Se prevé que el impacto ocasionado por el desarrollo del proyecto sobre la visibilidad del paisaje será bajo debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.
Calidad paisajística	Baja	El proyecto se encuentra inmerso en una zona urbana, por lo que no afectará significativamente la calidad paisajística al encontrarse rodeado de estructuras y obras propias del carácter urbano de la zona.
Fragilidad del paisaje	Media	En el área de proyecto se encuentra vegetación y fauna que podría ser afectada; sin embargo, se aplicarán medidas para minimizar su impacto.
Frecuencia de la presencia humana	Baja	En el área de estudio es frecuente la presencia humana debido a que se encuentra dentro de una zona urbana.
Singularidades paisajísticas	Media	No existen singularidades paisajísticas naturales a excepción de la presencia de vegetación secundaria, con un bajo grado de conservación. Por otra parte, en el área de influencia existen singularidades paisajísticas de origen artificial, por lo que el establecimiento del proyecto ocasionará un impacto medio sobre las singularidades paisajísticas.

Conclusiones del análisis del paisaje

El desarrollo del proyecto causará impactos negativos sobre la calidad y singularidades paisajísticas, además de la fragilidad del paisaje. Estos impactos serán ocasionados principalmente por el CUSTF, sin embargo, se implementarán medidas de prevención y mitigación para minimizar o evitar los efectos derivados de los impactos ocasionados por las actividades realizadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Otro factor por considerar es la frecuencia de la presencia humana, que será frecuente debido a que se encuentra en una zona urbana.

I.4 Diagnóstico ambiental

INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO

Antecedentes

La Región Ecológica (RE), está conformado por un ecosistema terrestre históricamente modificado por la actividad humana. Las dimensiones de la RE, el área de influencia y el área del proyecto es el siguiente:

Tabla III. 57 Superficie de la RE y de la poligonal del Proyecto.

CONCEPTO	SUPERFICIE EN ha	PORCENTAJE
Región Ecológica	7774.53 ha	100.00%
Área de Influencia	340.34	4.38%

5 Martínez Vega, J., Martín Isabel M. P. y Romero Calcerrada, R. 2003: "Valoración del paisaje en la zona de especial protección de aves carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)", GeoFocus (Artículos), nº 3, p. 1-21. ISSN: 1578-5157

Área del proyecto	0.4	0.12%

La integración de la RE se llevó a cabo partiendo de las UGAs del POEL de Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Por la extensión de la RE y los biomas que incluye, se realizó un análisis específico para la Flora y Fauna del área del proyecto del Proyecto y que derivado de los trabajos de campo realizados, se observó que cuentan con su propia Área de Influencia, la cual se describe y analiza en forma específica.

La descripción del Proyecto bajo evaluación se incluye en el **Capítulo I** de la MIA-P. Una adecuada interacción entre el sistema abiótico, biótico y socioeconómico que conforman la RE y el área del proyecto, dará como resultado la conservación de funcionalidad e integridad de sus componentes.

SISTEMA ABIÓTICO

Clima

Los tipos de clima que se encuentran dentro de la región ecológica son:

Clima Aw1(x´). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

Clima Aw2(x´). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

Geología

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo (20 cm 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 y otros, 1999).

La región costera es una franja paralela a la costa de más o menos 20 km de ancho, en la que afloran calizas compactas recristalizadas, de ambiente marino en facies de banco y litoral de textura fina a media, dispuesta en capas masivas de color crema y blanco, con abundantes microfósiles conservados en la mayoría de los casos como moldes externos de pelecípodos, así como miliólidos indeterminados. La unidad presenta algunos horizontes calcáreo-arcillosos friables y margas blancas; se encuentran rocas del Cuaternario principalmente (coquinas, suelos residuales, arenas, arcillas y turbas); y comprende playas de barrera y lagunas de inundación, así como una serie de bahías someras en las que se presenta el fenómeno de intrusión salina.

La zona costera está constituida por calizas masivas de moluscos de color blanco a crema del Pleistoceno-Holoceno. Sus afloramientos conforman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa, la cual registra un espesor estimado de 80 m y descansa sobre las calizas de la formación Carrillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno.

Pendiente y curvas de nivel

El territorio Peninsular se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. La superficie que abarca esta zona geomorfológica presenta en su mayor parte una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 5 y los 10 m, por lo que no existen formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macrorelieve, con ligeras ondulaciones.

Edafología

En la RE, no se presenta una gran diversidad de suelos (principalmente Leptosoles). El área del proyecto se encuentra clasificada como **Technosol**, un tipo de suelo fuertemente influido por material hecho por el hombre en áreas urbanas e industriales.

Los **Leptosoles** (del griego leptos, delgado) son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie. Se encuentran en todos los tipos de climas (secos, templados, húmedos) y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. El calcio que contienen puede inmovilizar los minerales, lo cual, junto con su poca profundidad y alta pedregosidad, limita su uso agrícola si no se utilizan técnicas apropiadas, por lo que debe preferirse mantenerlos con su vegetación original. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial con alrededor de 1 655 millones de hectáreas (IUSS, 2007). En México, los Leptosoles cubren 54.3 millones de hectáreas y son particularmente comunes en las Sierras Madre Oriental, Occidental y del Sur, las penínsulas de Yucatán y Baja California, y una vasta región del Desierto Chihuahuense.

Hidrología

Las formaciones geológicas son predominantemente calizas y la deficiente circulación superficial, en virtud de su escaso relieve, origina el llamado carso yucateco, donde ocurren fenómenos de disolución de las calizas y circulación subterránea por infiltración del agua de lluvia, con lo que ocurren hundimientos y derrumbes que dan lugar a cavernas, pasajes subterráneos y cenotes.

No obstante, aunque el área de estudio se encuentra dentro del semicírculo de cenotes no se registró cenote alguno en su área de influencia. El proyecto no modificará ninguna de las características del sistema hídrico, no modificará patrones de flujo.

El agua subterránea en la Península se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa, donde se realiza la descarga natural del acuífero por medio de una serie de manantiales ubicados a lo largo del litoral. La incidencia tan alta de la precipitación pluvial y la ausencia notable de escurrimientos superficiales, indican una alta permeabilidad en toda la Península de Yucatán.

La tendencia de la circulación del agua está en relación directa con la densidad de fracturamiento de las formaciones geológicas que conforman el acuífero. El agua subterránea de la península de Yucatán se mueve de las zonas con mayor precipitación hacia la costa, donde se realiza la descarga natural del acuífero, alimentado de paso a los esteros y lagunas costeras, incluso llegando a producir descargas de agua dulce dentro del mar. De esta manera se establece que la dirección general del flujo subterráneo en la península es radial, a partir de la porción más alta que se localiza en la parte centro-sur de la misma (Bolonchen y Xpujil).

Dentro del área de influencia y el área del proyecto no se encontraron cuerpos de agua. Sin embargo, en la RE se observaron cuerpos de agua artificaes y otros naturales que son utilizados de manera turística.

SISTEMA BIÓTICO

Flora

El tipo de uso del suelo predominante en el área del proyecto corresponde a Asentamientos Humanos, lo cual refleja el contexto urbano en el que se encuentra inmerso el predio. No obstante, durante los recorridos de campo y la inspección directa del sitio, se identificaron remanentes de vegetación secundaria derivada, los cuales se presentan de manera dispersa y con un grado de perturbación considerable.

Es importante señalar que el predio constituye actualmente un relicto de vegetación altamente perturbada, producto del proceso de urbanización que ha experimentado la zona en los últimos años. El sitio se localiza dentro de la mancha urbana de la

ciudad de Playa del Carmen, rodeado por infraestructura urbana, vialidades de alta circulación vehicular y predios habitacionales y comerciales.

Las especies endémicas encontradas son de amplia distribución y comunes para la zona. El proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona. No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.

Fauna

En el área del proyecto se cuenta con una cobertura de vegetación secundaria. El área presenta un nivel alto de perturbación antropocéntrica al encontrarse dentro de un área urbana. Durante el trabajo de campo se requirió del apoyo de materiales y equipos tales como: GPS (Garmin eTREX,), cámaras fotográficas, binoculares, varas herpetológicas, cinta biodegradable, guías de reptiles y anfibios, guías de aves, guías de mamíferos, etc.

Anfibios
Para el caso de los anfibios no se registraron especies de este grupo en el área del proyecto.

Reptiles
Para el caso de los reptiles se registraron dos especies.

Aves
Este grupo fue el que tuvo la mayor riqueza específica, en total se verificaron nueve especies.

Mamíferos
Para el caso de los anfibios no se registraron especies de este grupo en el área del proyecto.

Aspectos Socioeconómicos

El municipio de Playa del Carmen se localiza entre los paralelos entre los 20°45' y los 19°46' de latitud norte y los 86°57' y los 88°5' de longitud hacia el oeste, con una superficie de 2,205 km² de extensión. Limita con los municipios de Puerto Morelos, Lázaro Cárdenas y Tulum del mismo Estado de Quintana Roo y con los de Chemax y Valladolid de Yucatán. Cuenta con una población total de 333,800 habitantes

Demografía

Cuenta con una población de 333,800 personas, de las cuales el 48.9% son mujeres y el 51.1% son hombres. Tiene una densidad de 165.7 hab./km2.

Aspectos Laborales

La población económicamente activa (PEA) del municipio es el 73.8%, de las cuales el 59% son hombres y el 41% son mujeres. En el caso de la población no económicamente activa (PNEA) es el 25.8%, de los cuales el 39.1% son estudiantes, 44.1% personas dedicadas a los quehaceres del hogar, 4.2% pensionados o jubilados, 1.4% personas con alguna limitación física o mental y 11.3% personas en otras actividades no económicas.

Paisaje

En la actualidad y desde un punto de vista ecológico, el ecosistema ha sido perturbado por lo que ha perdido su importancia ambiental original.

La calidad visual del área del proyecto, en general, es baja debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área, la calidad paisajística es baja ya que en es una zona urbana.

Estructura por componentes del ecosistema

Suelo

El suelo juega un importante papel en el ecosistema ya que incorpora y almacenan nutrientes por medio de procesos vegetales, además de que sirven de soporte físico para la flora y regulan el flujo de agua al subsuelo.

Los suelos que se presentan en el área del proyecto predomina el tipo Leptosol con clase textural media.

Agua superficial y subterránea

Dentro del área de influencia y el área del proyecto no se encontraron cuerpos de agua. Sin embargo, en la RE se registra una laguna a 3.3 km del proyecto. Esta se encuentra dentro de la zona hotelera de Play del Carmen. El proyecto no modificará ninguna de las características del sistema hídrico, no modificará patrones de flujo.

Es importante considerar que el proyecto consiste en la construcción el proyecto en donde se generarán aguas residuales de manera temporal, principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Biodiversidad de la flora y fauna terrestre

La importancia de la diversidad biológica radica en que tanto la productividad primaria, la mineralización de materia orgánica y otras funciones del ecosistema son controladas por orgánicos vivos (Vila, 2001; en Martínez, 2009).

La función de la cobertura vegetal es la de proteger el suelo de la intemperización por el viento, lluvia, energía solar, etc, y evita su erosión, manteniendo así el almacenamiento de nutrientes (Constanza et al, 1997, en Martínez, 2003), Favorece la retención del agua al suelo ser fuente principal de alimento de otros organismos (Daily, 1997, en Martínez, 2003).

El área del proyecto cuenta con vegetación secundaria.

Dentro del estrato arbóreo del área de estudio existen 3 especies con mayores valores de VIR: *Ficus maxima (101.79), Lysiloma latisiliquum (71.37) y Leucaena leucocephala (22.14)* los cuales presentaron los valores más altos de abundancia, cobertura, densidad y frecuencia relativa. Dentro del estrato herbáceo del área de CUSTF existen 3 especies con mayores valores de VIR son *Fridericia floribunda (83.28%), Urvillea ulmacea (32.90%) y Megathyrus maximus (25.74%)*. En el estrato arbustivo sobresale la especie *Bauhinia jenningsii (90.15%), Malvaviscus arboreus (53.01%) y Croton reflexifolius (49.77%)*.

Para el caso de la fauna, la máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles es de 0.6931 y la H´ calculada fue de 0.6829, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra prácticamente en el umbral de máxima diversidad esperada dentro del área del proyecto, con una riqueza de dos especies. En cuanto a las aves, la riqueza es de nueve especies, la la diversidad máxima es es de 2.1972 y la H´ calculada fue de 2.1781, lo que nos indica que este grupo faunístico presenta una diversidad media en el área del proyecto.

Funcionalidad del ecosistema

Es considerado como un ecosistema al sistema de interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos (Maass *et al*, 1995)[6]. Los ecosistemas realizan funciones tales como el ciclado de nutrientes que dependen no sólo de organismos individuales

6 Maass, J.M., Vose, J.M., Swank, W.T., & Martínez-Yrizar, A. 1995. Seasonal changes of leaf area index (LAI) in a tropical deciduous forest in west Mexico. Forest Ecology and Management, 74, 171-180.

sino de una serie de factores involucrados como la estructura física del suelo y microorganismos que allí habitan, disponibilidad de agua, el tipo de vegetación y más factores bióticos y abióticos (Christensen y Franklin, 1997)[7].

En Área de Influencia para Flora solo afectará vegetación secundaria.

Modelo Ecológico Conceptual (MEC)

Principios básicos

Los Modelos Ecológicos Conceptuales (MEC) constituyen el principio organizativo fundamental en una estrategia para la planeación e implementación de programas de conservación y restauración. A través de los MEC se sistematiza la información existente en un modelo conceptual que permite identificar y valorar las interacciones entre factores de diferente naturaleza, identificar la falta de información críticos y elaborar hipótesis de trabajo que expliquen las fuentes y efectos de los cambios fundamentales (presentes y potenciales) inducidos por la actividad humana.

Los MEC describen la forma en que se relacionan sus componentes, indican las vías generales por las cuales los factores controladores afectan los atributos claves del ecosistema que son importantes para el funcionamiento del mismo y aquellos que son vistos por las comunidades humanas como valiosas e importantes de mantener. Estos modelos han sido desarrollados y aplicados con éxito en el caso de la restauración de los Everglades, al sur de la Florida, EUA (Barnes, 2005; Browder *et al*., 2005; Crigger *et al*., 2005; Davis *et al*., 2005a, 2005b; Duever, 2005; Havens y Gawlik, 2005; Ogden, 2005; Rudnick *et al*., 2005; Sime, 2005; VanArman *et al*., 2005)[8], los componentes principales de los MEC son cuatro:

I. Factores controladores: Fuerzas externas al sistema natural que tienen influencia de gran escala sobre el sistema. Pueden ser fuerzas naturales (p.e. acción permanente del viento) o antropogénicas (p.e. manejo del agua).

II. Agentes estresantes: Cambios físicos o químicos que ocurren dentro de los sistemas naturales, inducidos por los factores controladores y causan alteraciones significativas en los componentes y procesos biológicos.

III. Efectos ecológicos: Respuestas físicas, químicas y biológicas causadas por los agentes estresantes.

IV. Atributos: Subconjunto mínimo indispensable de todos los elementos o componentes biológicos potenciales que son representativos de la condición ecológica general del sistema natural. Los atributos son, típicamente, poblaciones, especies, gremios tróficos, comunidades o procesos. Los atributos, también conocidos como indicadores, son seleccionados para representar efectos conocidos o hipotéticos de los agentes estresantes (p.e. número de fauna silvestre) y elementos de los sistemas que tienen valor humano (p.e. pesca deportiva, ecoturismo).

En la siguiente figura se muestra un ejemplo teórico del Modelo ecológico Conceptual de un Sistema Ambiental Tipo.

7 Christensen, N. L. and J. F. Franklin. 1997. Ecosystem function and ecosystem management. In: R. D. Simpson and N. L. Christensen (eds.), Ecosystem function and human activities. Reconciling economics and ecology. New York: Chapman and Hall. Pp. 1-23.

8 Graves, G., Gottlieb, A., Marley, D., Sharfstein, B., & Sime, P. B, y Chuirazzi, K. 2009. Chapter 7B: RECOVER Activities Update South Florida environment. South Florida Environmental Report – Volume I. p. 1-19.

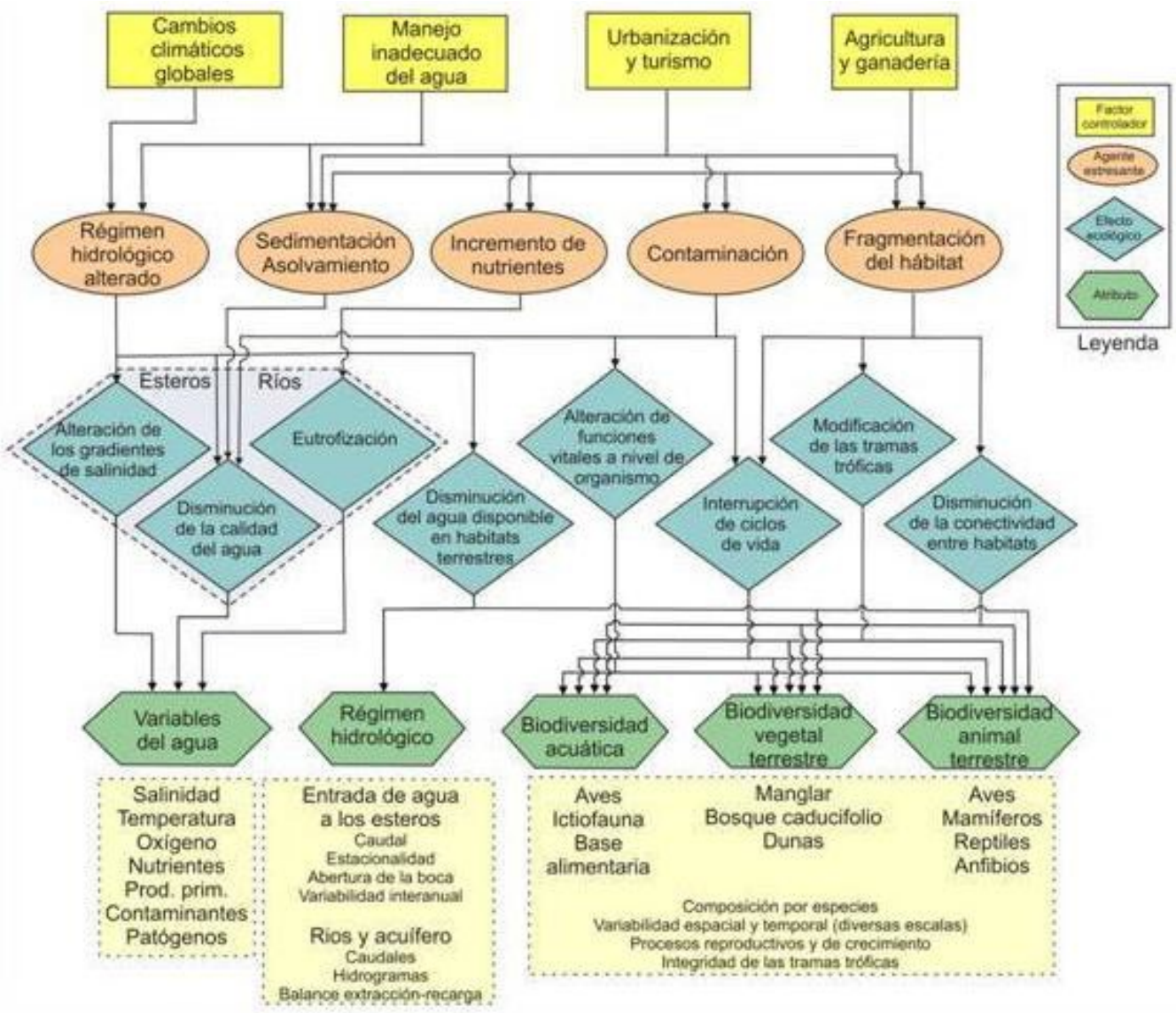


Figura III. 24 Ejemplo teórico del Modelo ecológico Conceptual de un Sistema Ambiental Tipo.

Factores controladores identificados en la RE

Son aquellos que actúan a gran escala sobre el sistema:

I. Deforestación.
II. En incremento sostenido en el número de habitantes de los núcleos urbanos.
III. Crecimiento de la industria turística.

Agentes estresantes

Los siguientes agentes estresantes producto de los factores antes mencionados se enumeran a continuación:

I. Erosión del suelo. Incremento de la erosión del suelo por la deforestación sin medidas preventivas o de mitigación.
II. Incremento de nutrientes. Alteración del balance de nutrientes (aumento de los niveles de compuestos de nitrógeno y fósforo sobre suelo natural) por el uso de fertilizantes en la agricultura y el arrastre incrementado por la deforestación.

III. Contaminación. Por el uso no controlado y posiblemente excesivo de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, etc.) y la utilización de detergentes y sustancias de otra índole, así como la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos.
IV. Alteración en la estructura del suelo por la actividad humana, los núcleos poblacionales de la RE.
V. Fragmentación del hábitat. Creación de parches y corredores por la eliminación de vegetación debido a actividades antropogénicas como la agricultura, urbanización o infraestructuras. En casos extremos, la desaparición de áreas de un hábitat determinado, acuático o terrestre, afecta de forma irreversible a algunas especies.

Efectos ecológicos

La modificación antropogénica de los componentes y procesos ecológicos, incluyendo propiedades muy importantes como la resiliencia, los servicios ambientales y la integridad de las tramas tróficas es compleja.

A continuación se presenta un modelo simplificado para la determinación de la magnitud de los efectos ecológicos provocados por los agentes estresantes.

I. Modificación de la calidad del agua. Tienen especial importancia la presencia de sustancias contaminantes que pueden afectar la fisiología de los organismos, repercutiendo en su supervivencia, tasas de crecimiento y éxito reproductivo; así como la modificación en la estructura de las unidades edafológicas.
II. Eutrofización. Es un proceso natural, que se ve acelerado por el incremento en la carga de nutrientes convirtiéndolo en un agente estresante que repercute de forma muy marcada en la calidad del agua, produciendo eventualmente zona anóxicas temporales o permanentes.
III. Régimen de lluvia y viento sobre los hábitats terrestres. Los cambios naturales en el volumen de agua pueden ser amplios y llevar al ecosistema a situaciones limitantes en la capacidad de carga del ecosistema. Si en estas condiciones actúan simultáneamente otros agentes estresantes, se puede dar una situación de estrés permanente sobre los ecosistemas.
IV. Alteración de funciones vitales a nivel de organismo. La contaminación tiene con mucha frecuencia efectos subletales que afectan los procesos de crecimiento y reproducción sin matar a los individuos, pero disminuyen la capacidad de autorrenovación de las poblaciones, comunidades y por lo tanto del ecosistema. Todo el ecosistema funciona si los individuos de las especies que lo integran pueden realizar normalmente sus funciones biológicas.
V. Interrupción de ciclos de vida. Se ven impactados severamente por la fragmentación del hábitat y la contaminación.
VI. Modificación de las tramas tróficas. Para que se mantengan cerca de su estado natural es necesario garantizar la salud de varios componentes clave y analizar estos de forma integral, en sus interacciones del flujo de energía y el ciclo de materia.
VII. Disminución de la conectividad entre hábitats. Los elementos esenciales de conectividad dentro del sistema terrestre son destruidos por actividades de deforestación, agricultura, urbanización y desplante de infraestructura. Mismos que afectan de forma notable la resiliencia de todo el sistema y aumenta su vulnerabilidad ante nuevos impactos.

La aplicación de las condiciones anteriormente descritas sobre el área del Proyecto y su entorno ecológico, dieron como resultante el escenario que se muestra en el **Capítulo VII**.

Atributos

A continuación, se presentan los diferentes atributos:

I. Estado natural: periodo anterior a las modificaciones producidas por la actividad directa del hombre o los cambios climáticos.
II. Estado presente: la relevancia ecológica tiene que evaluarse por comparación con la situación natural que existía en el pasado.
III. Evolución espacial y temporal de los valores: como consecuencia de intervenciones humanas significativas que se den en el futuro. Esto implica el seguimiento o monitoreo.

El análisis de los atributos críticos debe ser incluido en una valoración del estado actual de la RE y su capacidad para recibir un impacto adicional en el marco de un desarrollo sustentable.

Se consideran cinco categorías principales de atributos o indicadores ecológicos para su análisis individual y análisis final integrada a partir del modelo conceptual ya descrito.

I. Variables del agua. Las mediciones deben ser hechas de manera que permitan identificar, de forma adecuada y periódica, los ejes principales de variabilidad espacial y temporal a diversas escalas:

- Aporte de nutrientes y contaminantes (biológicos y fisicoquímicos): en momentos relevantes del día (hay mínimos y máximos críticos en función de la hora del día y la noche).
- En momentos relevantes de su ciclo anual (alternancia entre lluvia y estiaje).
- En la escala de series de tiempo (para poder aseverar que se está en presencia de valores anormales, es necesario confirmar que ello no responde a fluctuaciones naturales en la escala temporal superior al año).

II. Variables del suelo. Las mediciones deben ser hechas de manera que permitan identificar en forma adecuada los ejes principales de variabilidad espacial y temporal a diversas escalas:

- Presencia de agentes que pueden disolver o fragmentar la estructura de las unidades edafológicas actuales debido a su origen fisicoquímico o biológico.

III. Biodiversidad del ecosistema terrestre. Se trata como un conjunto por razones metodológicas. Los indicadores principales son:

- Composición por especies, abundancia y distribución, incluye riqueza de especies y medidas de diversidad (p.e. Índice de Shannon).
- Variabilidad espacial y temporal (estacional e interanual) de la diversidad biológica y los procesos relevantes (reproducción, alimentación).
- Procesos reproductivos y de crecimiento en especie(s) clave o modelo (utilizadas como indicadores de alteración de procesos o por estar bajo algún estatus de protección especial).
- Integridad de las tramas tróficas. Especies clave o protegidas, es su alimento.

IV. Biodiversidad de animales terrestres. Como indicadores a diferentes niveles de organización biológica deben considerarse las siguientes ramas de monitoreo:

- Composición por especies, abundancia y distribución, incluye riqueza de especies y medidas de diversidad total.
- Variabilidad espacial y temporal (estacional e interanual) de la diversidad biológica y los procesos relevantes (reproducción, alimentación).
- Procesos reproductivos y de crecimiento en especies clave o protegidas (utilizadas como indicadores de alteración de procesos).
- Integridad de las tramas tróficas. Elementos bióticos de un ecosistema es su alimento.
- Conservación de los corredores biológicos. Un corredor biológico es un espacio geográfico limitado que constituye un pasaje continuo entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados, que asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos, mediante la facilitación, tanto de la migración, como de la dispersión de especies de flora y fauna, asegurando de esta manera la conservación de las mismas, a largo plazo.

Los atributos identificados anteriormente deben constituir la base para un Programa de monitoreo ambiental que se pueda producir como consecuencia de un incremento en las actividades humanas.

Determinación del estado de conservación instantáneo del ecosistema

La determinación del estado de conservación instantánea parte de una metodología anterior (Dinerstein, *et al*. 1995)[9] en la que se evalúa por separado el potencial de conservación y el estado de amenaza de las eco-regiones.

Esta metodología en conjunto con bases de datos digitales y la tecnología de los Sistemas de Información Geográfico pueden medir con precisión los parámetros utilizados en la evaluación del estado de conservación.

Criterios Utilizados

Se emplearon datos tales como el porcentaje de hábitat original perdido, la presencia de bloques grandes de hábitat original intacto, el grado de fragmentación y degradación del hábitat, las tasas de conversación y el grado de protección, entre otros, debido a que la pérdida de biodiversidad y la alteración de los procesos ecológicos (tanto la presente como la proyectada), son difíciles de medir directamente, dependiendo cada vez más de parámetros a nivel de paisaje como indicadores.

Variables de predicción de:

i. La habilidad de un ecosistema para mantener los procesos ecológicos (por ejemplo, dinámica de poblaciones de predadores y presas, variando dentro de límites naturales, polinizando y dispersión de semillas, ciclos de nutrientes, migración, dispersión y flujo genético); y
ii. Los componentes de la biodiversidad (por ejemplo), predadores superiores u otras especies clave o con bajo estatus de protección, que influyen en la cantidad y tipo de biodiversidad que persistirá a largo plazo.

Método de determinación del estado de conservación instantáneo

El índice del estado de conservación se indica en un intervalo de puntos que va desde 0 hasta 100, donde los valores más grandes indican niveles altos de peligro.

Los parámetros del nivel de paisaje considerados de mayor importancia para la determinación del índice del estado de conservación instantáneo, son los siguientes:

- Pérdida total de hábitat.
- Bloques hábitat.
- Fragmentación del hábitat.
- Conversión del hábitat.
- Grado de protección.

La determinación de la importancia relativa de los diferentes parámetros se muestra en la siguiente tabla.

Tabla III. 58 Parámetros para la determinación del índice de conservación.

IMPORTANCIA	PARÁMETRO
40%	Pérdida total de hábitat
20%	Bloques de hábitat
20%	Fragmentación de hábitat
10%	Conversión del hábitat
10%	Grado de Protección

9 Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Web-ster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder, M. P., & Ledec, G. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América latina y el Caribe. Washington D.C.: WWF - World Bank. Pp.: 135.

A partir del cálculo de los puntos umbrales para las diferentes categorías de los estados de conservación se clasifican de acuerdo con la evaluación de la siguiente tabla:

Tabla III. 59 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100	Critico

- Criterios de evaluación

Pérdida total del hábitat

Este criterio enfatiza la rápida pérdida de especies esperada en los ecosistemas, cuando el área total de hábitat remanente cae por debajo de niveles críticos mínimos. A pesar de que no hay un acuerdo acerca de los mecanismos o umbrales precisos que determinan la pérdida de especies en diferentes ecosistemas, estudios empíricos y teóricos indican que existe una correlación general entre la pérdida de hábitat y la pérdida de especies.

La pérdida de hábitat reduce la biodiversidad debido a:

- La eliminación de especies o comunidades que están limitadas a determinadas localidades geográficas.
- La disminución del área original de hábitat por debajo del tamaño mínimo para mantener la dinámica ecológica crítica a gran escala a nivel de ecosistemas.
- La degradación y fragmentación de hábitat remanente que se hace tan pequeño o aislado que los fragmentos individuales o su conjunto, pierden la habilidad de mantener poblaciones viables o procesos ecológicos importantes.

La pérdida total de hábitat, medida a una escala eco-regional en la siguiente tabla, refleja todas estas consecuencias, pero subvalora la primera y segunda. Asimismo, es especialmente importante la pérdida de especies causada por la eliminación o interrupción de hábitats.

Tabla III. 60 Clasificación de la pérdida total del hábitat.

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100	Critico

Bloques de Hábitat

Como parte de la evaluación del estado de conservación se considera importante el número y tamaño de bloques contiguos de hábitat. La dinámica de poblaciones y ecosistemas, tienen requerimientos específicos de área mínima para poder funcionar naturalmente. Por lo tanto, los bloques de hábitat deben ser lo suficientemente grandes para poder mantener dicha dinámica en funcionamiento. Grandes bloques de hábitat mantienen poblaciones de especies más grandes y viables; además, permiten la persistencia de una gama mayor de especies y dinámica ecosistemica. El cubrimiento geográfico de varios bloques grandes, también conserva una gama mayor de hábitats, gradientes ambientales y especies. Un ecosistema insular suele ser un único bloque en función del tamaño del territorio, su topografía y relieve.

El número de bloques grandes de hábitat presente en las diferentes categorías de tamaño, es un componente de este criterio. La teoría de la redundancia sugiere que la presencia de tres o más ejemplos de un ecosistema incrementa significativamente la probabilidad de que éste persista a largo plazo. Factores tales como el fuego, enfermedades, polución, deforestación, o degradación, pueden eliminar las especies o hábitats naturales dentro de los bloques. La presencia de varios bloques con comunidades similares permite la recolonización y persistencia de especies y tipos de hábitat particulares. En eco-regiones caracterizadas por un alto grado de diversidad beta (renovación de especies a lo largo de gradientes ambientales), es especialmente importante la presencia de múltiples bloques de hábitat que se encuentran bien distribuidos a lo largo del paisaje para conservar especies y hábitats.

El umbral de tamaño para mantener bloques viables de hábitat se ajusta ampliamente a la escala que es importante para la dinámica de los ecosistemas. Para evitar conclusiones desorientadoras al aplicar umbrales de tamaño continental a eco-regiones de islas (o ecosistemas continentales muy pequeños o sistemas naturalmente dispersos), se empleó para cada categoría de tamaño de eco-región un grupo diferente de tamaño de umbral.

Tabla III. 61 Análisis de bloques de hábitats.

PUNTOS	RANGOS
2	> 500
5	> 250
10	≥ 3 bloques > 100
15	> 100
20	Ninguno > 100

Fragmentación del Hábitat

La fragmentación de hábitat coloca en peligro demográfico a muchas especies que presentan bajas densidades poblacionales (Berger 1990; Laurance 1991; Newmark 1991; Wilcove et al. 1986; en Dinerstein, *et al*. 1995). Un porcentaje relativamente grande del área intacta de los ecosistemas fragmentados se encuentra bajo presión de cacería, fuegos causados por la acción humana en sus alrededores, cambios en el microclima y la invasión de especies exóticas (Lovejoy 1980; Saunders *et a*l. 1991; Skole y Tucker 1993; en Dinerstein, *et al*. 1995). A medida que la fragmentación aumenta, la cantidad de área de hábitat central crítico disminuye. Se considera que fragmentos inferiores a los 100 km^2 no son adecuados para mantener poblaciones viables de la mayoría de vertebrados grandes. Algunas especies de aves, árboles y mariposas, que se encuentran típicamente en densidades muy bajas o que tienen distribuciones en parches, también pueden perderse si se encuentran en fragmentos pequeños. En la siguiente tabla se observa el grado de fragmentación del hábitat.

Tabla III. 62 Grado de fragmentación del hábitat.

PUNTOS	GRADO DE FRAGMENTACIÓN
0	Relativamente contiguo: alta conectividad; baja fragmentación; la dispersión a grandes distancias es aún posible a los largo de gradientes altitudinales y climáticos.
5	Bajo: la conectividad es más alta; más de la mitad de todos los fragmentos se agrupan en cierto grado (es decir, hay cierto grado de interacción con otros bloques de hábitats intacto).
12	Medio: la conectividad es intermedia; los fragmentos están algo agrupados; el paisaje intervenido permite la dispersión de muchos taxas a través de algunas partes de la ecoregión.
16	Avanzado: baja conectividad; fragmentos más grandes que en la categoría Alta; los fragmentos están muy aislados; el paisaje intervenido imposibilita la dispersión de la mayoría de los taxa.
20	Alto. La mayoría de los fragmentos son pequeños y/o no circulares; poco hábitat central debido al efecto de borde (por ejemplo, se considera una extensión de 0.75-1.0 km para efectos de borde físicos y de 40 km para presiones de cacería); la mayoría de los fragmentos individuales y de los grupos de fragmentos están muy aislados; el paisaje intervenido imposibilita la dispersión de la mayoría de los taxa.

Conversión del Hábitat

Las tasas de conversión son estimadores menos poderosos del estado de conservación que las características del paisaje a gran escala, debido a:

a) Los efectos ecológicos asociados con las tasas de conversión varían considerablemente, dependiendo del tamaño original de la eco-región, la cantidad de hábitat remanente, y el momento en que fueron estimadas las tasas y los patrones espaciales de conversión;
b) La gran incertidumbre asociada con la estimación de las tasas de conversión actuales (Whitmore y Sayer 1992 en Dinerstein, *et al*. 1995).
c) La sensibilidad de las tasas de conversión a cambios relativamente pequeños en el comportamiento humano.
d) La pérdida real de hábitat asociada con estimaciones recientes de conversión del hábitat -aún para tasas altas es típicamente pequeña en relación con la gran alteración del paisaje durante los últimos siglos, que se reflejan mejor en los tres primeros criterios.

Las tasas de conversión recientes, proporciona alguna información acerca de las trayectorias de pérdida de hábitat y fragmentación a corto plazo y son utilizadas para mejorar la precisión de las evaluaciones del estado de conservación y no para estimar las amenazas a largo plazo.

El análisis final del estado de conservación, hace una proyección de las tendencias de pérdida de hábitat, fragmentación y tamaño de los parches a futuro y considera eventos propuestos o que se prevén (por ejemplo, proyectos de expansión urbana, turística, vialidades, canales, desplante de infraestructura de apoyo, etc) ver la siguiente tabla.

Tabla III. 63 Conversión anual.

PUNTOS	RANGOS
0	< 0.5 %
6	0.5 - 2.0 %
8	2.1 – 3 %
9	3.1 – 4 %
10	> 4 %

Grado de Protección

El grado de protección evalúa que tan bien los humanos han conservado bloques de hábitat intacto suficientemente grandes. En este criterio se enfatizan áreas protegidas, manejadas principalmente para la conservación de la biodiversidad o que de cualquier manera protegen efectivamente hábitats intactos.

Las áreas protegidas no son utilizadas como los principales indicadores del estado de conservación de una eco-región porque ya que la distribución de áreas protegidas no refleja necesariamente la extensión y la configuración del hábitat original que aún existe o la integridad de los ecosistemas en todo el paisaje, muchas áreas protegidas contienen hábitats que no serían considerados intactos y la mayoría de áreas protegidas son actualmente tan escasas y pequeñas, que no pueden incluir efectivamente ecosistemas completos y solamente serán efectivas si el paisaje que las rodea es manejado adecuadamente para la conservación de la biodiversidad.

En el análisis de amenazas (con miras al estado de conservación final), se podría enfatizar una falta de áreas formalmente protegidas, en lugar de considerar su presencia como un predictor del estado de conservación instantáneo.

En un análisis completo de áreas protegidas se deben considerar los siguientes aspectos:

- Grado en que se preservan adecuadamente bloques grandes de hábitat dentro de un sistema de áreas protegidas.

- Nivel de redundancia de áreas protegidas necesario para ayudar a garantizar la persistencia a largo plazo de los tipos de hábitat, las comunidades, las especies en peligro, o los hábitats críticos para especies o procesos ecológicos.
- Grado en que se encuentran contenidos en un sistema de áreas protegidas: tipos de hábitat representativos, comunidades, gradientes ecológicos, especies en peligro, hábitats críticos para especies residentes o migratorias, o los procesos ecológicos.
- Grado de conectividad entre reservas para la dispersión de especies y la continuidad de los procesos ecológicos de gran escala.
- Efectividad en el manejo de áreas protegidas y la habilidad de aquellos a cargo de su manejo para defenderlas, basándose en la configuración de sus paisajes.

Las dos primeras consideraciones se abordaron en el criterio del grado de protección que se utiliza aquí (ver siguiente tabla), mientras que las tres últimas se consideraron en un análisis más detallado a nivel intra eco-regional.

Tabla III. 64 Análisis del grado de Protección.

PUNTOS	CONVERSIÓN ANUAL
1	> 50% del área total.
4	40-50 % del área total.
6	20-40 % del área total.
8	1-20 % del área total.
10	No existen áreas protegidas.

Los valores de porcentajes se refieren a la porción de hábitat remanente intacto que está incorporado dentro de un sistema de áreas protegidas.

Resultados del Estado de Conservación Instantáneo

En la siguiente tabla se aplican los criterios técnicos anteriormente descritos al área del Proyecto.

Tabla III. 65 Estado de conservación instantáneo.

CRITERIOS TÉCNICOS	IMPORTANCIA (%)	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
1. Pérdida Total del Hábitat.	40	Relativamente intacto	0-6		
		Relativamente estable	7-36		
		Vulnerable	37-64		
		En peligro	65-88	La vegetación del sitio es claramente secundaria, en la que se presenta dominancia de algunas especies de rápido crecimiento, además la zona ha sido impactada por otras actividades antropogénicas	65
		Critico	89-100		
2. Bloques de Hábitat.	20	> 500	2		
		> 250	5		
		≥ 3 bloques > 100	10		
		> 100	15		
		Ninguno > 100	20	El proyecto se desarrollará en una Vegetación Secundaria con alto grado de perturbación, debido a que en se encuentra dentro del área	20

CRITERIOS TÉCNICOS	IMPORTANCIA (%)	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
				urbana.	
3. Fragmentación del Hábitat	20	Relativamente contiguo.	0		
		Bajo	5		
		Medio			
		Avanzado	16		
		Alto	20	El área del proyecto se encuentra en un área urbana, con pequeños parches de vegetación sin conexión ecológica.	20
4. Conversión del Hábitat.	10	< 0.5 %	0		
		0.5 - 2.0 %	6		
		2.1 – 3 %	8		
		3.1 – 4 %	9	En la zona la tasa de conversión es alta debido al incremento rápido crecimiento de la urbanización.	9
		> 4 %	10		
5. Grado de Protección.	10	> 50% del área total.	1		
		40-50 % del área total.	4		
		20-40 % del área total.	6		
		1-20 % del área total.	8		
		No existen áreas protegidas.	10	El proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna ANP.	10
TOTAL					**124**

Una vez calculados los puntos umbrales para las diferentes categorías ya indicadas anteriormente y con un total de 124, en la siguiente tabla se muestra la jerarquización del estado de conservación.

Tabla III. 66 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente Estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100 y mas	Crítico

Con base en lo anterior, se considera que el Estado actual de conservación de la RE, previo a la construcción del Proyecto, tiene una valoración crítica.

Análisis de amenazas

Se aplicó la siguiente metodología para el Análisis de Amenazas, empleando el índice de 0-100 puntos. Los puntos fueron asignados a tres tipos principales de amenazas:

- Amenaza de conversión (máximo 50 puntos).
- Amenaza de degradación (máximo 30 puntos).
- Amenaza de explotación de la vida silvestre (máximo 20 puntos).

Calificación del puntaje:

Amenaza Alta 100 - 70 puntos
Amenaza Media 69 – 20 puntos
Amenaza Baja 19 – 0 puntos.

En la tabla a continuación se describe la asignación del puntaje

Tabla I. 67 Análisis de amenazas.

PUNTOS	GRADO DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZAS
Amenaza de conversión		
0	No existen amenazas reconocidas para la eco-región.	Dentro de la RE, la amenaza de conversión es significativa, derivado del incremento de los desarrollos de distintas índoles. Con el incremento de la mancha urbana se podría dar el caso de extracción de flora y fauna, además de la contaminación de los cuerpos de agua y acuíferos
10	Las amenazas pueden alterar significativamente entre 5% y 9% del hábitat remanente dentro de los próximos 20 años.	
20	Las amenazas pueden alterar significativamente entre un 10% y 24% la eco-región remanente dentro de los próximos 20 años.	
50	Las amenazas pueden alterar significativamente un 25% o más de la eco-región remanente dentro de los próximos 20 años.	
Amenaza de degradación		
0	No existen amenazas reconocidas para la ecoregión.	Dentro de la Re, se encontrará que el crecimiento urbano-industrial ocasionará la eliminación de una parte de la vegetación, aunque cada proyecto debe contemplar medidas para evitar el daño a la flora, en cuanto a la fauna, se provocará el desplazamiento temporal de algunas especies de fauna, la contaminación será más evidente en las áreas por el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los peligrosos
15	Las poblaciones de especies de plantas nativas experimentan una mortalidad significativa y un Reclutamiento pobre debido a factores de degradación. La sucesión y los procesos de perturbación han sido modificados. Algunas especies han dejado de utilizar la eco-región para su movimiento estacional, Migratorio, y de reproducción. Es muy común encontrar contaminantes y sus efectos Asociados en especies o en ensamblajes.	
30	Muchas poblaciones de especies de plantas nativas experimentan una mortalidad alta y un reclutamiento Bajo debido a factores de degradación. La sucesión y los procesos de perturbación han sido alterados. La calidad del hábitat es baja para especies sensibles. Algunas especies han dejado de utilizar la ecoregión para sus movimientos estacional, migratorio, y de reproducción. Los contaminantes y sus efectos asociados están ampliamente distribuidos en el ecosistema (es decir, se registran en varios niveles tróficos).	
Explotación de vida silvestre		
0	No existe una explotación de la vida silvestre	Extracción no sostenible de la fauna y flora silvestre como productos comerciales. Hostigamiento y desplazamiento producto del crecimiento de la mancha urbana
10	Niveles moderados de explotación de la vida silvestre; las poblaciones de especies de caza y comerciales persisten, pero en números reducidos.	
20	Alta intensidad de explotación de la vida silvestre en la región con la inminente o competa eliminación de las poblaciones locales.	

A partir de la clasificación anterior, se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla III. 68 Clasificación de las amenazas.

CLASIFICACIÓN DE AMENAZA	GRADO DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZAS	PUNTOS
Amenaza de conversión	Las amenazas pueden alterar significativamente entre 5% y 9% del hábitat remanente dentro de los próximos 20 años.	Expansión urbana-industrial, y deforestación para desarrollo. Extracción de flora y fauna. Contaminación.	10
Amenaza de degradación	Las poblaciones de especies de plantas nativas experimentan una mortalidad significativa y un Reclutamiento pobre debido a factores de degradación. La sucesión y los procesos de perturbación han sido modificados. Algunas especies han dejado de utilizar la eco-región para su movimiento estacional, Migratorio, y de reproducción. Es muy común encontrar contaminantes y sus efectos Asociados en especies o en ensamblajes.	Extracción de flora y fauna. Incremento de la frontera urbana-industrial.	15
Explotación de vida silvestre	Niveles moderados de explotación de la vida silvestre; las poblaciones de especies de caza y comerciales persisten, pero en números reducidos.	Extracción no sostenible de la fauna y flora silvestre como productos comerciales. Hostigamiento y desplazamiento producto del crecimiento de la mancha urbana e industrial.	10
TOTAL			**35**

I.5 Problemáticas ambientales en la Región Ecológica

La región ecológica delimitada, en el estado de Quintana Roo, dentro del municipio de Playa del Carmen. A nivel local, se ubica en la ciudad de Playa del Carmen, presenta diversas problemáticas ambientales derivadas de la interacción entre el crecimiento urbano, las actividades agropecuarias y la transformación histórica de los ecosistemas naturales característicos de la planicie costera del estado.

Una de las principales problemáticas corresponde al cambio de uso de suelo y la pérdida de cobertura vegetal natural. Amplias superficies originalmente ocupadas por selvas bajas, vegetación hidrófila, popales y zonas inundables han sido sustituidas por áreas urbanas, infraestructura vial, asentamientos humanos y pastizales destinados a actividades ganaderas. Este proceso ha generado una reducción progresiva de los ecosistemas naturales y una disminución de la conectividad ecológica regional.

La expansión urbana de Playa del Carmen y de localidades periféricas ha incrementado la fragmentación del paisaje, ocasionando presión sobre los remanentes de vegetación y favoreciendo la degradación ambiental en zonas previamente conservadas. La apertura de vialidades, la ocupación de terrenos y el crecimiento de infraestructura han modificado significativamente la estructura ecológica regional.

Otra problemática relevante en la región es la alteración del sistema hidrológico natural. Debido a las características fisiográficas de Quintana Roo, conformadas por planicies inundables, humedales y una extensa red de cuerpos de agua, la modificación del terreno, el relleno de zonas bajas y la impermeabilización del suelo han alterado los patrones naturales de escurrimiento e infiltración, afectando la funcionalidad ecológica de humedales y áreas de regulación hídrica.

Asimismo, las actividades agrícolas desarrolladas históricamente en la región han favorecido el reemplazo de vegetación nativa. Esta situación ha contribuido a la homogenización del paisaje vegetal y a la disminución de la biodiversidad local.

En materia de calidad ambiental, también se identifican problemáticas asociadas a la generación de residuos sólidos urbanos, emisiones derivadas del tránsito vehicular y descargas de aguas residuales en cuerpos de agua superficiales, particularmente en áreas con alta concentración poblacional y actividad económica.

Respecto a la fauna silvestre, la reducción y fragmentación de hábitats naturales ha provocado el desplazamiento de especies sensibles y la predominancia de organismos adaptados a ambientes perturbados o urbanizados, reduciendo la diversidad faunística en zonas con mayor intervención humana.

En términos generales, la región ecológica delimitada presenta un proceso continuo de transformación ambiental asociado al crecimiento urbano, la expansión de actividades productivas y la modificación de ecosistemas naturales, lo que ha generado condiciones de deterioro ambiental alto en distintos sectores del entorno regional.

REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS DEL PROYECTO Y SU AI

Tabla *1.* Resumen de incidencias del proyecto respecto a los elementos ambientales

Incidencia	**Elemento del proyecto que incide**	**Superficie de incidencia (m^2)**	**% de incidencia**
Áreas Urbanas	Cambio de uso de suelo para el desarrollo del proyecto	4,000	100

El análisis de incidencia del proyecto indica que la superficie total del predio se distribuye en dos tipos principales de cobertura o uso de suelo. Del total evaluado, 4000 m² corresponden a áreas relacionadas con asentamientos humanos, representando el 100% de la superficie total.
El presente proyecto no tiene incidencia sobre corrientes o cuerpos de agua, Áreas Naturales Protegidas, sitios RAMSAR, humedales, manglares, áreas de importancia para la conservación de aves, ni regiones terrestres o marinas prioritarias.

CONCLUSIONES

Con base a lo anterior se concluye que la RE, previo a la construcción del proyecto, tiene un nivel de **amenaza media.**

Por lo tanto, con la adecuada ejecución de las medidas preventivas y de mitigación que se exponen en el **Capítulo IV**, el proyecto es ambientalmente viable.

De manera general presentan un suelo seriamente impactado, por los usos implementados. El área en general presenta un estado de conservación medio y una amenaza media, en resumen, se destaca lo siguiente:

- En la RE se encuentra mayormente conformado por zonas urbanas y remanentes de vegetación sin conexión entre ellos. El área del proyecto en sí, se encuentra dentro del área urbana.
- En cuanto a flora, no se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área del proyecto. En la RE se registró una especie como Amenazada: *Thrinax radiata*.
- Con respecto a la fauna, no se registraron especies enlistadas.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación, sin embargo, se implementará un **Programa de Rescate y Reubicación de Especies Forestales** y un **Programa de Acción para la Protección de la Fauna Silvestre** (**Anexo 2.4**) para la conservación de las especies ecológicamente importantes.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en los cuadrantes son típicas de la Vegetación Secundaria derivada de la Selva Mediana Subperennifolia (VS/SMQ); sin embargo, la vegetación actual presenta un bajo grado de conservación y un alto impacto antropogénico debido a su ubicación en un área urbana. Por consiguiente, se

considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades vegetales del área en donde se establecerá.

CONTENIDO

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 1

IV.1 Metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos ambientales, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como la justificación de su selección. 1

IV.1.1 Indicadores de impacto 1

IV.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto 2

IV.1.3 Criterios y metodologías de evaluación 3

IV.1.3.1 Criterios 3

IV.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada 6

IV.2 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos significativos, acumulativos y residuales del Proyecto. 9

IV.3 Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 10

IV.3.1 Valoración de impactos 10

IV.3.2 Conclusiones 19

IV.3.3 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas del componente ambiental 20

TABLAS

Tabla IV. 1 Impactos ambientales generados por el proyecto....3
Tabla IV. 2 Simbología de la ecuación....4
Tabla IV. 3 Importancia del Impacto....4
Tabla IV. 4 Matriz de Importancia....8
Tabla IV. 5 Valores de importancia del Impacto....9
Tabla IV. 6 Caracterización de los impactos ambientales actuales en la Región Ecológica....9
Tabla IV. 7 Impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de preparación del sitio....10
Tabla IV. 8 Resumen de los impactos generados por el proyecto en la etapa de preparación del sitio....10
Tabla V. 9 Impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de construcción....12
Tabla IV. 10 Resumen de los impactos generados por el proyecto en la etapa de construcción....12
Tabla IV. 11 Impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de operación y mantenimiento....13
Tabla IV. 12 Resumen de los impactos generados por el proyecto en la etapa de operación y mantenimiento....14

GRÁFICAS

Gráfica IV. 1 Muestra la predominancia de impactos compatibles y moderados, asociados principalmente al cambio de uso de suelo y remoción de vegetación....11
Gráfica IV. 2 Los impactos son mayormente negativos, debido a la intervención directa del terreno, aunque se generan impactos positivos asociados a empleo....12
Gráfica IV. 3 Se observa una reducción en la intensidad de los impactos, predominando los impactos compatibles, derivados de actividades controladas....13
Gráfica IV. 4 Los impactos negativos siguen presentes pero con menor intensidad, manteniéndose los positivos por generación de empleo....13
Gráfica IV. 5 Predominan impactos compatibles y positivos, asociados al funcionamiento del establecimiento en un entorno urbano. 14
Gráfica IV. 6 Se incrementa la proporción de impactos positivos, destacando los beneficios socioeconómicos del proyecto....15

I. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

I.1 Metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos ambientales, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como la justificación de su selección.

Para el presente capitulo se utilizará la metodología de Conesa (1997), que establece que en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos de este proyecto se menciona a continuación:

- Metodología de Conesa Fdez.-Vítora (1997).

Para el presente proyecto:

"Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones", ubicado en la zona urbana de Playa del Carmen, Quintana Roo, se evaluaron únicamente los impactos relevantes, considerando que el sitio se encuentra en un entorno altamente antropizado.

I.1.1 Indicadores de impacto

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (3,024.31 m²)
- Preparación del sitio
- Construcción de infraestructura comercial
- Operación del establecimiento

Se excluyen acciones no significativas debido a:

- Ubicación en zona urbana consolidada
- Vegetación secundaria urbana de baja diversidad
- Ausencia de especies NOM-059-SEMARNAT-2010

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

I.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio. Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando este es el caso, se puede adoptar el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido
- Clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante)

- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Tabla IV. 1 Impactos ambientales generados por el proyecto

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO
MEDIO FÍSICO	Aire	Generación de ruido y emisiones a la atmósfera
	Agua	Afectación mínima en la calidad del agua
	Suelo	Pérdida de suelo
		Impermeabilización del suelo
MEDIO BIÓTICO	Flora	Pérdida de cobertura vegetal urbana
	Fauna	Afectación temporal de fauna urbana
MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje	Modificación del paisaje
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Social/Económico	Generación de empleos

I.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

I.1.3.1 Criterios

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada. Con esta matriz se mide el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado, es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el valor mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

Tabla IV. 2 Simbología de la ecuación

$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

Donde:	
I	=Importancia del impacto
±	=Signo
IN	=Intensidad
EX	=Extensión
MO	=Momento
PE	=Persistencia
RV	=Reversibilidad
SI	=Sinergia
AC	=Acumulación
EF	=Efecto
PR	=Periodicidad
MC	=Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV. 3 Importancia del Impacto

NATURALEZA		**MOMENTO (MO)**	
Impacto beneficioso	+	Largo plazo	1
Impacto perjudicial	-	Medio plazo	2
INTENSIDAD (IN)		Inmediato	4
Baja	1	Critico	(+4)
Media	2	**PERSISTENCIA (PE)**	
Alta	4	Fugaz	1
Muy alta	8	Temporal	2
Total	12	Permanente	4
EXTENSIÓN (EX)		**REVERSIBILIDAD (RV)**	
Puntual	1	Corto plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Irreversible	4
Total	8	**SINERGIA (SI)**	
Critica	(+4)	Sin sinergismo	1
ACUMULACIÓN (AC)		Sinérgico	2
Simple	1	Muy sinérgico	4
Acumulativo	4	**PERIODICIDAD (PR)**	
EFECTO (EF)		Irregular y discontinuo	1
Indirecto	1	Periódico	4
Directo	4		
RECUPERABILIDAD (MC)			
De manera inmediata	1		
A mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		
IMPORTANCIA (I)			
I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)			

Signo. El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 < expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

Momento. El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo.

Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

Sinergia. Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que acabaría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

Acumulación. Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

Efecto. Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

Periodicidad. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

I.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa, con base en la importancia **Ii** de los efectos que cada Acción **Ai** de la actividad produce sobre cada factor del medio **Fj**.

El modelo contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas (**IRi**), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (**IRj**), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior.

Este tipo de efectos (**IRPj**), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (**IRj**) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (**IRi**) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (**Ii**), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones.

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (**Ij**), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (**IPj**), obtenidos en este caso por suma algebraica.

Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (**Ij**), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

Análisis del modelo

Siguiendo con Conesa Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

La importancia total **Ii**, de los efectos debidos a cada acción **i**
$Ii = \Sigma j\ Iij$

La importancia total ponderada **IRi**, de los mismos
$IRi = \Sigma j\ Iij \bullet Pj/\Sigma jPj$

La importancia total **Ij**, de los efectos causados a cada factor **j**
$Ij = \Sigma i\ Iij$

La importancia total ponderada **IRj**, de los mismos
$IRj = \Sigma i\ Iij \bullet Pj/\Sigma jPj$

La importancia total **I**, de los efectos debidos a la actuación
$I = \Sigma i\ Ij = \Sigma i\ I'i + IP = I' + IP$

La importancia total ponderada **IR**, de los mismos
$IR = \Sigma j\ IRj = \Sigma j\ I'Ri + IPR = I'R + IPR$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la tabla siguiente se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

Tabla IV. 4 Matriz de Importancia

Factores	UIP	Situación 1								Situación 2									
		Acciones					n + 1 Total			Acciones				n + 1 Total		n + 2 Total efectos permanentes de la Sit. 1		n + 3 Importancia total	
		1 A_1	2 A_2	i A_i	n A_n		1 Ab.	2 Rel.		1 A_1	2 A_2	i A_i	n A_n		1 Ab.	2 Rel.	1 Ab.	2 Rel.	1 Ab.	2 Rel.
F_1	P_1																			
F_2	P_2																			
F_j	P_j			I_{ij}	I_{nj}		I_j	I_{Rj}				I'_{ij}	I'_{nj}		I'_j	I'_{Rj}	I_{Pj}	I_{RPj}	I_j	I_{RJ}
F_m	P_m																			
Total	Absoluto			I_i			I	-				I'_i				-	I'	-	I	-
	Relativo			I_{Ri}			-	I_R				I'_{Ri}			-		-	I'_R	-	I_R

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta; Rel. = Importancia relativa

$I_i = \sum_j I_{ij} I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \bullet P_j / \sum_j P_j$ $I_j = \sum_i I_{ij} I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \bullet P_j / \sum_j P_j$ $I_{Pj} = \sum_{i<n} I_{pij}$ $I_{RPj} = \sum_{i<n} I_{rpij}$ $I_j = I'_j + I_{Pj}$ $I_{Rj} = I'_{Rj} + I_{RPj}$

Una vez identificados los impactos potenciales y siguiendo la metodología de Conesa (1997), se califica el valor de importancia de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto. La metodología utilizada presenta una escala de valores que permiten calificar los impactos identificados, donde los valores inferiores a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Tabla IV. 5 Valores de importancia del Impacto

Niveles de Impacto	
Ambiental Compatible	(<25)
Ambiental Moderado	(25-50)
Ambiental Severo	(50-75)
Ambiental crítico	(> 75)

I.2 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos significativos, acumulativos y residuales del Proyecto.

A continuación, se presenta la caracterización de los impactos ambientales observados en la Región Ecológica en donde se encuentra el proyecto:

Tabla IV. 6 Caracterización de los impactos ambientales actuales en la Región Ecológica.

Se muestra I bruta, I con signo y su valor absoluto para evitar ambigüedad.

Actividad y/o obra	Componente ambiental	Impacto ambiental	NAT	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I bruta	I con signo	|I|	Clasificación
Crecimiento urbano	Aire	Generación de ruido y emisiones por el tráfico vehicular	-	-1	2	4	4	2	2	2	4	1	4	2	35	-35	35	Ambiental Moderado
	Agua	Afectación en la calidad del agua por las aguas residuales	-	-1	2	4	1	2	2	2	4	4	4	2	35	-35	35	Ambiental Moderado
	Suelo	Pérdida de suelo	-	-1	2	4	2	2	2	1	4	4	1	2	32	-32	32	Ambiental Moderado
	Flora	Afectación a la flora por deforestación y aprovechamiento ilegal	-	-1	1	2	2	1	2	1	4	1	1	2	21	-21	21	Ambiental Compatible
	Fauna	Afectación a la fauna por pérdida de hábitats y atropellamientos	-	-1	1	2	2	1	2	1	4	1	1	2	21	-21	21	Ambiental Compatible
	Paisaje	Modificación del paisaje	-	-1	1	2	2	1	2	1	4	1	4	2	24	-24	24	Ambiental Compatible
	Socio-económico	Necesidad de empleos	-	-1	2	4	4	1	2	1	4	1	1	2	30	-30	30	Ambiental Moderado

I.3 Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

La puesta en marcha del proyecto modificará la situación actual del área donde se ubicará, la condición actual del predio, el cual actualmente presenta:

- Vegetación urbana alterada
- Uso previo con intervención humana
- Entorno totalmente urbanizado

Impactos identificados:

- Generación de ruido y emisiones a la atmósfera
- Afectación mínima a la calidad del agua
- Pérdida de suelo (impermeabilización)
- Afectación a flora urbana

- Afectación temporal a fauna urbana
- Modificación del paisaje
- Generación de empleos

I.3.1 Valoración de impactos

A continuación, se muestran los valores obtenidos de la matriz de impacto por etapa.

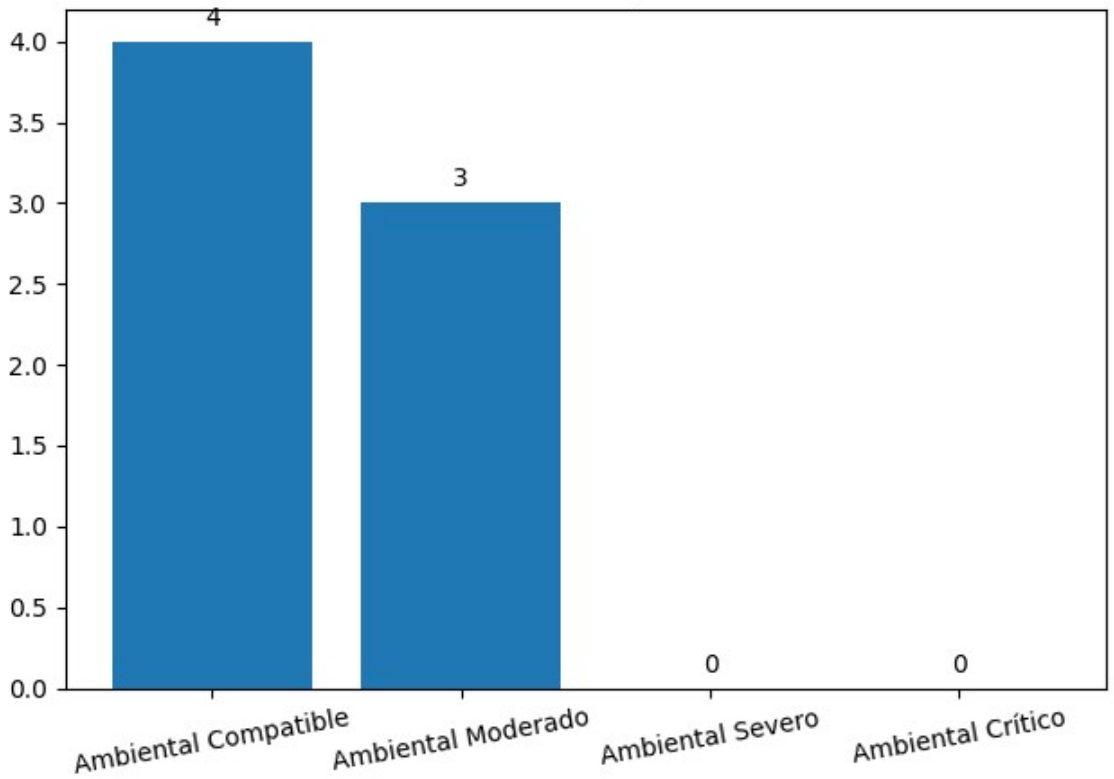
Tabla IV. 7 Impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de preparación del sitio.

Se muestra I bruta, I con signo y su valor absoluto para evitar ambigüedad.

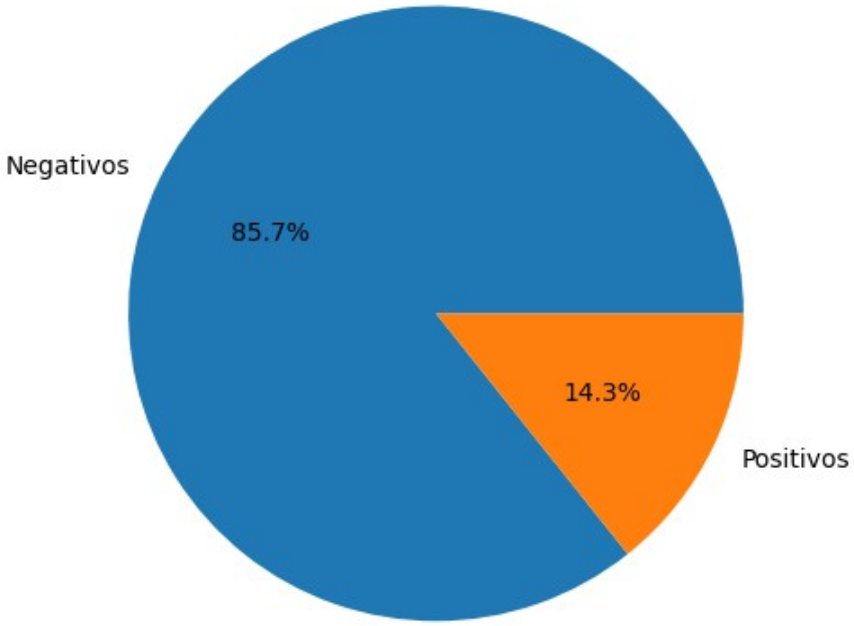
Actividad y/o obra	Componente ambiental	Impacto ambiental	NAT	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I bruta	I con signo	|I|	Clasificación
Empleo de maquinaria y equipo	Aire	Generación de ruido y emisiones	-	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	20	-20	20	Ambiental Compatible
Utilización de letrinas	Agua	Afectación en la calidad del agua	-	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	2	21	-21	21	Ambiental Compatible
Despalme y nivelación del terreno	Suelo	Pérdida de suelo	-	-1	2	2	4	4	4	1	4	4	1	4	36	-36	36	Ambiental Moderado
Desmonte del terreno	Flora	Afectación a la flora	-	-1	2	1	4	4	2	1	4	4	1	2	30	-30	30	Ambiental Moderado
Desmonte y utilización de maquinaria	Fauna	Afectación a la fauna	-	-1	1	1	4	2	2	1	1	4	1	2	22	-22	22	Ambiental Compatible
Desmonte, despalme y nivelación	Paisaje	Modificación del paisaje	-	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	27	-27	27	Ambiental Moderado
Contratación personal temporal	Socio-económico	Generación de empleos	+	1	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	23	23	23	Ambiental Compatible

Tabla IV. 8 Resumen de los impactos generados por el proyecto en la etapa de preparación del sitio.

Resumen	Valores
Total impactos	7
Compatibles	4
Moderados	3
Severos	0
Críticos	0



Gráfica IV. 1 Muestra la predominancia de impactos compatibles y moderados, asociados principalmente al cambio de uso de suelo y remoción de vegetación.



Gráfica IV. 2 Los impactos son mayormente negativos, debido a la intervención directa del terreno, aunque se generan impactos positivos asociados a empleo.

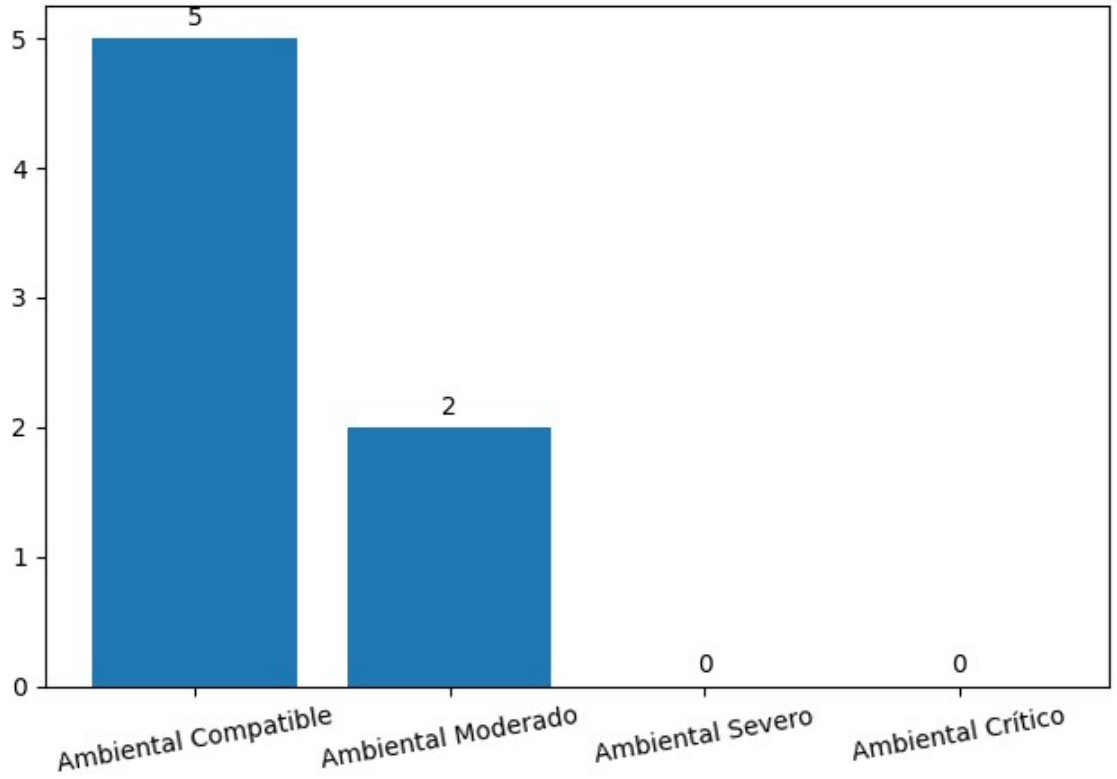
Tabla V. 9 Impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de construcción.

Se muestra I bruta, I con signo y su valor absoluto para evitar ambigüedad.

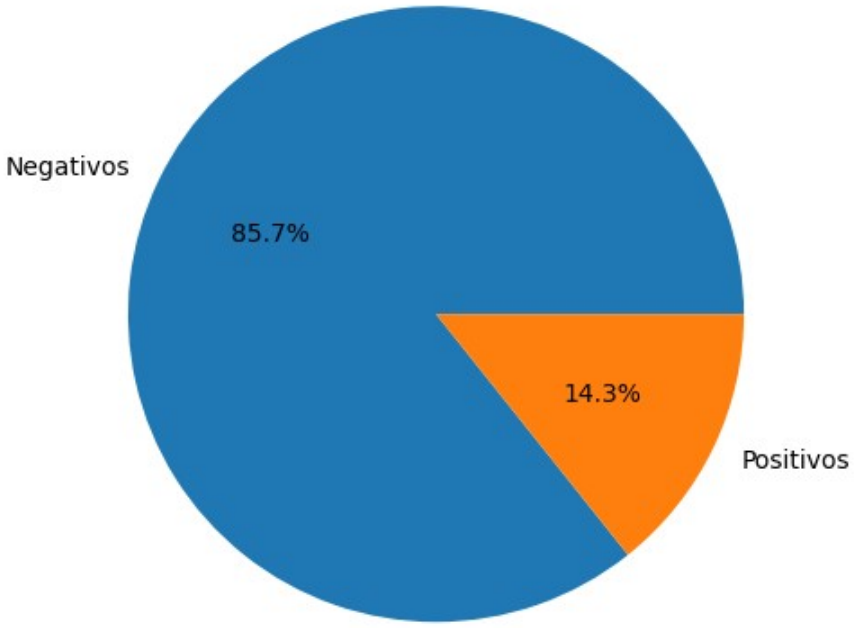
Actividad y/o obra	Componente ambiental	Impacto ambiental	NAT	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I bruta	I con signo	|I|	Clasificación
Empleo de maquinaria y equipo	Aire	Generación de ruido y emisiones	-	-1	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	23	-23	23	Ambiental Compatible
Utilización de letrinas	Agua	Afectación en la calidad del agua	-	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	2	21	-21	21	Ambiental Compatible
Cimentación	Suelo	Impermeabilización del suelo	-	-1	2	2	4	4	4	1	4	4	1	4	36	-36	36	Ambiental Moderado
Limpieza del terreno	Flora	Afectación a la flora	-	-1	1	1	4	2	2	1	1	4	1	2	22	-22	22	Ambiental Compatible
Empleo de maquinaria y trabajo del personal	Fauna	Afectación a la fauna	-	-1	1	1	4	2	2	1	1	4	1	2	22	-22	22	Ambiental Compatible
Modificación al paisaje por la obra	Paisaje	Modificación del paisaje	-	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	1	2	27	-27	27	Ambiental Moderado
Contratación de personal temporal	Socio-económico	Generación de empleos	+	1	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	23	23	23	Ambiental Compatible

Tabla IV. 10 Resumen de los impactos generados por el proyecto en la etapa de construcción.

Resumen	Valores
Total impactos	7
Compatibles	5
Moderados	2
Severos	0
Críticos	0



Gráfica IV. 3 Se observa una reducción en la intensidad de los impactos, predominando los impactos compatibles, derivados de actividades controladas.



Gráfica IV. 4 Los impactos negativos siguen presentes pero con menor intensidad, manteniéndose los positivos por generación de empleo.

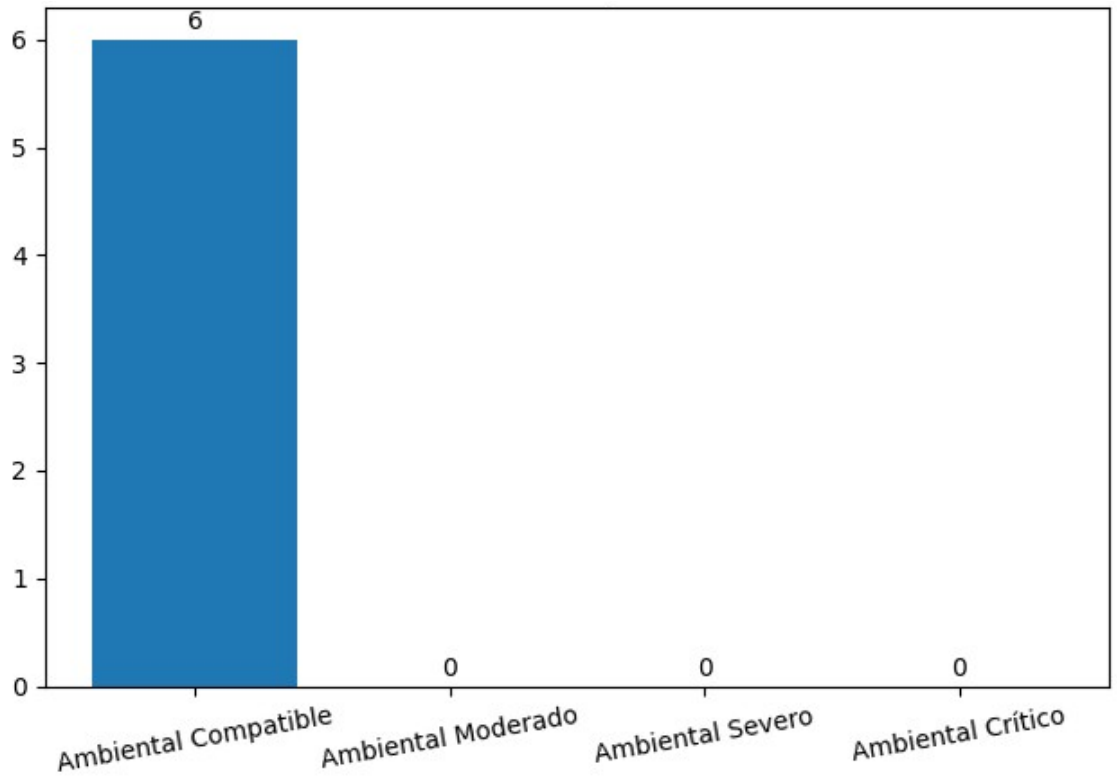
Tabla IV. 11 Impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de operación y mantenimiento.

Se muestra I bruta, I con signo y su valor absoluto para evitar ambigüedad.

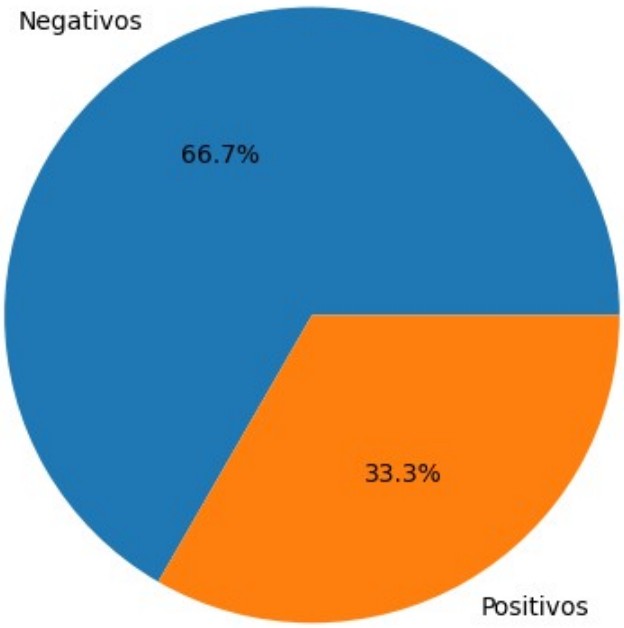
Actividad y/o obra	Componente ambiental	Impacto ambiental	NAT	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I bruta	I con signo	|I|	Clasificación
Empleo de maquinaria y equipo	Aire	Generación de ruido y emisiones	-	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	20	-20	20	Ambiental Compatible
Utilización de los baños	Agua	Afectación en la calidad del agua	-	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	2	21	-21	21	Ambiental Compatible
Utilización del estacionamiento	Suelo	Compactación / alteración del suelo	-	-1	1	1	4	2	2	1	1	4	1	2	22	-22	22	Ambiental Compatible
Tránsito vehicular	Fauna	Afectación a la fauna	-	-1	1	1	4	2	2	1	1	4	1	2	22	-22	22	Ambiental Compatible
Uso urbano	Paisaje	Modificación del paisaje	+	1	1	1	4	4	2	1	1	4	1	2	24	24	24	Ambiental Compatible
Contratación de personal permanente	Socio-económico	Generación de empleos	+	1	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	23	23	23	Ambiental Compatible

Tabla IV. 12 Resumen de los impactos generados por el proyecto en la etapa de operación y mantenimiento.

Resumen	Valores
Total impactos	6
Compatibles	6
Moderados	0
Severos	0
Críticos	0



Gráfica IV. 5 Predominan impactos compatibles y positivos, asociados al funcionamiento del establecimiento en un entorno urbano.



Gráfica IV. 6 Se incrementa la proporción de impactos positivos, destacando los beneficios socioeconómicos del proyecto.

Los impactos potenciales que se generarán durante esta etapa se describen a continuación:

Aire

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el impacto sobre la calidad del aire estará asociado principalmente a la emisión de partículas suspendidas (PM10 y PM2.5) derivadas del movimiento de suelo, así como a la emisión de gases de combustión (CO, NOx, SO_2) provenientes de maquinaria ligera y vehículos de transporte.

PM10

Partículas con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (µm)

Ejemplos: Polvo, Cenizas Polen, y Partículas de suelo

Características:
Se depositan en nariz y vías respiratorias superiores
Asociadas a:
Movimiento de tierra
Construcción
Caminos sin pavimentar

Generado por: Se generan principalmente en el desmonte, despalme y excavaciones

PM2.5

Partículas con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (µm)

Ejemplos:
Combustión de gasolina o diésel
Humo
Emisiones de maquinaria
Características:
Son mucho más finas
Penetran hasta los alveolos pulmonares
Pueden entrar al torrente sanguíneo

Generado por: Se generan por maquinaria y vehículos

No obstante, debido a que:

- El proyecto se ubica en una zona urbana consolidada,
- La superficie de intervención es relativamente reducida (3,024.31 m²),
- La maquinaria a emplear será ligera y de uso temporal, el impacto se clasifica como:

Negativo, de baja intensidad, temporal, puntual y reversible

Durante la etapa de operación, las emisiones estarán asociadas únicamente al tránsito vehicular de clientes y proveedores, sin representar incrementos significativos respecto al contexto urbano existente.

Agua

El proyecto no contempla la explotación directa de cuerpos de agua ni la modificación de escurrimientos superficiales o subterráneos.

El abastecimiento de agua se realizará mediante el sistema municipal de Playa del Carmen, mientras que las aguas residuales generadas durante la operación serán conducidas al sistema de alcantarillado sanitario, evitando infiltraciones al subsuelo.

Durante la etapa de construcción:

- Se utilizarán sanitarios portátiles,
- Se evitará la descarga directa de residuos líquidos,

Por lo anterior, el impacto sobre el recurso hídrico se clasifica como:

Negativo, de muy baja intensidad, temporal, puntual y totalmente mitigable

Se considera que no existe riesgo significativo de contaminación al acuífero, dado que no se realizarán actividades de infiltración ni manejo de sustancias peligrosas en volumen relevante.

Suelo

El principal impacto identificado corresponde a la modificación de la estructura y funcionalidad del suelo, derivado de:

- Despalme
- Nivelación
- Compactación
- Impermeabilización por infraestructura

Este impacto implica la pérdida de funciones ecológicas como:

- Infiltración natural
- Retención de humedad
- Soporte biológico

Sin embargo, es importante destacar que:

- El predio se localiza en una zona previamente impactada,
- El uso de suelo es urbano compatible,
- Se mantiene un área de conservación de 975.69 m²,

Por lo tanto, el impacto se clasifica como:

Negativo, de intensidad moderada, permanente, pero compatible con el uso de suelo urbano

Flora

La vegetación presente en el sitio corresponde a vegetación urbana secundaria altamente modificada, compuesta principalmente por:

- Especies ornamentales
- Individuos dispersos de baja densidad
- Vegetación sin estructura ecológica relevante

Durante la preparación del sitio se realizará la remoción de esta cobertura vegetal; sin embargo:

- No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010,
- No existe vegetación con valor ecológico significativo,
- Se conservará un área de 975.69 m², que permitirá mantener cobertura vegetal dentro del predio

El impacto se clasifica como:

Negativo, de baja intensidad, permanente, local y parcialmente compensado

Fauna

La fauna identificada en el área corresponde a especies urbanas generalistas, tales como:

- Aves comunes
- Reptiles pequeños
- Fauna oportunista

No se identificaron:

- Especies en estatus de protección
- Hábitats críticos
- Corredores biológicos relevantes

Durante la preparación del sitio y construcción:

- La fauna será ahuyentada temporalmente,
- Podrá desplazarse hacia áreas cercanas,

Durante la operación:

- Existe posibilidad de perturbación por actividad humana, pero sin efectos significativos

Por lo anterior, el impacto se clasifica como:

Negativo, de baja intensidad, temporal, reversible y no significativo

Paisaje

El paisaje actual del sitio corresponde a un entorno urbano caracterizado por:

- Presencia de vialidades
- Comercios
- Infraestructura consolidada

La implementación del proyecto generará un cambio en la percepción visual del sitio, sustituyendo un predio con vegetación secundaria por una infraestructura comercial.

Sin embargo:

- El cambio es coherente con el uso de suelo predominante,
- No afecta elementos escénicos relevantes,
- Mejora el ordenamiento del espacio urbano

El impacto se clasifica como:

Negativo en fase inicial, permanente, pero compatible y de baja relevancia ambiental

Socioeconómico

El proyecto generará impactos positivos asociados principalmente a:

- Generación de empleo
- Empleos temporales durante la construcción
- Empleos permanentes durante la operación
- Dinamización económica
- Incremento en la actividad comercial
- Demanda de bienes y servicios
- Integración al tejido económico local
- Servicios e infraestructura
- Aprovechamiento de infraestructura urbana existente
- Incremento moderado en movilidad

Por lo anterior, el impacto se clasifica como:

Positivo, de intensidad moderada, permanente y de alta relevancia social

I.3.2 Conclusiones

El análisis realizado mediante la metodología de Conesa (1997), aplicado a la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales del proyecto denominado "**Tienda para la venta de autopartes, refacciones y accesorios para automóviles, camionetas y camiones**", permite establecer que los efectos generados sobre el sistema ambiental son, en su mayoría, de baja a moderada intensidad, sin que se identifiquen impactos clasificados como severos o críticos.

Los impactos negativos se concentran principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, asociados a la remoción de vegetación, alteración del suelo y generación de emisiones temporales; sin embargo, estos se caracterizan por ser localizados, temporales o parcialmente reversibles, y susceptibles de ser mitigados mediante la aplicación de medidas adecuadas de prevención y control.

Desde el punto de vista del sistema ambiental, se determinó que el área de estudio presenta:

- Baja fragilidad ambiental, debido a que se trata de un entorno previamente alterado por actividades antrópicas, con vegetación secundaria urbana de baja diversidad y sin presencia de hábitats críticos o elementos ecológicos de alta relevancia.

- Alta capacidad de recuperación, lo que permite que los efectos generados por el proyecto puedan ser asimilados por el medio en periodos relativamente cortos, especialmente considerando la naturaleza urbana del sitio.

Adicionalmente, el proyecto se localiza en un contexto de zona urbana consolidada y altamente intervenida, donde ya existen vialidades, infraestructura y actividades comerciales, lo cual implica que los cambios inducidos por el desarrollo son compatibles con el uso de suelo predominante y no representan una alteración significativa del equilibrio ecológico regional.

En relación con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), correspondiente a una superficie de 3,024.31 m², se concluye que este no implica una pérdida significativa de ecosistemas, dado que la vegetación presente corresponde a cobertura secundaria urbana, sin especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, el proyecto contempla la conservación de un área de 975.69 m², lo cual contribuye a mantener elementos de cobertura vegetal dentro del predio, favoreciendo funciones ecológicas básicas como la infiltración de agua y la regulación microclimática.

Por otra parte, durante la etapa de operación se identifican impactos positivos relevantes, particularmente en el componente socioeconómico, derivados de la generación de empleo, el fortalecimiento de la actividad comercial y la dinamización económica local, lo que incrementa la viabilidad integral del proyecto.

En este contexto, y considerando que:

- Los impactos negativos son mitigables y de baja magnitud,
- No se afectan elementos ambientales críticos ni especies en estatus de protección,
- El proyecto es compatible con el entorno urbano existente,
- Se implementarán medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental,

Se concluye que:

El proyecto es ambientalmente viable, siempre y cuando se dé cumplimiento a las medidas ambientales propuestas y a la normatividad aplicable en materia de protección al ambiente.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evita que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias. En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto con el ambiente.

I.3.3 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas del componente ambiental

A continuación, se presenta la relación de los impactos ambientales identificados, así como las medidas de mitigación aplicables a cada uno de ellos, y los resultados que se esperan de la aplicación de dichas medidas:

Componente(s) ambiental(es) afectado(s)	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	OBJETIVOS	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFECTOS	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA
Aire, suelo y agua	MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIA	P1	El equipo, vehículos y maquinarias utilizadas deberán contar con mantenimiento preventivo que incluya afinación mayor y revisiones periódicas que aseguren su funcionamiento adecuado. 1. Revisar toda la maquinaria que ingrese al predio y retirar la que presente escurrimientos de hidrocarburos. 2. En caso de detectar fallas en la maquinaria o equipo que pudiera dar lugar a escurrimientos durante su operación, trasladar la maquinaria o equipo para cualquier tipo de reparación y/o mantenimiento necesario, a un taller debidamente equipado y autorizado, en donde se cuente con la infraestructura requerida para el desarrollo de estas actividades, y sin riesgo para el ambiente. 3. En caso de no poder trasladar la maquinaria o equipo a un taller, se deberá impedir el escurrimiento de cualquier hidrocarburo al suelo, utilizando charolas y cubetas, cartón o aserrín que pueden ayudar a contener los posibles derrames y posteriormente entregar el material impregnado a la empresa autorizada para su manejo adecuado. 4. Las franelas, estopa y/o demás material impregnado con hidrocarburos o grasas deberá almacenarse en un contenedor etiquetado con tapa, el cual deberá ser entregado a una empresa autorizada en su manejo.	1. Reducir las emisiones de gases contaminantes de los vehículos en el área del proyecto. 2. Minimizar el ruido en áreas colindantes 3. Evitar la contaminación del acuífero por hidrocarburos 4. Evitar la contaminación del suelo por hidrocarburos	Con esta medida se plantea reducir la cantidad de emisiones de los motores de los vehículos y con ello se mejorará el gasto de combustible y reparaciones que pudieran aparecer en la obra y atrasarla, también coadyuva a la reducción del ruido las áreas colindantes, con una buena maquinaria funcionando se reduce la posibilidad de alguna contingencia que puede llevar a un derrame al suelo y al freático. Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción los encargados de realizarla serán las empresas constructoras que se contraten para el desarrollo de las obras autorizadas, en tanto que durante la operación la responsabilidad recaerá en el promovente.	La revisión de la maquinaria se hará a diario previo al inicio de actividades.	P, C	El encargado de obra será el responsable de vigilar el estado de los vehículos en la obra registrando en una bitácora su condición y los días de mantenimiento de la maquinaria. Tales acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente.
Aire	MEDIDAS PARA EL TRANSPORTE DE MATERIAL PÉTREO	P2	Los vehículos que transporten material generador de polvos al sitio deberán disponer de una lona que los cubra para evitar su dispersión, o deberán humedecer el material previo a su traslado al predio. 1. Revisar todos los vehículos de traslado de material que entren al predio. 2. Verificar que cuenten con lonas o el material se haya humedecido previo a su entrada al predio.	1. Evitar la dispersión de polvos derivados del transporte de material pétreo. 2. Evitar la afectación de la calidad del aire. 3. Evitar afectar la salud de los trabajadores, la flora y la fauna.	Previene la afectación de la calidad de aire al evitar la dispersión de polvos derivados del transporte de material pétreo hacia el área del proyecto.	Durante el traslado de material pétreo hacia el sitio.	P,C	El personal encargado del transporte de material pétreo será el responsable de vigilar que todos los vehículos de transporte que entren al predio tengan cubierto el material con lonas o que esté humedecido. Tales acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico.

Componente(s) ambiental(es) afectado(s)	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	OBJETIVOS	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFECTOS	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA
Aire, suelo, agua, flora, fauna y seguridad y salud de los trabajadores	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	P3	Se le brindará capacitación al personal previo al inicio de actividades del proyecto sobre consideraciones para las etapas de preparación de sitio y construcción: las medidas de protección que se deben seguir para prevenir accidentes, manejo adecuado de las herramientas, uso obligatorio de equipos de protección personal, manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y peligrosos, prohibición de la extracción de especies de flora y fauna. 1. Capacitación del personal operativo para el buen desempeño laboral y evitar accidentes, así como con servicios de atención y equipamiento contra eventualidades menores. 2. Se deberá proporcionar al personal el equipo de protección personal (botas, guantes, tapones auditivos, etc.) según los requerimientos de las actividades que se realicen para su uso permanente. 3. Durante la capacitación se deberán dar pláticas sobre el manejo y separación de residuos, y de la extracción ilegal de especies.	1. Prevenir accidentes laborales mediante el manejo adecuado de materiales y herramientas, y correcto uso del equipo de protección personal. 2. Prevenir la contaminación del suelo, agua y aire mediante la separación y manejo adecuados de los residuos sólidos urbanos y peligrosos. 3. Evitar la extracción ilegal de especies de flora y fauna.	Previene la contaminación de los componentes ambientales por la inadecuada disposición de residuos, previene la extracción ilegal de las especies presentes en el predio o en las cercanías. Previene posibles accidentes laborales que afecten la salud de los trabajadores.	La capacitación del personal se realizará previo al inicio de actividades de las etapas del proyecto	P,C.	Se tomará registro fotográfico de las actividades ejecutadas durante la capacitación. El encargado de obra será el responsable de verificar que los trabajadores dispongan del equipo de protección personal en todo momento y que se estén realizando las actividades de manera adecuada.

Componente(s) ambiental(es) afectado(s)	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	OBJETIVOS	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFECTOS	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA
Aire, suelo y agua	UTILIZACIÓN DE LETRINAS	P4	El empleo de letrinas portátiles es una estrategia para el predio en particular que se utilizará durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, posterior a estas etapas se retirará las letrinas portátiles. 1. Se debe rentar una letrina por cada 15 trabajadores. Considerando que la cantidad de personas por sanitario recomendada por la empresa es de 25 personas, se especifica la renta de una letrina por cada 15 trabajadores para la comodidad de estos. 2. Las letrinas deberán ubicarse en áreas de fácil acceso. En caso de no existir sombra natural deberá instalarse una techumbre. 3. Previo a la contratación de la empresa encargada de prestar este servicio se verificará que cuente con las autorizaciones correspondientes para realizar la limpieza y tratamiento de las aguas residuales generadas. 4. En los contratos que se establezcan con las diferentes empresas involucradas en el proceso de construcción de las obras, deberá especificarse la obligatoriedad por parte de la empresa de mantener limpias las letrinas y por parte de los trabajadores de utilizarlos, señalando las sanciones en caso de incumplimiento de las partes.	1. Evitar fecalismos al aire libre. 2. Evitar la contaminación del suelo, agua y atmósfera. 3. Evitar afectar la salud de los trabajadores.	Previene la contaminación del aire, del suelo y del agua subterránea, por fecalismo al aire libre.	Las letrinas estarán disponibles durante las jornadas del personal. La limpieza será realizada semanalmente, como mínimo.	P,C	El encargado de obra será el responsable de vigilar el estado de las letrinas portátiles y que los trabajadores hagan uso de estas, registrando en una bitácora las contingencias que llegarán a ocurrir y la frecuencia en el aseo de las letrinas. Tales acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente, en la etapa operativa se contempla que las aguas residuales *serán canalizadas hacia el sistema municipal de alcantarillado, para el cual se cuenta con la factibilidad*
Aire, suelo y agua	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y PELIGROSOS	P5	Se incluyeron procedimientos (**Anexo 5**) de manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos que se generen durante la preparación del sitio y construcción del proyecto. En él, se prevén las estrategias para reducir los volúmenes de generación, para el almacenamiento temporal y correcta disposición, dirigido a evitar la afectación al medio ambiente. 1. El manejo de los residuos deberá sustentarse en un procedimiento, el cual deberá apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. 2. Dicho procedimiento establece los procesos y procedimientos para el manejo de cada tipo de residuos sólidos, así como la infraestructura necesaria para su almacenamiento temporal y disposición.	1. Establecer las estrategias más adecuadas para manejar correctamente los residuos que se generen durante las dos primeras etapas del proyecto. 2. Evitar afectaciones a los distintos factores del medio por una mala disposición y manejo de los residuos sólidos y líquidos.	1. Previene la contaminación del aire, del suelo y del agua subterránea, por la disposición inadecuada de residuos. 2. Reduce la proliferación de fauna nociva. 3. Evita el deterioro del paisaje. 4. Promueve la salud y calidad de vida de los trabajadores.	Los residuos sólidos urbano y peligrosos serán almacenados cuando se generen en contenedores adecuados y dispuestos de acuerdo con la empresa contratada, en un plazo no mayor establecido por las normas aplicables.	P,C,O	Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará el seguimiento de medidas registrándolas en una bitácora y cuyas acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente, en la operación será el promovente el encargado de dar seguimiento a la separación de residuos que en este caso serán excesivamente domésticos.
Flora, fauna y suelo	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL	P6	Esta medida se refiere a la delimitación de la zona de	Establecer los pasos a seguir	1. Mitiga la afectación a la fauna por la reducción de	Esta medida será ejecutada durante la etapa de preparación del sitio,		El supervisor de las actividades de

Componente(s) ambiental(es) afectado(s)	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	OBJETIVOS	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFECTOS	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA
	CAMBIO DE USO DEL SUELO PARA LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN		remoción de la vegetación la cual será de manera paulatina de manera tal, que permita a la fauna migrar a sitios de menor perturbación (aunado a la aplicación de las actividades de ahuyenta, rescate y reubicación de individuos de fauna) en el **Anexo 5** del estudio en evaluación se incluye el procedimiento de delimitación del área de desmonte. Además, con esta medida se pretende prevenir la afectación por la remoción de la vegetación en áreas que no correspondan al CUSTF. 1. Las áreas autorizadas para el CUSTF se verificarán con el plano del proyecto autorizado y con apoyo de GPS para encontrar las coordenadas delimitantes de los polígonos de CUSTF autorizados. 2. La delimitación del área de CUSTF se realizará con ayuda de materiales tales como la cal, pintura, varillas, estacas o cintas de señalización que permitan ubicar visualmente los límites del área autorizada. 3. La remoción de la vegetación será hacia el área de cambio de uso de suelo y no hacia los costados, facilitando así el desplazamiento de la fauna hacia las áreas colindantes. 4. Previo a la remoción de la vegetación se realizará una revisión del área de CUSTF para detectar especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de importancia ecológica y forestal, para posteriormente rescatarlas y reubicarlas en un lugar en donde queden fuera de peligro de afectación.	para la delimitación del área autorizada para el CUSTF, establecer los pasos a seguir para la ejecución de la remoción de la vegetación, y reducir la afectación de áreas adyacentes al proyecto. Este procedimiento tiene como finalidad establecer los lineamientos necesarios para la delimitación del área autorizada para el CUSTF y la remoción de la vegetación y despalme durante la preparación del sitio para la construcción del proyecto con el objetivo de minimizar el riesgo ambiental que representa esta actividad.	su hábitat, dándole oportunidad de desplazarse a sitios con menor perturbación. 2. Evita la generación de gran cantidad de partículas suspendidas como polvos al exponerse el suelo sin vegetación por más tiempo del necesario. 3. Se evita afectar a otras zonas de vegetación no autorizadas.	previo al inicio de las actividades de remoción de la vegetación.		desmonte será el encargo de verificar que se cumpla con esta medida, registrando con evidencia fotográfica el cumplimiento.
Flora, fauna y suelo	PROCEDIMIENTO DE DESMONTE DIRECCIONADO	M1	Esta medida hace referencia al procedimiento a seguir para la realización de las actividades de remoción de vegetación. Estas consisten en el retiro de maleza, arbustos y en general de toda la vegetación, tomando las precauciones necesarias para no dañar a la vegetación que está fuera del área de CUSTF solicitada. Las actividades de remoción de vegetación generarán los siguientes residuos orgánicos: ramas, raíces descubiertas y hojas.	Este procedimiento tiene como finalidad establecer los lineamientos necesarios la ejecución del desmonte y despalme durante la preparación del sitio para la operación del proyecto con el objetivo de minimizar el riesgo ambiental que representa esta actividad. 1. Para la construcción del proyecto será necesaria la remoción de la	1. Mitiga la afectación a la flora, ya que promueve la concientización del personal en preservar los árboles que no interfieran en la obra. 2. Establece las pautas a seguir para la ejecución de las actividades de desmonte y despalme, con el fin de que se realicen de manera direccionada y progresiva. 3. Reducir la afectación de áreas adyacentes al proyecto.	Esta medida será ejecutada durante la etapa de preparación del sitio, durante la remoción de vegetación.		El residente de obra, o su designado, es responsable de que el personal a su cargo realice las actividades consideradas en este procedimiento. Todo el personal involucrado en las actividades es responsable de ejecutar los trabajos como se describe en este procedimiento.

Componente(s) ambiental(es) afectado(s)	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	OBJETIVOS	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFECTOS	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA
				cubierta vegetal, por lo que será necesario el corte y desalojo de la vegetación realizado en forma mecanizada y manual, además dicha actividad se realizará conforme avance el proyecto. 2. No se permitirá el uso de herbicidas u otros productos químicos para remover la vegetación. 3. La deforestación será progresiva, desmontando una superficie determinada y posteriormente otra superficie adyacente, cuando esta vaya a aprovecharse. De esta forma, se dará oportunidad a la fauna de desplazarse hacia sitios colindantes.				
Flora	PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA	M2	Medida de mitigación que consiste en la extracción de especies vegetales previo al inicio de obra. Dicha extracción apoyada en un proceso de selección que será basado en las características intrínsecas de la especie, así como su valor de importancia, estatus jurídico, capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez o catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, también se evita que se extraiga clandestinamente a la flora local. Es importante mencionar que, dentro del área sujeta a CUSTF no se encontraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se registraron 3 especies endémicas de la región: *Diospyros anisandra*, *Cnidoscolus souzae* y *Coccoloba spicata*, las cuales serán prioritarias durante el proceso de rescate y reubicación de individuos. Además, se rescatarán especies arbóreas, que cumplen funciones ecológicas importantes para el ecosistema en general, las cuales cuentan	1. Minimizar el impacto sobre la biodiversidad contribuyendo a la conservación de las poblaciones de especies vegetales nativas de la región. 2. Mitigar el impacto que conlleva el desarrollo del proyecto sobre la vegetación. 3. Identificar mediante criterios legales, ecológicos y particulares, aquellas especies de ser rescatadas; y en cuyo caso, su rescate contribuirá con la conservación de la flora nativa de la región. 4. Contribuir a salvaguardar el germoplasma de	Minimiza los impactos derivados del desmonte del predio, contribuyendo a salvaguardar el germoplasma de las especies seleccionadas dentro de las que se consideran las especies citadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas de la región.	El rescate selectivo ocurre previo al inicio del desmonte de la superficie que se autorice a desmontar. Esto es, durante la etapa de preparación del sitio.		Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará seguimiento a esta medida, registrando las actividades correspondientes en una bitácora, mismas que se reportarán por medio de un informe de seguimiento, complementado con un registro fotográfico y la documentación pertinente.

Componente(s) ambiental(es) afectado(s)	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	OBJETIVOS	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFECTOS	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA
			con una muy acelerada capacidad de crecimiento y colonización de espacios, así como en campo se identificaron altas densidades; a considerar son: *Vachellia collinsii, Cascabela gaumeri, Ficus maxima, Godmania aesculifolia, Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala, Lonchocarpus rugosus, Lysiloma latisiliquum, Neea psychotrioides* y *Piscidia piscipula*. En el **Anexo 6** del se incluye un programa de rescate y reubicación de flora detallado. Entre las especies que se seleccionen para rescatar deberán considerarse las que se encuentran bajo estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.	las especies silvestres sobre todo las listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.				
Flora	ESTABLECIMIENTO DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN	M3	Se designarán áreas específicas dentro del predio para la ubicación de los individuos forestales rescatados. Esta medida de mitigación contempla el establecimiento de una superficie de **975.69 m²** como área de conservación dentro del área del proyecto, en donde se mantendrá la vegetación y el suelo natural, así como las especies de fauna silvestre que ahí habitan. 1. Se presentará a través de un plano georreferenciado (Ver Anexo 2) la ubicación de las áreas verdes y/o áreas de conservación en las que se reubicarán los individuos sujetos a rescate. 2. Los individuos de las especies que se sembrarán y que serán ubicadas en estas áreas serán principalmente aquellas que son endémicas de la región. 3. Se realizará mantenimiento a las áreas verdes y a las áreas de conservación para procurar la supervivencia de los individuos rescatados.	1. Lograr la protección y conservación de las especies de flora destinadas a ser removidas por el CUSTF. 2. Minimizar el impacto sobre la biodiversidad contribuyendo a la conservación de las poblaciones de especies vegetales nativas de la región dentro del área del proyecto. 3. Mitigar el impacto que conlleva el desarrollo del proyecto sobre la vegetación. 4. Mantener en buenas condiciones los individuos de especies que fueron sujetos a rescate y reubicación.	Minimiza el impacto ocasionado por la remoción de la vegetación en el predio. Minimizar la afectación a las poblaciones silvestres presentes en el área del proyecto, proporcionar un espacio para la conservación de la vegetación en la que esta pueda seguir prestando importantes servicios ecosistémicos.	Las áreas verdes y para la conservación de especies serán designadas previo al inicio de actividades del proyecto; durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se delimitarán estas zonas para efectuar las actividades de reubicación de especies; en la etapa de operación se realizará la poda y el cuidado de estas áreas.		Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará seguimiento a esta medida, registrando las actividades correspondientes en una bitácora, mismas que se reportarán por medio de un informe de seguimiento, complementado con un registro fotográfico y la documentación pertinente.

Componente(s) ambiental(es) afectado(s)	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	OBJETIVOS	IMPACTOS AMBIENTALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFECTOS	PERIODICIDAD DE APLICACIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA
Fauna	PROGRAMA DE RESCATE Y PROTECCIÓN DE FAUNA SILVESTRE	M4	Previo a las actividades de desmonte se recorrerán los sitios de cambio de uso de suelo con el fin de verificar presencia de nidos, madrigueras o especies de lento desplazamiento. En el área del proyecto no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se prestará atención a las especies endémicas registradas: *Icterus cucullatus*. 1. Se deberá favorecer el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habita o incide en el predio que ocupará el proyecto durante las etapas que implique el desarrollo de este. 2. Se establecerán las acciones que promuevan el respeto a la fauna silvestre que habite y/o pueda incidir de manera temporal en el predio. 3. Se promoverán estrategias de conservación de la fauna silvestre, fomentando los vínculos de convivencia. Las acciones señaladas podrán consistir en talleres o pláticas sobre importancia de especies de fauna silvestre, así como la impresión de folletos y lonas alusivos al respeto de la fauna.	1. Favorecer el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habita o incide en el predio que ocupará el proyecto, durante las etapas que implique el desarrollo de este. 2. Establecer los procedimientos para evitar o mitigar los impactos negativos de las especies consideradas. 3. Establecer las acciones que promuevan el respeto a la fauna silvestre que habite y/o pueda incidir de manera temporal en el predio.	Minimiza los impactos que pudieran derivarse del desarrollo de las obras sobre las poblaciones de animales, favoreciendo su libre desplazamiento, principalmente de aquellas especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas endémicas de la región.		Esta medida será de aplicación durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará seguimiento a esta medida, registrando las actividades correspondientes en una bitácora, mismas que se reportarán por medio de un informe de seguimiento, complementado con un registro fotográfico y la documentación pertinente.

Anotaciones: Etapa de preparación del sitio (P), Etapa de Construcción (C) y Etapa de Operación y Mantenimiento (O).

Además, se establecerá un programa de vigilancia ambiental que permita disminuir las posibles afectaciones en el área del proyecto, garantizar la protección de los recursos naturales, así como verificar el cumplimiento de la legislación durante todas las etapas del proyecto. El principal objetivo del programa de vigilancia ambiental es la identificación de los impactos generados y de los componentes ambientales que están siendo afectados. Este contempla la programación de actividades de vigilancia y protección ambiental, considerando la normatividad ambiental correspondiente.

El programa de vigilancia permitirá evitar o minimizar en la medida de lo posible los impactos identificados en el **presente capítulo** de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y validar los avances del desarrollo de la obra. Asimismo, este programa pretende identificar los impactos no previstos que puedan surgir durante el desarrollo de actividades del proyecto.

Para este fin se conformará un equipo de trabajo especializado en conjunto con la ayuda del procedimiento de supervisión ambiental con la finalidad de dar el seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas, cuya función sea en primera instancia asegurar el cumplimiento de las medidas que sean incluidas en los resolutivos de autorización.

Como parte de su trabajo deberá comprobar el cumplimiento de las medidas y proponer otras nuevas medidas de mitigación o control, en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas. De igual manera, se deberán detectar los impactos no previstos en el estudio y adoagu las medidas de mitigación pertinentes. Con ello, se retroalimentará el programa de manejo ambiental y éste se ajustará con una nueva matriz de planeación. Para hacer más eficiente el seguimiento y control, este equipo deberá auxiliarse del empleo de indicadores, tanto para los impactos, como para las medidas de prevención, mitigación o compensación.

INDICADORES DE FUNCIONABILIDAD DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

- El sitio debe estar libre de escurrimientos y fugas de aguas residuales hacia el suelo.
- No hay evidencias de defecación al aire libre por parte de los trabajadores.
- No hay evidencia física de contaminación del suelo con grasas, aceites, hidrocarburos, detergentes u otros químicos. Ni de residuos de estopas o envases que hayan contenido dichas sustancias.
- Los residuos peligrosos se disponen en un sitio especialmente para su disposición temporal y la recolección estará a cargo de una empresa debidamente certificada y autorizada.
- Se realiza el rescate de vegetación previo al inicio de actividades y se asegura su sobrevivencia, ya sea dentro o fuera del predio.
- Las áreas que conservan la vegetación deben estar libres de residuos sólidos urbanos, de construcción y de heces fecales.
- No se realizan obras diferentes a las autorizadas.
- No se debe observan la presencia de fauna nociva en el área.

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL *1*

V.1 Presentación de la información 1

V.2 Glosario de términos 2

V.3 Bibliografía y referencias 5

I. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 Presentación de la información

Se presenta un documento impreso, y cuatro discos compactos con la información.

I.1.1 Documentación legal

Anexo 1. Documentación legal.

I.1.2 Imágenes y otro anexo

Anexo 2.1. Mapa de Ubicación
Anexo 2.2. Planos del Proyecto
Anexo 2.3. Identificación del responsable técnico
Anexo 2.4. Programas aplicables al proyecto
Anexo 2.5. Procedimientos aplicables al proyecto
Anexo 2.6 Memoria fotográfica
Anexo 2.7 Resumen ejecutivo

I.1.3 Estudios específicos

I.1.4 Memorias de cálculo

Anexo 4.1 Bases de datos de flora y fauna
Anexo 4.2 Matriz de impacto
Anexo 4.3 Cálculos de consumo
Anexo 4.4. Cálculos de emisiones

I.2 Glosario de términos

Términos CUSTF

Área agropecuaria: Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.

Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios: Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

Área de maniobras: Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

Área rural: Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

Área urbana: Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta 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.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: 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.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de compensación: Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Vegetación natural: Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.

Glosario TURÍSTICO

Arrecife: Banco formado en el mar por rocas, puntas de roca o políperos y llega casi a flor de agua.

Banco de material: Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

Batimetría: Representación gráfica de las curvas de igual profundidad.

Braza: Medida de longitud usada en la marina equivalente a 1.829 metros del sistema inglés, 1.624 metros del francés; y 1.671 metros del español.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Calado: Profundidad a la cual se sumerge el barco en el agua, marcada siempre en números en proa y popa del barco; el máximo calado permitido del buque está indicado por la línea de máxima de inmersión.

Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Dársena: Parte interior y resguardada de un puerto, en donde las embarcaciones realizan operaciones de maniobrabilidad.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Desmonte: Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

Draga: Barco provisto de maquinaria especial para extraer materiales sólidos de los fondos o lechos marinos, en los canales de los puertos, ríos y esteros a fin de mantener las profundidades adecuadas.

Dragado: Acción de ahondar y limpiar de fango y arena los puertos, esteros, lagunas costeras, ríos, canales.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Embarcación: Barco, nave, vehículo para la navegación por agua.

Escollera: Rompeolas, obra de resguardo en los puertos, hecha con rocas arrojadas sin orden al fondo del agua, para defender de la mar de fuera una cala, puerto o ensenada.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Espigón: Trozo de muelle que se deriva de otro principal para aumentar el abrigo de un puerto.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Marina turística: Es el conjunto de instalaciones marítimas y terrestres construidas para proporcionar abrigo y servicios a embarcaciones de recreo y deportivas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambienta les existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Muelle: Estructura edificada en la orilla del mar, de un estero o laguna costera, de un río o dentro de algún cuerpo de agua continental, para permitir el atraque de las embarcaciones y poder efectuar carga y descarga de mercancía o personas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Relleno: Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la zona donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Zona de tiro: Área destinada al depósito del material dragado en el continente.

I.3 Bibliografía y referencias

AOU. 2002. The American Ornithologists Union Check-list of North American Birds. 7a edition. Allen Press, Lawrence, Kansas, U.S.A. 829 pp.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 212 p.

Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durán, R. Jiménez Rosemberg, E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez (coords). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias: fichas técnicas y mapa (escala 1:4,000,000). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 142 pp.

Bibby, C., N. Burgess y D. Hill. 1993. Bird Census Techniques. Academic Press Limited. San Diego, CA. 257 p.

Byron, H. 2000. Biodiversity and Environmental Impact Assessment: A good practice guide for road schemes. The RSPB, WWF-UK, English Nature and the Wildlife Trusts, Sandy. 119 p.

Campbell, Jonathan A. 1998 Amphibians & Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatan & Belize.

Ceballos, G. y G., Oliva. (2005). Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. Eds. ISBN 970-9000-30-6. México, D.F.

CMAP. 1999. Clasificación Mexicana de Actividades Productivas.

Comisión Nacional del Agua. 2015. "Diagnóstico de la Región Hidrológico-Administrativa XI Frontera Sur". Subdirección General de Programación. México, D.F.

CONANP - SEMARNAT. 2006. Programa de conservación y manejo del área de protección de flora y fauna Otoch ma'ax yetel kooh, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales eds. México D.F. ISBN 968-817-834-9. 146 p.

CONANP - SEMARNAT. 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales eds. México D.F. 214 p.

Corn, P. y R. Bury. 1990. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. USDA Forest Service. 34 p.

Diario Oficial de la Federación. 1982. "Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido". México, Distrito Federal. 06 de Diciembre de 1982.

Diario Oficial de la Federación. 1988. "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". México, Distrito Federal. 28 de Enero de 1988.

Diario Oficial de la Federación. 1988 c. "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera". México, Distrito Federal. 25 de Noviembre de 1988.

Diario Oficial de la Federación. 1992. "Ley de Aguas Nacionales". México, Distrito Federal. 27 de Noviembre de 1992.

Diario Oficial de la Federación. 1993. "Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente". México, Distrito Federal. 2006.

Diario Oficial de la Federación. 1994. "Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición". México, Distrito Federal. 15 de Diciembre de 1994.

Diario Oficial de la Federación. 1996. “Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”. México, Distrito Federal. 11 de Diciembre de 1996.

Diario Oficial de la Federación. 1997. “Reglamento Federal de Seguridad. Higiene y Medio Ambiente de Trabajo”. México, Distrito Federal. 21 de Enero de 1997.

Diario Oficial de la Federación. 1997 b. “Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible”. México, Distrito Federal. 22 de Abril de 1997.

Diario Oficial de la Federación. 1999. “Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible”. México, Distrito Federal. 06 de Agosto de 1999.

Diario Oficial de la Federación. 2000. “Ley General de Vida Silvestre”. México, Distrito Federal. 03 de Julio de 2000.

Diario Oficial de la Federación. 2006. “Reglamento de la Ley de General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos” México, Distrito Federal. Noviembre de 2006.

Diario Oficial de la Federación. 2010. “Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo”. México, Distrito Federal. (Nota: Se consolidaron las dos versiones que tenías, dejando la fecha oficial de publicación correcta).

García, E. 1973. “Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen”. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.

Glasson J., R. Therivel y A. Chadwick. 1999. Introduction to Environmental Impact Assessment. 2nd Edition. Spon Press. USA. 496 p.

Hall, E. y K. Kelson. 1959. The Mammals of North America. The Ronald Press Company. New York.

Heyer, W.R. y K.A. Berven. 1973. Species diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites. Ecology 54(3):642-645.

Heyer, W., M. Donelly, R. McDiarmid, L. Hayek y M. Foster. 1994. Medición y monitoreo de la Diversidad Biológica, Métodos estandarizados para anfibios. Smithsonian Institution Press. 364 p.

Howell, S. Y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. USA. 851 pp.

Lee, J.C. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the maya world. Cornell University. U.S.A. 402 p.

Lips, K, J. Rehacer, B. Young y R. Ibáñez. 2001. Monitoreo de anfibios en América Latina: Manual de Protocolos. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Herpetological Circular No.30. 122 p.

Milne, L. y Milne, M. 1980. Field Guide to North American Insects and Spiders. The Audubon Society. Published by Alfred Knopf. New York. 989 p.

Miranda, F. y Hernández, E. 1963. Los tipos de Vegetación de México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. (28): 29-179.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. España. 84 pp.

Mound, L. 1995. Insectos. Miniguía. Audrey y CONACULTA. México. 160 p.

Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (http://www.conabio.gob.mx .México).

Navarro S., A. AICA: C-42, Pantanos de Centla. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (http://www.conabio.gob.mx .México).

Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México: SCIAN 2018 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. - México: INEGI, c2018. 598 P.

Sistema de Integración Centroamericana. 1999. Lista de fauna de importancia para la conservación en C.A. y Méx.: listas rojas, listas oficiales y especies en apéndices CITES. UICN-WWF. Costa Rica. 230 pp.

Sosa V., J. S. Flores, V. Rico-Gray, R. Lira y J. J. Ortiz. 1985. Etnoflora Yucatanense; Lista Florística y Sinonimia Maya. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz; México. 225 p.

Treweek, J. 1999. Ecological Impact Assessment. Blackwell Science Ltd. UK. 351 p.

UNESCO/FAO. 1972, en CARBALLAS T et al., 1981. Clave para la clasificación de los suelos (UNESCO-FAO). Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Madrid.

Universidad Autónoma de Yucatán. 1999. Atlas de procesos territoriales de Yucatán. México. 388 pp.

Villasuso, P.M. y Méndez, R.R. 2000. “Modelo Conceptual del Acuífero de la Península de Yucatán”. En “Población, Desarrollo y Medio Ambiente en la Península de Yucatán: De los Mayas al 2030”. Publicación en inglés de IIASA. Reporte RR-00-14. pp. 120-139.

BIBLIOGRAFÍA DE LA FLORA Y FAUNA POTENCIAL

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2026). Enciclovida: Plataforma de consulta de las especies de México. CONABIO. https://enciclovida.mx/

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2026). Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). CONABIO. https://www.snib.mx/

Naturalista. (2026). Ciencia ciudadana y registros de ocurrencia para la Península de Yucatán. CONABIO / iNaturalist. https://www.naturalista.mx/

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). La biodiversidad en Quintana Roo: Estudio de Estado (Vols. 1-2). CONABIO. https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7212.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Inventario Nacional de Vivienda y actualización de Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación: Serie VI (Quintana Roo). INEGI. https://www.inegi.org.mx/

Cornell Lab of Ornithology. (2026). eBird: An online database of bird distribution and abundance [Playa del Carmen y Municipio de Solidaridad]. Cornell Lab of Ornithology. https://ebird.org/

Villarreal-Quintal, K., Ceballos, G., & Medellín, R. A. (2014). Diversidad y conservación de los mamíferos de la Península de Yucatán. En Biodiversidad de la Península de Yucatán (pp. 235-256). Universidad Autónoma de Campeche.

Carnevali, G., Tapia-Muñoz, J. L., Duno de Stefano, R., & Ramírez-Morillo, I. M. (2010). Flora ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY).