Capítulo I

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....1
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO....1
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO....1
I.2 DATOS GENERALES DEL 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 CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL 1
I.2.5 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE....1
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....1
I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL....1
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP....2
I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO....2
I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO....2
I.4 DATOS GENERALES DEL PROYECTO....4
I.4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO....4
I.4.2 DURACIÓN DEL PROYECTO....6
I.4.3 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN....7
I.5 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS....7
I.5.1 NATURALEZA DEL PROYECTO....7
I.5.2 SELECCIÓN DEL SITIO....8
I.5.3 DIMENSIONES DEL PROYECTO....9
I.6 COSTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO....14
I.7 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA....14
I.8 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.... 16
I.9 CARACTERÍSCTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO....20
I.10 DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO....23
I.10.1 ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO....25
I.10.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN....29

I.10.3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....36
I.10.4 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS.....36
I.10.5 CIERRE Y ABANDONO DEL SITIO.....38
I.10.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....38
I.10.7 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.....41

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

DESARROLLO INMOBILIARIO HABITACIONAL “PARAÍSO SANTA FÉ II”.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Casas, Desarrollos y Promoción en Cancún, S.A. De C.V. (Ver documentación legal digital en anexo 02).

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

CDP850415EE6 (Ver RFC digital e impreso en anexo 02).

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

[redacted]

I.2.4 CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL

[redacted]

I.2.5 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE

[redacted]

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

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental S.C.P.

I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP

SIC0706066UA

I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Biol. Julio César Canto Martín [redacted]

Colaboradores:

[redacted]

[redacted]

I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[redacted]

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

_____

Biol. Julio César Canto Martín.

[redacted]

I.4 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El predio del proyecto Desarrollo Inmobiliario Habitacional Paraíso Santa Fe II, se ubica en la Región II denominada Región Noroeste, en la ciudad de Mérida, específicamente en el tablaje 41744 de la localidad de Caucel, Yucatán. A continuación, se presenta la ubicación particular del proyecto (Anexo 1):

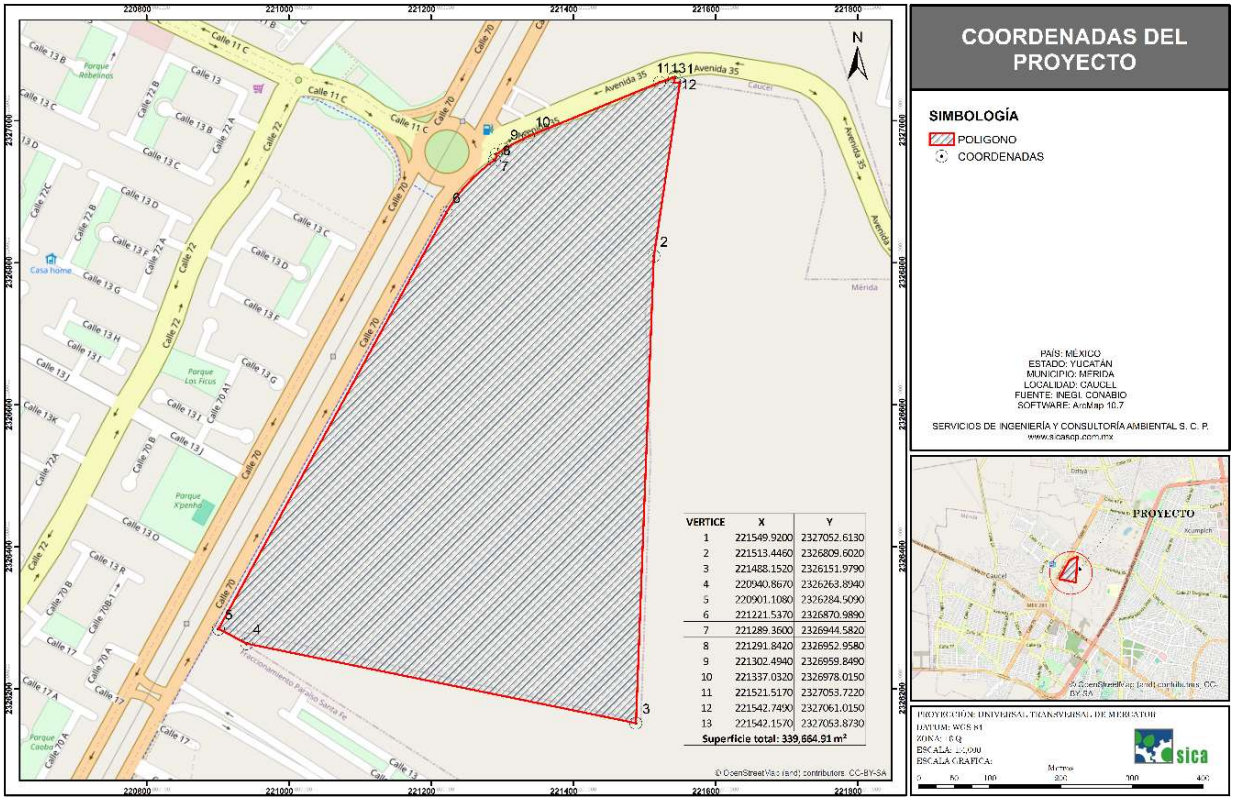


Figura I.1. Ubicación local del proyecto en el estado de Yucatán.

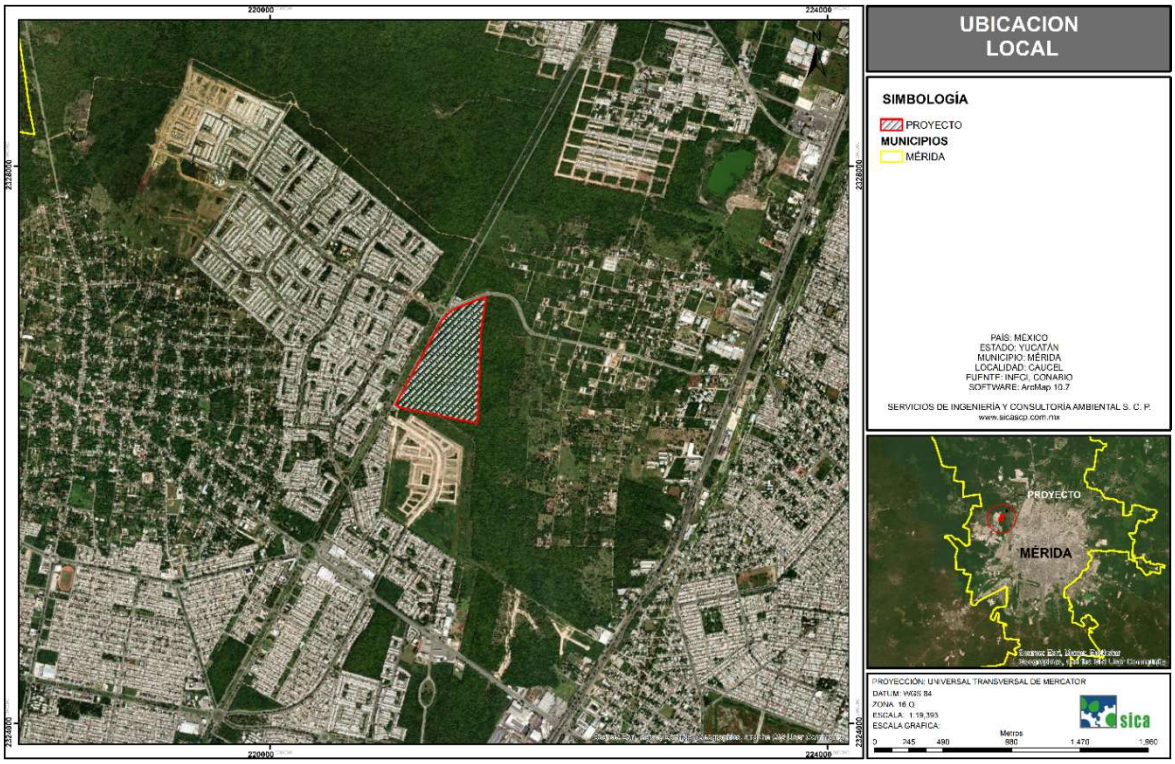


Figura I.2. Ubicación local del proyecto en el estado de Yucatán.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforma el polígono del proyecto, descritas en unidades UTM (Datum WGS84, Zona 16 Q) (figura I.2 y tabla I.1.).

Tabla I.1. Coordenadas geográficas en UTM (Datum WGS84, zona 16Q) del polígono del proyecto.

TABLAJE 41744		
VÉRTICE	**X**	**Y**
1	221549.9200	2327052.6130
2	221513.4460	2326809.6020
3	221488.1520	2326151.9790
4	220940.8670	2326263.8940
5	220901.1080	2326284.5090
6	221221.5370	2326870.9890
7	221289.3600	2326944.5820
8	221291.8420	2326952.9580
9	221302.4940	2326959.8490
10	221337.0320	2326978.0150
11	221521.5170	2327053.7220
12	221542.7490	2327061.0150
13	221542.1570	2327053.8730
SUPERFICIE TOTAL DEL PROYECTO	**339,664.912 M² (33.96 HA)**	

Es importante mencionar que el predio NO se ubica en una zona de riesgo; es decir, es nula de actividades sísmicas. Actualmente el sitio presenta vegetación de selva baja caducifolia con elementos arbustivos-arbóreos principalmente. Entre las localidades más cercanas se encuentra la localidad de Dzityá (al norte), el municipio de Susulá (sur), el municipio de Ucú (al poniente) y el centro de Mérida (este). En cuanto a la vía principal de acceso al predio, es por Anillo Vial Metropolitano en calle 70, existiendo otro acceso en calle 35.

Este proyecto traerá beneficios a la población cercana debido a la generación de algunos empleos temporales y permanentes, contribuyendo de tal manera a un mejor desarrollo económico a nivel local, atendiendo la demanda existente de infraestructura básica y de espacios para nuevos desarrollos.

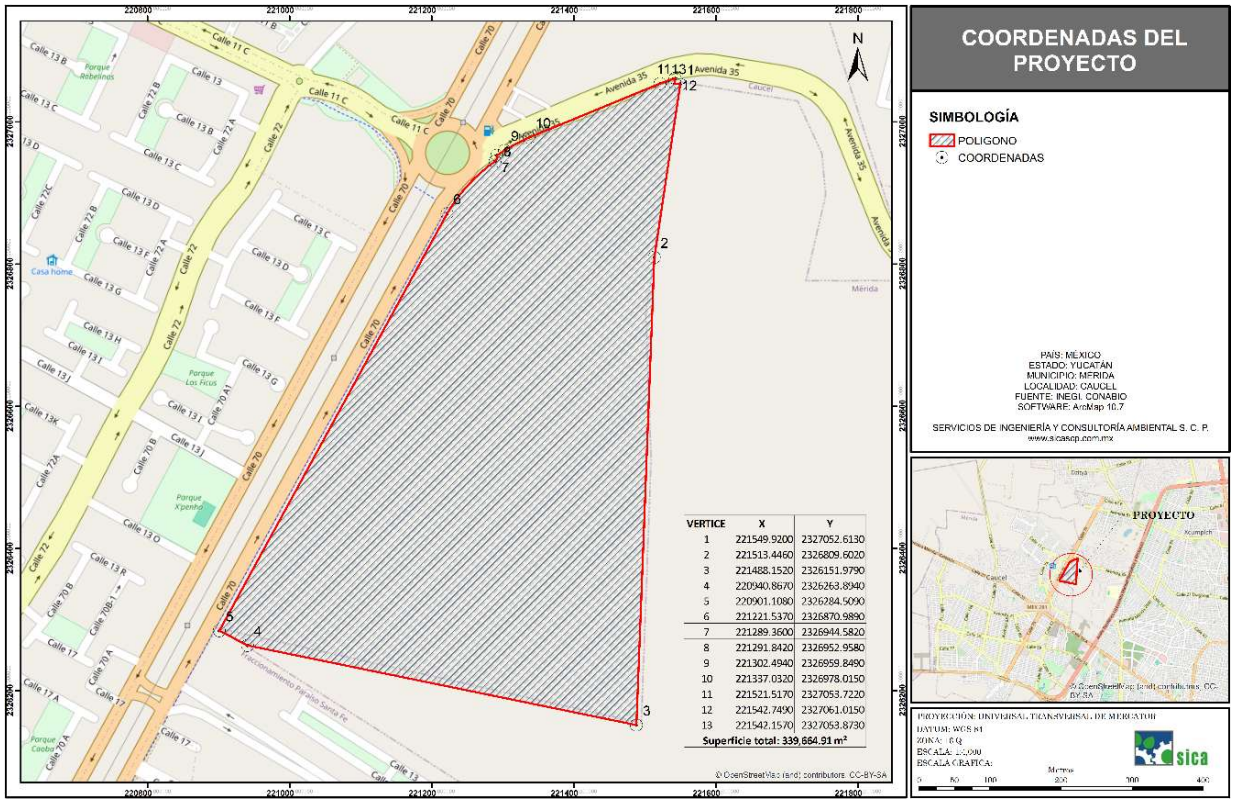


Figura I.3. Coordenadas geográficas del proyecto.

I.4.2 DURACIÓN DEL PROYECTO

Las obras y componentes que integran el proyecto se realizarán de manera consecutiva, por lo que la construcción plantea llevarse a cabo en un periodo aproximado de **3 años (12 Trimestres),** facilitando de tal forma la consecución de recursos que permitan concluir la obra en el tiempo establecido.

En cuanto al tiempo de vida útil es indefinido, ya que se espera que las estructuras permanezcan por un largo periodo de tiempo, recibiendo un mantenimiento constante y preservándolos como integrantes permanentes del paisaje local.

I.4.3 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Ver **anexo 02,** donde se adjunta la documentación legal del proyecto.

I.5 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS.

I.5.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

Como se describe con anterioridad, el presente estudio se refiere a la evaluación y mitigación de los impactos ambientales generados por el proyecto **Construcción de Desarrollo Habitacional Paraíso Santa Fe II**.

Esta es una obra nueva que contempla el Cambio de Uso de Suelo para la construcción de viviendas unifamiliares y lotes comerciales, así como la construcción de infraestructura que formará parte de las obras de urbanización, brindando servicios básicos al desarrollo.

El predio objeto del proyecto cuenta con una superficie de **339,664.91 m^2** (**33.96 ha**). Dentro de dicha superficie se mantendrán áreas verdes, las cuales ocuparán una superficie de **10,190.00 m^2,** La obra contempla, además, la lotificación de terrenos, entendiendo por lotificación, a la subdivisión del predio en manzanas. De manera que el futuro desarrollo estará conformado por 847 lotes (para construcción de viviendas unifamiliares, comercio y hito urbano). Además, contará con equipamiento y vialidades, (calles, banquetas, camellones).

Las superficies cubiertas con vegetación "áreas verdes" darán continuidad con la prestación de servicios ambientales típicos de las selvas, tales como la captación e infiltración del agua, captura de bióxido de carbono, generación de oxígeno, protección del suelo, de la flora y fauna silvestre y en general conservación de la biodiversidad de la región.

Los servicios con los que se pretenden dotar son con red de drenaje sanitario, red de agua potable, red eléctrica para las futuras viviendas unifamiliares y alumbrado público, pavimentación de vialidades, aceras de concreto y sistema colector de aguas pluviales. Es importante también mencionar que para el proyecto no se producirán residuos peligrosos o alguno diferente a los descritos para este estudio. Tampoco generarán actividades consideradas como riesgosas.

El presente proyecto cuenta con la capacidad de aportación de beneficios económicos a los pobladores locales, haciendo uso de los recursos ambientales como son: la vegetación nativa, el entorno y los valores culturales, todo ello de una manera sustentable, evitando la generación de desarrollos irregulares mismos que generan cambios de uso de suelo indiscriminados, afectando negativamente elementos ambientales tales como: la cobertura vegetal, la biodiversidad y el recurso hídrico.

I.5.2 SELECCIÓN DEL SITIO

El predio objeto del proyecto tiene régimen de propiedad privada y se encuentra legalmente delimitado, considerando el predio como adecuado puesto que el sitio, así como su entorno cuentan con los atractivos naturales deseables para la formación de nueva infraestructura inmobiliaria; lo que permitirá un desarrollo de buen nivel al lotificar e introducir viviendas unifamiliares, vialidades, electrificación y agua entubada, siendo la introducción de los demás servicios, el siguiente paso.

- **CONDICIONES DEL SITIO.**

El predio bajo estudio se encuentra en un terreno rústico que presenta vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia en medio grado de recuperación.

- **CERTEZA LEGAL DEL PREDIO.**

Existe la certeza legal de la superficie del terreno (Tablaje 41744 perteneciente a la localidad de Caucel, municipio de Mérida, Yucatán), donde se pretende desarrollar el proyecto (Ver Anexo 03 de este estudio).

- **PATRIMONIO CULTURAL**

En el predio no se encontraron zonas de patrimonio cultural ni sitios arqueológicos que pudieran verse afectados con la implementación del proyecto.

- **HIDROLOGÍA**

De acuerdo a su ubicación, se encuentra inmerso en la Región Hidrológica Prioritaria: **RHP-102- Anillos de cenotes**; esta región cuenta con una extensión de 16, 214.82 km^2 y presenta variados tipos de vegetación, como dunas costeras, manglares, tulares, carrizales, tasistales, ambientes riparios, de palmar inundable, matorral espinoso, selva mediana subcaducifolia, petenes, selva baja caducifolia, etc. Las actividades económicas principales son: pesca, agricultura, avicultura, ganadería y turismo, extracción de madera y sal, apicultura y cacería. Su principal problemática es la modificación del entorno que sufre por extracción inmoderada de agua y deforestación.

- **REGIONES NATURALES PRIORITARIAS**

El proyecto no se localiza dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), Región Terrestre Prioritaria (RTP), ni dentro del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) Costa de Yucatán. No obstante, se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 102 Anillo de Cenotes y Región Marina Prioritaria (RMP) denominado Sisal-Dzilam y a pesar de que no se encuentra dentro del Área Natural Protegida Protegida (ANP), se encuentra a 4 km del Área Natural Protegida de Dzibilchantún, por lo que se tomarán las medidas pertinentes para la protección y conservación de estas áreas, evitando su afectación.

I.5.3 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en el **tablaje catastral 41744** de la localidad de Caucel, municipio de Mérida, Yucatán. El terreno cuenta con una superficie total de 339,664.91 m^2 (33.9664 ha). Sin embargo, para el área vendible ocupará un área de **190,764.21 m^2**, es decir, el 56.16% de la totalidad del proyecto para uso habitacional, comercial e hito urbano; en cuanto a la infraestructura esta contará con una superficie de 114,934.04 m^2 (33.84%). La superficie restante hace referencia al área de destino y corresponde a las áreas verdes, parques y amenidades, misma que ocupará 33,966.66 m^2 (10.00%) del área total. A continuación, se muestra el detalle de las superficies de ocupación del predio, así como el desglose de obras (tabla I.2):

Como se observa en la tabla I.2 y figura I.3, las obras que integran el proyecto son las siguientes: áreas vendibles, vialidades (andadores, calles, banquetas) y áreas verdes. A continuación, se desglosa el cuadro con las superficies del proyecto:

Tabla I. 2. Superficies de ocupación por el proyecto.

SUPERFICIE DE OCUPACIÓN	SUPERFICIE (m²)	PORCENTAJE
ÁREA VENDIBLE	**190,764.21**	**56.16**
Viviendas unifamiliares (835 viviendas)	173,330.71	51.03
Comercio	17,193.50	5.06
Hito urbano	240.00	0.07
ÁREA DE DESTINO	**33,966.66**	**10.00**
-Equipamiento	23,477.66	6.91
-Infraestructura	299.00	0.09
-Área verde	10,190.00	3.00
VIALIDADES Y BANQUETAS	**114,934.04**	**33.84**
SUPERFICIE TOTAL	**339,664.91**	**100.00**

Nota: El proyecto mantendrá áreas verdes, que serán áreas permeables y sin afectación permanente.

En la siguiente figura, se presenta el plano arquitectónico con la distribución de obras del proyecto (más detalle ver anexo 1):

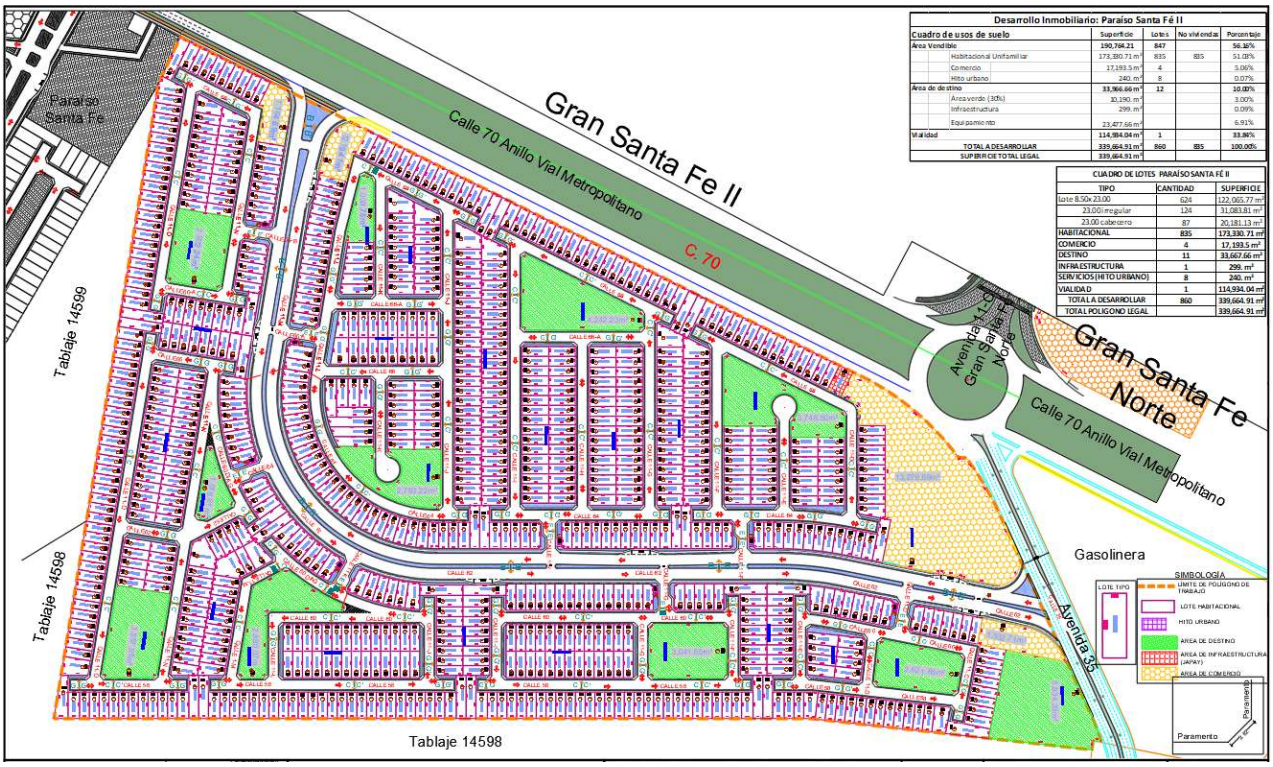


Figura I. 1. Plano del proyecto (más detalle en anexo 01).

De dicha manera, y de acuerdo a cada uno de los componentes que integrarán el proyecto, se observa que de la superficie total **(339,664.91 m^2)** se ocupará una superficie de **329,474.91 m^2** para la construcción de obras del presente desarrollo, donde se construirán vialidades, viviendas unifamiliares, comercios e infraestructura) (Ver tabla I.3), mismas que serán desmontadas, compactadas y algunas hasta selladas de manera permanente (para el caso de las construcciones de cada vivienda y vialidad). En cuanto al área verde del proyecto (**10,190.00 m^2**) ésta será afectada de manera temporal, pues a pesar de que requerirá del CUSTF, mantendrá vegetación nativa y suelo permeable.

DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, A TRAVÉS DE PLANOS GEOREFERENCIADOS

El Cambio de Uso de Suelo del Terreno Forestal (CUSTF) se llevará a cabo sobre una superficie de **339,664.91 m^2 (33.96 ha)** (Ver plano de CUSTF en anexo 1). Se muestra a continuación, la tabla con las superficies requeridas para el CUSTF, desglosando las áreas que serán afectadas de manera permanente y temporal:

Tabla I.3. Polígono CUSTF presente dentro del predio bajo estudio.

TABLAJE CATASTRAL	NOMBRE DEL PROPIETARIO	POLÍG. CUSTF	SUPERFICIE PRETENDIDA PARA CUSTF (HA)	AFECTACIÓN TEMPORAL O PERMANENTE CON O SIN SELLAMIENTO DEL SUELO	MUNICIPIO	TIPO DE VEGETACIÓN
41744	Casas, Desarrollo y Promoción en Cancún, S.A. C.V.	1	329,474.91 m^2 (ha)	PERMANENTE	MÉRIDA	SBC
			10,190.00 m^2 (ha)	TEMPORAL (área verde)		
ÁREA TOTAL DE CUSTF			**339,664.91 m^2 (33.96 ha)**		MÉRIDA	SBC

*Clasificada como SELVA BAJA CADUCIFOLIA; sin embargo, con base a las observaciones la vegetación es secundaria derivada de Selva Baja Caducifolia.

Como se observa en el cuadro anterior, el cambio de uso de suelo del terreno forestal (CUSTF) abarcará una superficie de **339,664.91 m^2 (33.9664 ha)**, de dicha superficie, el 97% será utilizada para la construcción de obras como, vialidades y banquetas, áreas vendibles, hito urbano; el área restante asignada como áreas verdes del proyecto abarcará el 3% del área total de CUSTF. En dicha superficie solamente se retirará la vegetación sin requerir de su sellamiento, por lo que su afectación será temporal.

A continuación, se presentan las coordenadas delimitantes del polígono en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF, mismas que se pueden verificar a continuación, y a través del plano **CUS 01**. (figura I.4), adjunto en el **anexo 1** del presente estudio.



Figura I.2. Representación gráfica del área del proyecto y del polígono requerido para el CUSTF (CUS 01).

Tabla I.4. Coordenadas delimitantes del polígono que se solicita para el CUSTF (UTM, DATUM WGS 84, zona 16 Q).

POLÍGONO DE CUSTF 01		
VÉRTICE	**X**	**Y**
1	221549.9200	2327052.6130
2	221513.4460	2326809.6020
3	221488.1520	2326151.9790
4	220940.8670	2326263.8940
5	220901.1080	2326284.5090
6	221221.5370	2326870.9890
7	221289.3600	2326944.5820

POLÍGONO DE CUSTF 01		
VÉRTICE	**X**	**Y**
8	221291.8420	2326952.9580
9	221302.4940	2326959.8490
10	221337.0320	2326978.0150
11	221521.5170	2327053.7220
12	221542.7490	2327061.0150
13	221542.1570	2327053.8730
SUPERFICIE	**339,664.912 m²**	

*Ver coordenadas del CUSTF en versión digital (anexo 1).

En base a las observaciones realizadas en campo y a los resultados de los muestreos, imágenes satelitales y fotografías aéreas del sitio se realizó la siguiente clasificación de la vegetación:

Tabla I.5. Clasificación de las superficies para proyectos que requieran el CUSTF.

ZONAS	CLASIFICACIONES	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)
Zonas de Conservación y aprovechamiento restringido	Áreas Naturales Protegidas	0.0	0.0%
	Superficie arriba de los 3,000 MSNM	0.0	0.0%
	Superficie con pendientes mayores al 100% o 45°	0.0	0.0%
	Superficies con vegetación de Manglar o Bosque mesófilo de montaña	0.0	0.0%
	Superficie con vegetación en galería	0.0	0.0%
Zonas de producción	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta	0.0	0.0%
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable Media,	0.0	0.0%
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja	**33.9664**	**100%**
	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas	0.0	0.0%
	Terrenos adecuados para realizar forestaciones	0.0	0.0%
Zonas de restauración	Terrenos con degradación alta	0.0	0.0%
	Terrenos con degradación media	0.0	0.0%
	Terrenos con degradación baja	0.0	0.0%
	Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración.	0.0	0.0%

En conclusión, se tiene que la superficie forestal que será solicitada para el cambio de uso de suelo en el área del proyecto es de **33.9664 ha**, que representa el **100%** del área total del futuro desarrollo. No obstante, a lo anterior, es importante volver a recalcar que el 3% de dicha superficie será destinada como área verde del proyecto. Dichas áreas mantendrán el suelo y vegetación natural, dando continuidad a la prestación de servicios ambientales típicos de las selvas, como la captación e infiltración del agua, captura de bióxido de carbono, generación de oxígeno, protección del suelo, de la flora y fauna silvestre y en general de la conservación de la biodiversidad.

I.6 COSTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

La inversión requerida para el proyecto es la que, a continuación, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla I. 6. Inversión del proyecto.

ACTIVIDAD	MONTO ($)
Monto de infraestructura	148, 780,453.00
Estimación del costo de la implementación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales	1,780,350.00
Monto total del proyecto	**150,560,803.00**

La inversión para la realización del proyecto se estima en ciento cincuenta millones quinientos sesenta mil ochocientos tres pesos 00/100 M.N. **($150,560,803.00),** destinados de la siguiente manera: Ciento cuarenta y ocho millones setecientos ochenta mil cuatrocientos cincuenta y tres pesos 00/100 M.N **($148,780,453.00)** para compra de insumos y mano de obra y el monto de un millón setecientos ochenta mil trescientos cincuenta pesos 00/100 M.N (**1,780,350.00**). que serán utilizados en las acciones en materia ambiental (para el cumplimiento de las medidas de prevención y de mitigación).

Las actividades referidas en el rubro de protección ambiental son las contempladas en el proyecto: rescate de vegetación, supervisión ambiental en obra, reforestación, verificación vehicular, control de desechos sólidos y peligrosos generados en la construcción, entre otras medidas.

I.7 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA

El terreno donde se pretende establecer el proyecto es de tipo rústico, constituido por una vegetación de Selva Baja Caducifolia (Miranda, 1978; CONABIO, 2006; Flores y Espejel, 1994). Por otra parte, de acuerdo al sistema de clasificación del INEGI Serie VII, en su Carta de uso de suelo y vegetación, clasifica el sitio con un tipo de vegetación de **SELVA BAJA CADUCIFOLIA**, entremezclado con asentamientos humanos, tal como se puede observar en la siguiente figura:

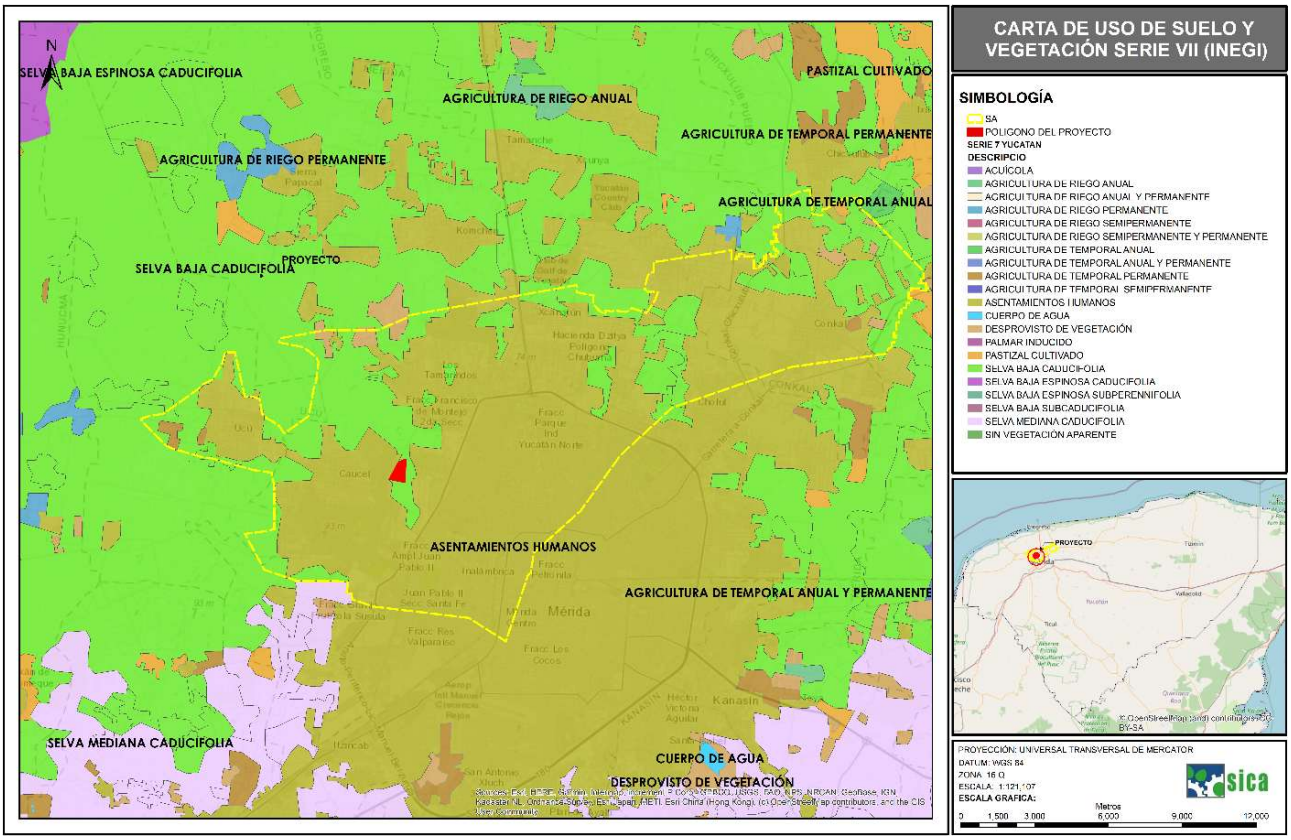


Figura I.3. Ubicación del proyecto con respecto a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI serie VII (2021).

Sin embargo, en base a las observaciones de campo, los muestreos y el inventario realizado en el predio se pudo observar que la vegetación ciertamente es secundaria derivada de Selva Baja Caducifolia (SBC); pero con un grado importante de sucesión que convierte al terreno poseedor de una vocación forestal.

De acuerdo al POETY, el área del proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental **UGA053-APROV-MER**, con política de Aprovechamiento Sustentable con compatibilidad con Asentamientos Humanos. Por lo que el proyecto, no se contrapone con este ordenamiento, siendo compatible con el uso de suelo destinado.

I.8 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

La vialidad existente en el área de influencia es suficiente para soportar la carga vehicular adicional debido a la ocupación del futuro desarrollo inmobiliario, por otra parte, no se prevé el desabasto de los servicios públicos en la zona.

Los residuos sólidos no peligrosos que se generen durante las etapas de preparación de sitio y construcción serán almacenados de manera temporal en sitios adecuados y trasladados en vehículos de las empresas contratistas para su disposición final hacia sitios autorizados. La periodicidad con la que se lleve a cabo dicha actividad dependerá de los volúmenes generados por el personal en obra. Las actividades constructivas podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada del municipio de Mérida, con la frecuencia necesaria de acuerdo a los volúmenes de residuos peligrosos generados.

En la zona del proyecto se cuenta con los servicios públicos urbanos bien desarrollados, como son la energía eléctrica, agua potable y servicio de telefonía local y celular. La zona también cuenta con servicios de autotransporte, centros de salud, servicios educativos y áreas de entretenimiento y deportivas. A una distancia menos de 30 metros se encuentra la línea de corriente eléctrica, para el abastecimiento al mismo través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (Ver factibilidad del servicio de CFE en el anexo 8F)

Vías de acceso y colindancias

El proyecto se ubica en la región II Noroeste del estado de Yucatán, aproximadamente a 2.3 km del centro de la localidad de Caucel Pueblo, a 2 km del Periférico Licenciado Manuel Berzunza. Entre las localidades más cercanas se encuentra Dzityá (al norte), el municipio de Susulá (sur), el municipio de Ucú (al poniente) y el centro de Mérida (este). En cuanto a la vía principal de acceso al predio, es por Anillo Vial Metropolitano en la calle 70, existiendo otro acceso en calle 35 (tabla I.2). Se enlistan las principales colindancias:

- **NORTE:** Colinda con Vialidad urbana denominada avenida 35.
- **SUR:** Colinda con desarrollo inmobiliario Paraíso Santa Fe, tablaje catastral 14598 y tablaje 14599.
- **ESTE:** Colinda con tablaje catastral 14598.
- **OESTE:** Colinda con calle 70 anillo vial metropolitano y Fraccionamiento Gran Santa Fe II.

Tabla I. 7. Vías de acceso al predio y colindancias.

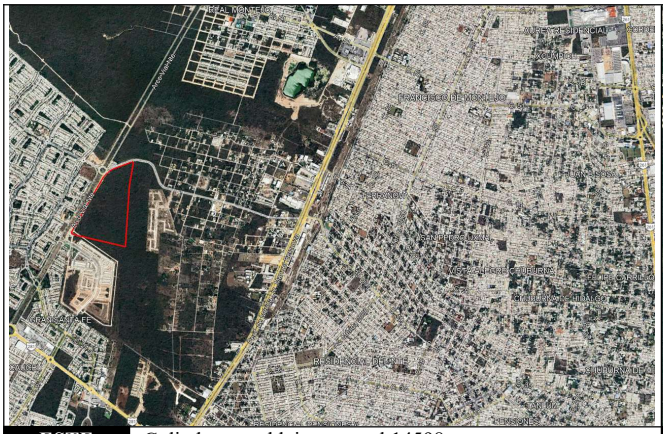
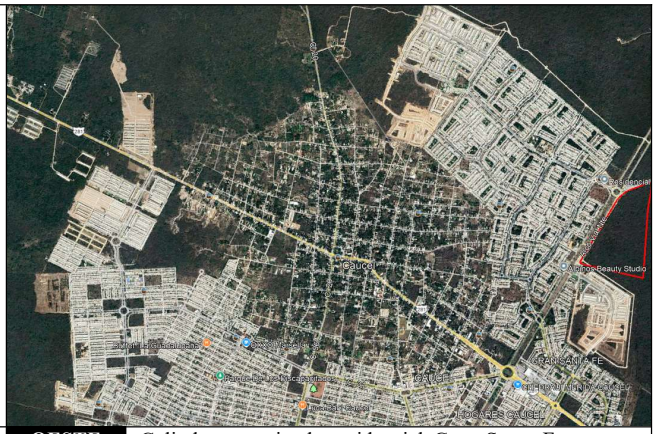
MAPAS DEL SITIO Y RUTAS DE ACCESO







NORTE	Colinda con Avenida 35 así como con gasolinera Santa Fe Norte.
SUR	Colinda con desarrollo inmobiliario Paraíso Santa Fé, terreno privado con tablaje 14599 y 14598 , Desarrollo inmobiliario Ciudadela, Residencial Gran Santa Fé.

			
ESTE	Colinda con tablaje catastral 14598	**OESTE**	Colinda con privada residencial Gran Santa Fe y otros desarrollos de vivienda habitacional, así como con terrenos privados.

DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

Agua potable

Como se menciona anteriormente, en el caso del agua potable, el proyecto requerirá de estos servicios desde sus primeras etapas. Durante la preparación de sitio, el agua a utilizar será de tipo potable y purificada, y servirá para consumo de los trabajadores y para las diferentes actividades de obra que se realicen en este periodo de tiempo. El agua para consumo de los trabajadores será adquirida de garrafones de 20 litros (40 l/día).

Durante la construcción de obras, el agua se mantendrá en contenedores de 750 L o tinacos mayores para su uso inmediato. Para el abastecimiento de agua durante la etapa operativa se contará con una red interna de agua potable con salida de agua a cada vivienda habitacional. La presión mínima adecuada será garantizada por medio de un sistema de presión constante a base de bombas y variadores de velocidad.

Aguas residuales

Las aguas residuales de origen sanitario que se generen durante la preparación del sitio y construcción de las obras serán manejadas y dispuestas por una empresa arrendadora de letrinas móviles. Por otra parte, durante la etapa operativa, las aguas residuales que sean generadas por cada uno de los propietarios serán transportada a través de una red de drenaje sanitario que estará conectado al sistema integral de tratamiento de agua residual (JAPAY PTAR Gran Santa Fe Norte) más cercano al área, ubicado específicamente a 800 metros del predio. Este mismo cumple con los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021 con la finalidad de generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente (Ver factibilidad de la JAPAY con no. DIR/ST/GPO/0868/2026 en anexo 8F).

Drenaje pluvial

El desarrollo inmobiliario habitacional contará con la infraestructura urbana de la mejor calidad. Se construirán los sistemas de drenaje sanitario que autorice la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán y se cumplirá con las especificaciones que esta entidad nos determine, el cien por ciento contará con drenaje pluvial que se diseñará para proteger la salud de las familias, seguridad vial, la conservación de los pavimentos y conservar sin contaminantes la reserva acuífera subterránea.

Maquinaria y equipos

Durante la preparación del sitio y la construcción de obras se utilizará la maquinaria y equipo general siguientes:

Tabla I. 8. Maquinaria y equipos relevantes utilizados durante la construcción del proyecto.

EQUIPO	ETAPA	CANTIDAD
Revolvedora	Construcción	2
Vibradores	Construcción	2
Apisonadoras	Construcción	1
Cortadoras de varilla	Preparación, Construcción	2
Minicargador Frontal	Preparación y construcción	3
Retroexcavadoras	Construcción	2
Camiones de Volteo	Preparación, Construcción	4
Rotomarillos	Preparación, Construcción	3
Camionetas	Construcción	2
Petrolizadora	Construcción	1
Motoconformadora	Preparación, Construcción	1
Tractores D-6	Preparación, Construcción	1
Trascavo D-8	Preparación, Construcción	1
Rompedora de piedra	Preparación, Construcción	1
Camiones de pipa	Preparación, Construcción	3
Zanjadora	Preparación, Construcción	1

Tabla I. 9. Equipo de seguridad de uso obligatorio.

EQUIPO DE SEGURIDAD	
Zapatos de seguridad	Tapones auditivos
Lentes de seguridad	Faja lumbar
Guantes protectores	Casco

Personal requerido

Se requerirá de personal diverso para el desarrollo de las distintas actividades del proyecto. Se necesitará de un supervisor de obras, operadores de maquinaria, peones, controlador de salidas y vigilancia. En la siguiente tabla, se describen los puestos a ser ocupados y el número de personas requeridas para cada función:

Tabla I. 10. Equipo y maquinaria relevantes utilizados en el proyecto.

Personal	Cantidad	Tipo de contratación
Responsable obra	1	Permanente
Residente de obra	1	Permanente
Oficial albañil	8	Permanente / Construcción
Ayudante de albañil	8	Permanente / Construcción
Ayudante general (peón)	40	Temporal
Oficial pintor	6	Temporal / Construcción
Oficial electricista	6	Permanente / Construcción
Operador de maquinaria	12	Permanente / Preparación
Chofer	2	Permanente
Mecánico	2	Temporal
Plomero	10	Temporal
Responsable obra	2	Permanente

Se pretende contratar los servicios de los pobladores de la localidad, por lo cual no se contempla que el flujo del personal ocasione migraciones durante las actividades de la obra, además se contempla darles transporte para trasladarlos al centro de dicha localidad.

I.9 CARACTERÍSCTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

La totalidad de la superficie del terreno presenta vocación forestal motivo por lo que el presente manifiesto de impacto ambiental será desarrollado en conjunto con un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para obtener tanto la autorización del cambio de uso de suelo y de la construcción de obras desarrolladas por el proyecto.

La superficie total del predio es de 339,664.91 m^2 (33.9664 ha). El área de afectación permanente por las obras será de **329,474.91 m^2** (**32.9474 ha**), en cuanto al área de afectación temporal ocupa una superficie de 10,190.00 m^2 y hace referencia a las áreas verdes del proyecto, la cual mantendrá el suelo permeable y vegetación natural.

Como se menciona anteriormente, el ecosistema a afectar presenta vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia con elementos arbustivos y arbóreos de una altura de 4 hasta 8 m y con algunos elementos con DAP de hasta 20 cm que la convierten en un terreno forestal.

Este proyecto incluye la lotificación y posterior urbanización y construcción de viviendas unifamiliares. Constará de 835 lotes para la construcción (áreas vendibles), que además contempla la construcción de las vialidades principales y secundarias, banquetas, guarniciones de concreto, alumbrado público y áreas verdes, de acuerdo a las normas de las autoridades competentes. Adicionalmente contará con todos los servicios de agua, luz, internet y servicios sanitarios.

II.2.1. PRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

Como se menciona anteriormente, el proyecto se encuentra en la localidad de Caucel y municipio de Mérida, Yucatán. Las obras constructivas con las que contará el proyecto abarcarán el 97% de la superficie total del predio, así mismo mantendrá el 3% de la superficie con áreas verdes, tal y como se observa en la Figura I.3.

II.2.2. PRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

De acuerdo al Art. 7. Fracción XI de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, la Cuenca hidrológico-forestal es la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

Se presenta a continuación, la ubicación del predio bajo estudio dentro de la **Región Hidrológica y Cuenca hidrológica forestal** denominada **RH32-B** Yucatán:

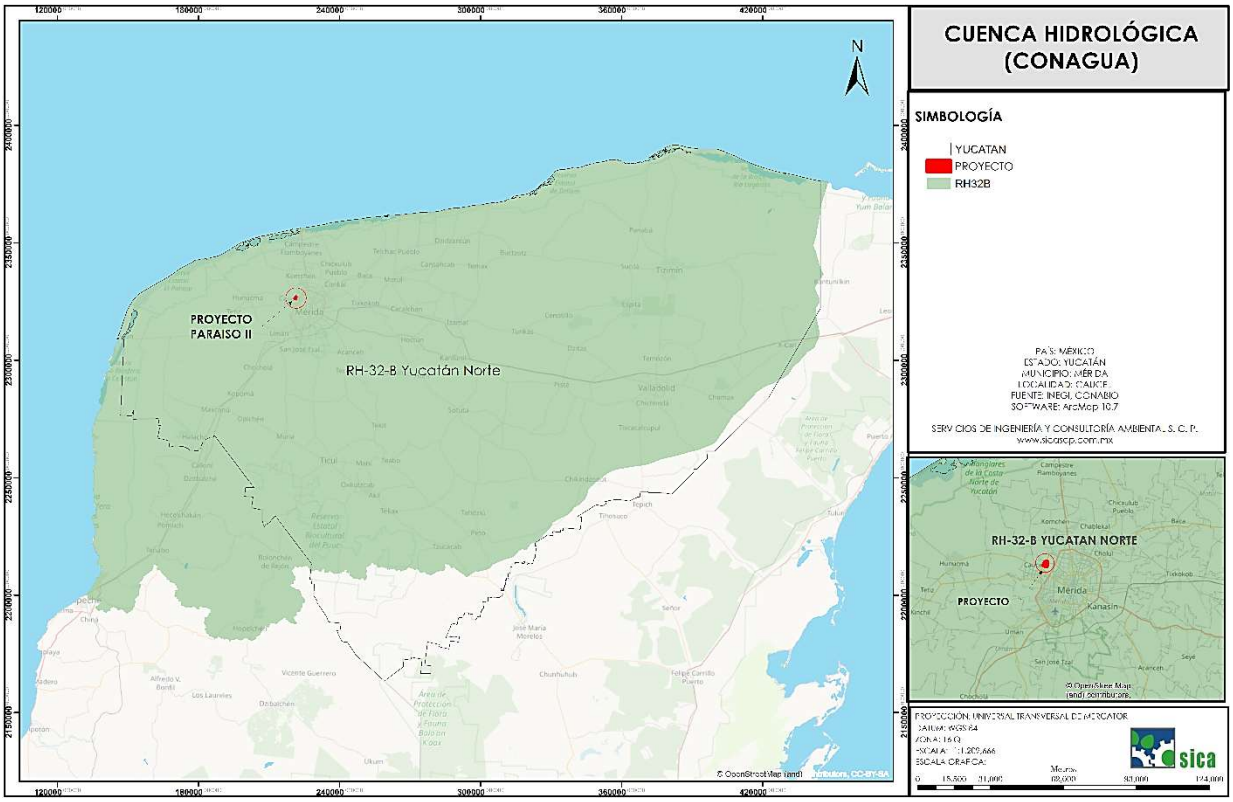


Figura I.4. Ubicación del predio en la Cuenca RH32B Yucatán.

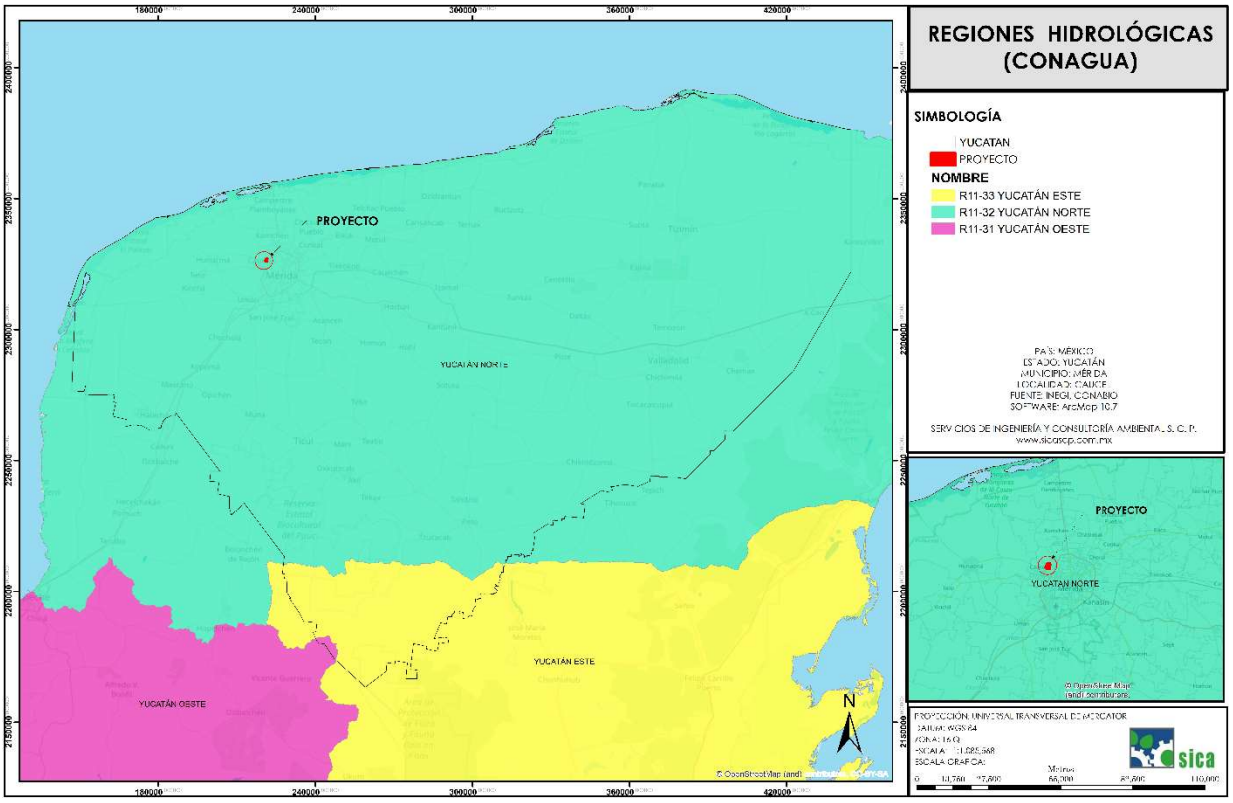


Figura I.5. Ubicación del predio en la Cuenca RH32B Yucatán.

I.10 DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO

El programa de trabajo iniciará en tanto se obtengan las autorizaciones en Materia de Impacto Ambiental y forestal por la SEMARNAT. Se proyecta ejecutar la obra en un periodo máximo de 3 años (12 trimestres), que irán desarrollándose de manera consecutiva hasta su conclusión.

En cuanto al tiempo de vida útil, este se considera indefinido, ya que se espera que la infraestructura permanezca por un largo periodo de tiempo, recibiendo un mantenimiento constante y adecuado, preservándolo como integrante permanente del paisaje local. En la siguiente tabla se presenta el programa de actividades que se irá realizando en cada una de las etapas de trabajo (etapa por año):

Tabla I. 11. Programa general de trabajo.

CONCEPTO	TIEMPO ESTIMADO											
	AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3			
	TRIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estudios preliminares y autorizaciones correspondientes.												
PREPARACIÓN DE SITIO												
Delimitación de áreas verdes												
Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre												
Trazo topográfico, delimitación de lotes												
Remoción de vegetación forestal (CUSTF)												
Instalación de bodega temporal												
Excavación, compactación												
Relleno y nivelación												
CONSTRUCCIÓN												
Habilitación de caminos de terracería												
Construcción de vialidades, banquetas y camellones												
Colocación de señalamientos												
Cimentación de desarrollos habitacionales												
Construcción de viviendas unifamiliares y áreas comunes												
Instalación de infraestructura (hidrosanitaria, infraestructura eléctrica, conexión con PTAR Gran Santa Fe).												
Reforestación de áreas verdes con vegetación nativa.												
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												
Mantenimiento general (Limpieza final de obra y mantenimiento de vialidades: bacheo de calles, reparación por grietas o fisuras, etc. Así mismo, se pretende el mantenimiento de áreas verdes (poda, limpieza del sitio), revisión de estructuras y en su caso la reparación de estos.	Durante la vida útil del proyecto.											
Almacenamiento temporal y traslado de residuos al relleno sanitario.												
ABANDONO DEL SITIO												
La obra es permanente, por lo que no se contempla el abandono del sitio (por su naturaleza del proyecto la vida												

CONCEPTO	TIEMPO ESTIMADO											
	AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3			
	TRIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
útil del mismo es indefinido).												

ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE

La actividad a realizar antes de llevar a cabo el presente proyecto es del trazo topográfico y la delimitación física de cada uno de los lotes rústicos marcando sus vértices con mojoneras o varillas, así como la delimitación de las áreas verdes propuestas. Además, previo a la etapa de construcción del proyecto se llevarán a cabo estudios de caracterización de la flora y la fauna silvestre con la finalidad de contar con una línea base del área de estudio.

Debido a que es una obra que generará impactos al ambiente, se establecen procedimientos que permitirán prevenir o minimizarlos (**Anexo 5**):

- **Anexo 5A:** Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.
- **Anexo 5B:** Procedimiento para el manejo de residuos peligrosos.
- **Anexo 5C:** Procedimiento de desmonte direccionado.
- **Anexo 5D:** Procedimiento de supervisión ambiental.

Así mismo, para el presente proyecto se elaboraron distintos programas para su ejecución previo al inicio de la obra. En el **Anexo 6** se incluyen los siguientes programas:

- Anexo 6A: Programa de rescate y reubicación de las especies forestales
- Anexo 6B: Programa de acción para la protección de fauna silvestre.
- Anexo 6C. Programa de reforestación.

No se contempla un programa de conservación de suelos, sin embargo, como se menciona anteriormente, para el proyecto se establecen áreas verdes distribuidas en todo el proyecto.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Primeramente y antes de realizar cualquier actividad se deberá dar aviso a las autoridades ambientales del inicio de obra constructiva, no sin antes, obtener previa autorización por el cambio de uso de suelo del terreno forestal. A continuación, se describen las actividades más importantes que se llevarán a cabo durante las tres etapas de trabajo:

I.10.1 ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO

Las actividades requeridas durante las etapas preliminares o de preparación del sitio, consisten básicamente en el trazo y delimitación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, las áreas verdes, esto para que no se afecte el área circundante y no autorizada.

Una vez identificadas y delimitadas estas áreas, el supervisor ambiental realizará un recorrido en toda la superficie de afectación por el desmonte para marcar los ejemplares de flora que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y poder ser reubicados y trasplantados en áreas que mantengan la vegetación dentro del sitio. Así mismo, se llevarán a cabo acciones para ahuyentar la fauna silvestre presente en las áreas de afectación, así como para rescatar aquella de lento desplazamiento incapaz de salir por sus propios medios de las áreas de intervención.

Las estrategias, métodos y técnicas para ahuyentar la fauna o rescatarla deberán determinarse y precisarse en un Programa de acción para la protección de fauna silvestre (Anexo 6).

Proceso de lotificación de predios

Antes de dar inicio a la etapa de construcción de vialidades y banquetas del desarrollo habitacional se pretende realizar las actividades de lotificación. Dicha lotificación consistirá en el levantamiento topográfico o delimitación de superficies por una cuadrilla de topógrafos utilizando para ello un equipo o estación total de precisión con rayo láser auxiliado de equipos GPS (Sistema de posicionamiento Global), se partirá a dar distancias para de esta manera ubicar a través de mojoneras o varillas la localización de los vértices para cada lote rústico del complejo inmobiliario.

Desmonte y despalme

A. Ejecución de los trabajos. Se realizará la limpieza general del área y posteriormente el desmonte y despalme, removiendo la vegetación y la primera capa del sustrato del área propuesta para la construcción del proyecto. Para realizar lo anterior se utilizará un tractor D-8 capaz de remover la capa vegetal desde la raíz. Esta actividad será apoyada con personal equipado con herramienta manual para realizar el desmonte fino que incluye motosierra, machetes, hachas. Los residuos vegetales y de despalme (piedras y tierra) generados serán segregados y acumulados en un extremo adyacente al área de afectación, dentro del polígono bajo estudio hasta su disposición final.




Figura I. 6. Actividades de desmonte y despalme.

B. Tipo de material por remover. 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 de vegetación secundaria derivada de la selva baja caducifolia.

C. Forma de manejo, traslado y disposición final de material de desmonte. Durante el retiro de vegetación grandes cantidades de materia orgánica serán generadas. Los residuos vegetales generados se acumularán temporalmente en el área afectada, dentro del terreno, hasta finalizar la fase de despalme. Estos residuos serán trozados (los troncos y ramas mayores) con ayuda de herramienta manual y mecánicas. Se mantendrán separados de otros tipos de residuos, dispersando en las áreas verdes parte del material como abono y el restante se trasladará 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.

D. Sitios establecidos para la disposición de los materiales. Los residuos vegetales generados serán trasladados al relleno sanitario de la ciudad de Mérida, depositados en un banco de material en restauración o bien sobre las áreas verdes del proyecto. Los residuos resultantes del despalme (piedras-tierra) serán utilizados para la cimentación y rellenos del futuro inmobiliario, 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.

E. Excavaciones, Compactaciones y/o Nivelaciones. Las excavaciones únicamente se realizarán en la etapa de preparación del sitio y construcción, ya que la cimentación requiere de este tipo de obras. De igual forma, la realización de las zanjas para la instalación del drenaje, red eléctrica y red de agua potable, se establecerá los niveles topográficos del área para su relleno y compactación.
La terracería para la nivelación del área se realizará con material de banco, el cual será extendido y compactado con la ayuda de una moto conformadora y un rodillo neumático. Para lograr la compactación adecuada, se humedecerá el terreno. El material sobrante de las excavaciones será utilizado posteriormente para el relleno, por lo que, la generación de residuos pétreos o material sobrante de esta actividad será nula o muy escasa; todo el material de relleno requerido será obtenido de comercios autorizados para tal fin.

Es importante que se cuente con el personal capacitado adecuado para categorizar el tipo de suelo presente en el sitio del proyecto a la hora de hacer las excavaciones. Para esta actividad, el suelo se tipificará en A, B, C, D o E, dependiendo de la compresión que presente.

Excavación en terreno blando. Puede ser ejecutada valiéndose exclusivamente de la pala. El material del suelo puede ser de tipo arenoso, arcilloso o limoso, o una mezcla de estos materiales; también puede contener materiales de origen orgánico.

Excavación en terreno semiduro. Puede ser ejecutada valiéndose exclusivamente de picota. El material puede ser en tal caso una mezcla de grava, arena y arcilla, moderadamente consolidada, o bien una arcilla fuertemente consolidada.

Excavación en terreno duro. Puede ser ejecutada valiéndose exclusivamente del chuzo. El material puede ser una mezcla de grava y arcilla, fuertemente consolidada.

Excavación en terreno muy duro. Puede ser ejecutada valiéndose necesariamente del uso de maquinaria especializada. El tipo de material puede ser una roca semi-descompuesta.

Excavación en roca. La que precisa para su ejecución del uso de explosivos. El material puede estar constituido por un manto de roca, o por piedras de gran tamaño, que no pueden ser removidas mediante el uso de maquinaria.

En términos generales, las excavaciones se realizarán con ayuda de retroexcavadora sobre el suelo tipo B o C; en el caso del suelo tipo A se utilizarán picos y palas para desalojar el material. El proceso para realizar los rellenos es a base de acamellonamiento del material traído de fuera o de la propia obra en camiones de volteo; luego es tendido por una motoconformadora, con la cual el material toma un nivel y una textura preliminar que finalmente es compacta con una vibrocompactadora tandem con rodillo metálico. Para la ejecución de estos trabajos se requerirá de diferentes retroexcavadoras con martillo y los rellenos y terraplenes se realizarán con camiones de volteo, motoconformadoras y vibrocompactadora.

Se realizarán excavaciones en la etapa de construcción de las vialidades y para los drenajes pluviales del mismo. El material sobrante de esta actividad será utilizado posteriormente para el propio relleno de las excavaciones, o será utilizado en el acondicionamiento de las áreas verdes del proyecto. La terracería para nivelación de vialidades se realizará con material de banco de la región, extendido y compactado con maquinaria pesada. La generación de residuos pétreos o material sobrante de esta actividad será nula o muy escasa, ya que se trasladarán al sitio solo los volúmenes requeridos.

Descripción de los trabajos a realizar

- Trazo y nivelación de las superficies requeridas.
- Relleno mediante material Sascab a volteo y acomodo mediante trascabo y retroexcavadoras.
- En vialidades, compactación mediante equipo motorizado para lograr una compactación proctor al 90%.

Tipo, volumen y fuente de suministro del material requerido para la nivelación del terreno

Se ejecutará con material de banco de origen calcáreo de la región conocido como Sascab, el volumen será el requerido para la conformación del predio.

Tipo y volumen de material sobrante durante el desarrollo de estas actividades

El material sobrante de las excavaciones se empleará como relleno donde se requiera dentro del predio, se pretende que este material no exceda los requerimientos de insumos para evitar la dispersión dentro del polígono del proyecto.

Forma de manejo, traslado y lugar de disposición final del material sobrante

No se pretende tener sobrantes, de requerirse se emplearán para la nivelación de los predios del proyecto.

a) CORTES

Altura promedio y máxima de los cortes por efectuar

El terreno es prácticamente plano por lo que no se realizarán cortes importantes a la roca que subyace al predio, de requerirse el material será utilizado en compensación para su acomodo en partes bajas u hondonadas en el mismo predio.

Los cortes que sean necesarios realizar, se harán con martillo hidráulico, para removerlo con cargador frontal, para ser reubicado en el mismo predio, o retirado. Una vez retirado el material suelto escarificado del terreno natural, se verificarán los niveles de proyecto para pavimentos. Se removerá la arena limosa cementada y la roca alterada; el material excedente de cortes será transportado hacia un banco de relleno aprobado, en camiones de volteo con capacidad suficiente para su traslado; en todos los casos de transporte de material suelto o disgregado, deberá ser tapado con una lona para evitar su dispersión al aire.

Descripción de la técnica constructiva

El corte se realiza mediante la utilización de maquinaria especializada, consistente en bulldozer con cuchilla frontal, y/o con retroexcavadora con martillo neumático y acarreo mediante equipo de volteo.

Forma de manejo, traslado y disposición final del material de despalme

La vegetación retirada será incorporada al suelo y en las áreas verdes del predio.

b) RELLENOS

El material para efectuar el relleno será adquirido de comercios locales de materiales pétreos y demás, por lo que no se requerirá de la apertura de bancos de material. Para trasladar el material de relleno se utilizarán camiones de volteo. La técnica constructiva utilizada será la de vaciado, compactación y nivelación. En el caso del relleno en el interior de las viviendas, una vez terminada la cimentación y las cadenas de cimentación, se rellena el interior de las viviendas en capas de 20 cm compactos hasta una altura de 45 cm en promedio, con la ayuda de un bob cat y una bailarina por lote.

Drenaje natural del sitio. El suelo del predio es muy permeable debido a su conformación calcárea. La mayor parte del agua que proveniente de la precipitación se filtra al subsuelo y la proporción restante se evapora y se absorbe por la vegetación. En la etapa de urbanización se construirán pozos pluviales de 12 m de profundidad y 10" de diámetro con ademe de 8" y rejillas colectoras.

I.10.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE CADA UNA DE LAS OBRAS QUE CONSTITUYEN EN EL PROYECTO

El desarrollo inmobiliario contará con la infraestructura urbana de la mejor calidad. Se construirán los sistemas de drenaje sanitario que autorice la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán y se cumplirá con las especificaciones que esta entidad nos determine, el cien por ciento contará con drenaje pluvial que se diseñará para proteger la salud de las familias, seguridad vial, la conservación de los pavimentos y conservar sin contaminantes la reserva acuífera subterránea.

Descripción general de las obras civiles a realizar:

El proyecto comprende trabajos de urbanización (vialidades, banquetas, etc.), la lotificación y la construcción de viviendas unifamiliares de tipo públicas.

a. Obras de señalización y nomenclatura. El promovente deberá realizar la colocación de señales tanto restrictiva, informativa y preventiva en calles interiores y periféricas, de acuerdo al proyecto avalado y autorizado por la autoridad competente.

b. La jardinería corresponde a la colocación de césped y árboles propios de la región, en camellones, vialidades y en áreas verdes.

c. Vialidades. El proyecto destinará una superficie para la construcción de la vialidad interna. Las actividades a realizar para la conformación de las vialidades consistirán principalmente, en el despalme, cortes, rasantes, rellenos y nivelaciones.

d. Cableado. Se refiere a la excavación de cepas, colocación de plantillas, acostillado, instalación de ductos y cables de diversos diámetros, así como el relleno y compactación de la cepa, todo siguiendo el trazo de las banquetas y vialidades. Es importante mencionar, que todo el cableado será subterráneo, dando un mejor aspecto y estética al desarrollo.

e. Introducción de servicios de agua potable, electricidad y telefonía. Para la introducción de los servicios, se realizará la excavación de zanjas, colocación subterránea de la tubería de conducción de las líneas de agua potable, electricidad y telefonía, utilizando en cada caso tubería de PVC con características y diámetros específicos, determinados para cada tipo de servicios, además del relleno y compactación de las zanjas.

f. Sistema de tratamiento de aguas residuales. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto Desarrollo Inmobiliario Habitacional Paraíso Santa Fe II se instalarán letrinas portátiles cuya disposición de residuos quedará a cargo de la empresa proveedora del servicio. Durante la etapa de construcción se implementará una supervisión permanente para evitar la contaminación del manto freático con residuos de cualquier tipo y descargas de aguas residuales sin tratamiento. De igual manera se espera que durante la operación se generen aguas residuales. En cada vivienda se construirá un registro sanitario de 40 x 60 cm y con la profundidad necesaria según las pendientes de los drenajes, conectándose a la red sanitaria existente de Gran Santa Fe Norte II. Para autorización de conexión a la PTAR existente, la empresa cuenta con un dictamen de factibilidad de **servicios no. DIR/ST/GPO/0868/2026** por parte de la JAPAY (ver Anexo 8F) para la obtención de su permiso de factibilidad de conexión. Dicho sistema les dará el tratamiento adecuado a las aguas, a fin de que cumplan con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, "Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales".

Proceso constructivo para la colocación de los señalamientos

El promovente deberá realizar la colocación de señalamiento tanto restrictivo, informativo y preventivo en calles interiores y periféricas, de acuerdo a proyecto avalado y autorizado por la autoridad competente.
1.- Excavación en banqueta para colocación de poste PTR base de señalamiento.

2.- Suministro y colocación de señales (Informativas, Restrictivas y Nomenclaturas) con tornillos y tuercas a los postes metálicos. Las características de los señalamientos son como sigue:

- La nomenclatura será de tubo galvanizado PTR de 2" x 2" de diámetro x 3 m de altura calibre 12; tornillos de máquina galvanizados con tuercas y dos rondanas de presión de 1/4" x 3/4" para crucetas de la parte superior de los capuchones. Tornillos de máquina galvanizados de 3/8" x 1/2" para la parte inferior de los capuchones.

- Cruceta galvanizada de 0.06 m de altura x 6/1 cm, dos listones de lámina galvanizada de 0.20 x 0.80 m, bonderizados y despuntillados calibre 18 en fondo blanco e impresas con la técnica de serigrafía en negro

por ambos lados, con la leyenda calle y número de la misma, nombre del fraccionamiento y código postal, acabado en esmalte acrílico horneado.

- Los señalamientos de tránsito serán de tubo galvanizado de 2" x 2" de diámetro x 3 m de altura calibre 12; tornillos de máquina galvanizados con tuercas y dos rondanas de presión de 1/4" x 3/4" para crucetas de la parte superior de los capuchones, tornillos de máquina galvanizados de 318" x 112" para la parte inferior de los capuchones.

- Cruceta galvanizada de 0.06 m de altura x 6/1 cm, un listón de lámina galvanizada de 0.20 x 0.80 m bonderizados y despuntillados calibre 18 en fondo blanco e impresas con la técnica de serigrafía en negro por ambos lados, dibujando el sentido de la calle, acabado en esmalte acrílico horneado, y en la parte superior de lámina galvanizada de forma octogonal, bonderizada y despuntada calibre 18 fondo rojo e impreso con la técnica de serigrafía en blanco, con la leyenda "alto", acabado en esmalte acrílico horneado.

Proceso constructivo de la conformación de terracerías y vialidades

Una vez realizado el desmonte del terreno y despalme de superficies (actividad donde se eliminar la tierra vegetal contaminada (con arcillas y/o material de relleno), se llevarán a cabo las siguientes actividades:

a. **Cortes.** En los lugares donde el proyecto lo requiera y tomando en consideración material tipo "C", se procederá a realizar cortes hasta una profundidad mínima de 15 cm debajo de la subrasante de proyecto para formar la cama. En zonas de relleno (tierra vegetal, rellenos no compactados) el corte se hará hasta una profundidad mínima de 30 cm. La superficie que resulte del corte deberá ser compactada al 90% proctor de su peso volumétrico seco con máximo determinado con la prueba Porter.

b. **Subrasante.** Se construirá procediendo en capas no mayores de 20 centímetros de espesor medido compacto. Se deberá aplicarle humedad uniforme para alcanzar la óptima, tenderla y compactarla hasta alcanzar el 100% de su peso volumétrico máximo, determinado con la prueba de AASHTO modificada en 5 capas, empleando compactador de rodillos lisos tándem de 10 a 12 toneladas de peso, con o sin dispositivo vibratorio.

c. **Capa base.** Terminada la capa subrasante con su compactación y niveles correctos, y libre defectos superficiales se procederá a construir la base del pavimento, con un espesor de 15 cm medido compacto según lo señalado anteriormente, que se compactara al 100% de su espesor volumétrico seco máximo determinado con la prueba de AASHTO modificada en 5 capas, empleando compactador de rodillos lisos tándem de 10 a 12 toneladas de peso, con dispositivos vibratorios.

d. **Riego de impregnación.** Sobre la base de pavimento ya compactada, ligeramente húmeda en su superficie, limpia y barrida, se aplicará un riego de impregnación utilizando emulsión catiónica ECI-60 o similar a razón de 1 lt/m^2 aproximadamente.

e. **Riego de Liga.** Cuando el riego de impregnación esté completamente seco, limpio y barrido previamente al tendido de la carpeta asfáltica, se aplicará un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica de rompimiento rápido (ECR-60. ECR-65 O ECR-70) en cantidad aproximada de 0.8 lt/m^2, poniendo cuidado en lograr un aplicación uniforme.

f. Carpeta asfáltica. Una vez que la emulsión aplicada en el riego de liga haya roto completamente, lo que ocurre cuando se ha evaporado en su totalidad el agua de la emulsión, se procederá al tendido del concreto asfáltico y a su compactación inmediatamente hasta alcanzar el 95 % de su peso volumétrico determinado con la prueba Marshall, con 50 golpes por cara, debiendo obtenerse un espesor compactado de 5 cm. La compactación se iniciara con rodillo tándem de 6 toneladas y se continuará con un compactador de ruedas neumáticas del mismo tonelaje, pudiendo emplearse simultáneamente ambos equipos si fuera necesario.

El material utilizado en esta etapa, será extraído de bancos de material autorizados. El material producto del despalme (suelo-hojarasca), podrá ser depositado en las áreas verdes, así como en las actividades de reforestación (reubicación de especies rescatadas en el área de CUSTF).

Proceso constructivo para las banquetas y guarniciones

1.- Trazo y Nivelación del Terreno.
2.- Construcción de Sardineles con retacería de block de 10 x 20 x 40 cm juntado con mortero 1:2:6 (C:C:P).
3.- Cimbrado para guarniciones de concreto y colado de guarniciones con concreto f´c = 150 kg/cm^2
4.- Suministro y compactación de relleno.
5.- Colado de Banquetas de concreto f'c = 150 kg/cm^2
6.- Aplicación de Volteador metálico a las banquetas y acabado superior de las misma.

El concreto de las banquetas estará apoyado sobre una capa sometida previamente a compactación, el acabado de las banquetas será integral y con una superficie escobillada.

Proceso constructivo de obras de agua potable

La construcción implica la realización de zanjas para la colocación de la tubería que conecte la red de agua potable de todo el desarrollo. Para la excavación de zanjas se empleara únicamente una zanjadora, por lo que en el proceso no se contempla la utilización de explosivos.

1. Trazo de las líneas de corte con cal hidratada utilizando peones para dicho trabajo.
2. Excavación de zanjas para línea de conducción con máquinas zanjadoras con un ancho de banda de 60 cm.
3. Extracción de cajas de operaciones con retro excavadoras de neumáticos con martillo hidráulico.
4. Tendido de plantilla para recibir tubería a base de material producto de las excavaciones, incluye selección y cribado del material de relleno, el volumen de material producto de las excavaciones para la formación de las plantillas es aproximadamente de 3,746 m^3.
5. Suministro y tendido de tubería (en este caso la tubería es de PVC hidráulico de diferentes diámetros 6", 4" y 2 ½") y piezas especiales (de PVC y FoFo).
6. Colocación de tomas de agua sencilla en tubería de 2 ½" con abrazadera de 2 ½" por ½", adaptador de compresión de ½", poliducto de RD-9 de ½", tubería galvanizada de ½" y accesorios galvanizados de ½".
7. Relleno apisonado con material seleccionado producto de las excavaciones sobre la tubería según especificaciones de la JAPAY.
8. Relleno a volteo con material seleccionado producto de las excavaciones según especificaciones de la JAPAY.

9. Construcción de cajas de operaciones y atraques, según normas de la JAPAY.
10. Pruebas de presión en tuberías a 7 kg/cm^2 con la utilización de bombas de pruebas y medidores de presión.
11. Pruebas de Presión en tuberías a 3.5 kg/cm^2 con la utilización de bombas de pruebas y medidores de presión.

Proceso constructivo de drenaje pluvial

Con respecto al drenaje pluvial, en el desarrollo se implementará el sistema de Celdas de Captación de Aguas Pluviales (Bioretención). Las celdas de captación de aguas pluviales, o celdas de Bioretención se pueden describir como sistemas con depresiones ajardinadas, que reciben el agua pluvial en zonas impermeables y la filtran mediante una capa de tierra cubierta con una capa delgada de hojas y ramas molidas en una zona donde se pueden plantar varios tipos de pastos, arbustos, y árboles.

Las aguas que fluyen hacia las zonas de Bioretención, se acumulan por un tiempo en la superficie (no más de 24 horas) y gradualmente se filtran a través de la cama vegetal del suelo imitando el proceso hidrológico natural que ocurre en las áreas vegetativas y para absorber y filtrar el agua a través de la evapo-transpiración y mecanismo de filtrado en la tierra.

CRITERIOS DE DISEÑO

Los parámetros básicos para el diseño de un sistema de bioretención se encuentran en su capacidad de almacenamiento, ancho, índice de permeabilidad de la cubierta vegetal, y la capacidad hidráulica del subsuelo.

DIMENSIONES

A) Tomando en cuenta las condiciones climatológicas de la zona y la capacidad de infiltración del suelo, se obtiene como factor de dimensionamiento que la celda deberá de tener una capacidad de 2.50 m^3 por cada 100 m^2 de área tributaria. Dicha área se determinará en base a la información topográfica obtenida de las terracerías.
B) Las pendientes de sus lados no deberán ser menores del 2% ni deberán exceder el 15%.

MATERIALES

A) Cubierta de Materia Vegetal. Consiste en una capa de 20 cm de pedacería de madera (pedazos de entre 1 y 3 cm) que sirve como primer filtro para evitar la saturación de la celda debido a materia orgánica, polvo y/o basura.

B) Tierra Abonada. Tierra vegetal (negra de preferencia) con un máximo 10% de arcilla. En caso de requerir una mayor absorción de la tierra, podrá mezclarse con un poco de arena.

La profundidad mínima de la tierra deberá ser de 90 cm; ésta deberá ser capaz de drenar el volumen de agua en un máximo de 24 horas.

Se podrá colocar una malla geotextil divisoria alrededor de la cama de tierra para evitar que ésta se mezcle con el suelo adyacente.

C) Vegetación. La vegetación remueve algunos de los nutrientes y otros contaminantes del agua pluvial. Se recomienda el uso de especies nativas.

Los árboles deberán ser colocados en la zona perimetral (dejando 3.5 m entre uno y otro) ya que es menos propensa a inundación; los arbustos y hiervas, que son más tolerantes a la humedad, se seleccionarán para las áreas más céntricas y húmedas.

D) Grava

MANTENIMIENTO

Todos los componentes del sistema de bioretención que tengan contacto con sedimentos deberán de ser inspeccionados de manera trimestral para evitar congestionamientos y/o acumulación excesiva de residuos; también deberán revisarse después de lluvias muy fuertes.

La remoción de sedimentos deberá realizarse cuando los materiales estén completamente secos.
Los elementos estructurales del sistema deberán ser inspeccionados para localizar grietas, hundimientos, erosiones, etc.… por lo menos una vez al año.

Obras de electrificación

Actualmente el predio cuenta con su factibilidad de servicio de energía eléctrica con no. de oficio ZMER-LAFC/1197/2026 con fecha del 31 de julio de 2026 indicando que existe una factibilidad para proporcionar el Servicio Público de Distribución de Energía Eléctrica requerido para el tablaje 41744 donde se encuentra el proyecto (Ver factibilidad del servicio de CFE en el anexo 8F).

Al interior del predio se proyecta el desarrollo de una obra de alimentación eléctrica subterránea híbrida y acometidas subterráneas con registros en banqueta y en arroyo vial.

Proceso constructivo para infraestructura eléctrica:

1. Trazo con cal hidratada para las líneas de conducción subterráneas.
2. Excavación de zanjas para alojar tubería de conducción eléctrica según normas de CFE.
3. Excavación para poste tipo PC-11-700
4. Suministro y construcción de banco de ductos (tubería para conducción eléctrica de baja tensión subterránea).
5. Tendido de líneas aéreas y vestido de postes con todos sus herrajes y retenidas.
6. Montaje de transformadores con la utilización de una grúa.
7. Perforación de tierras físicas con la utilización de perforadoras tipo Trac-dril.
8. Tendido de cable Mut 6 para tierra física.
9. Suministro y colocación de acometidas eléctricas domiciliarias.

Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto Desarrollo Inmobiliario Habitacional Paraíso Santa Fe II se instalarán letrinas portátiles cuya disposición de residuos quedará a cargo de la empresa proveedora del servicio. Durante la etapa de construcción se implementará una supervisión permanente para evitar la contaminación del manto freático con residuos de cualquier tipo y descargas de aguas residuales sin tratamiento.

De igual manera se espera que durante la operación se generen aguas residuales. En cada vivienda se construirá un registro sanitario de 40 x 60 cm y con la profundidad necesaria según las pendientes de los drenajes. Se realizarán con block de 10 x 20 x 40 asentado con mortero cemento-cal-polvo de piedra en proporción 1:2:7 matando las aristas y esquinas con medias cañas a fin de facilitar el escurrimiento, incluye: tapa de concreto f'c=100 kg/cm2 con acero de refuerzo de 3/8" en ambos sentidos de 5 cm de espesor y preparación de la salida para la conexión a la red sanitaria existente de Gran Santa Fe Norte II. Para su autorización de conexión a la PTAR existente, la empresa cuenta con su permiso de factibilidad de conexión con la JAPAY (Ver factibilidad de la JAPAY con no. DIR/ST/GPO/0868/2026 en anexo 8F).

I.10.3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Programa de operación. Para la urbanización no será necesario contar con un programa específico, ya que la operación consiste simplemente en el periodo de venta de viviendas. Con respecto al mantenimiento, se realizarán las obras de reparación y mejoramiento y servicios conforme se vaya requiriendo.

Cuando se concluya su etapa constructiva, previa autorización ambiental, el mantenimiento interno y operación de cada vivienda construida, será responsabilidad de cada propietario. Las aguas grises y negras serán enviadas al sistema de tratamiento del proyecto; los residuos gaseosos provendrán de los calentadores, los cuales forzosamente dirigirán sus emisiones hacia sitios sin presencia de personas, sin embargo, será necesario realizar un mantenimiento adecuado de estos equipos, con el fin de cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, asimismo, el propietario de cada lote o vivienda realizará la recolección de los residuos sólidos, para que posteriormente sean recogidos, enviándolos al poblado más cercano para posteriormente sean llevados al relleno sanitario municipal.

Con respecto a la fauna nociva, se contratará el servicio que realizará fumigaciones periódicas preventivas en las áreas públicas, mientras que en las propiedades privadas lo realizará cada propietario de cada lote, para evitar su diseminación.

El programa de mantenimiento de las vialidades. Esta etapa consiste principalmente en el Bacheo de calles o reparar los daños de la superfi**c**ie de rodamiento de las vialidades. Como primer punto se localiza el área afectada, ya sea que presente hundimientos, resquebrajamientos, grietas o fisuras; una vez hecho esto se procede a marcar el área que será reparada, se levanta la carpeta asfáltica con picos y barretas, se limpia y barre la base hidráulica si no presenta algún problema y se procede a la impregnación de la superficie previamente barrida, una vez hecho esto se procede al tendido de la mezcla asfáltica y posterior mente se compacta ya sea con pisón de mano con una pequeña plancha vibratoria de rodillo metálico.

I.10.4 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS

Como se sabe, los procedimientos constructivos tienen la necesidad de contar con un espacio en los cuales se puedan almacenar y resguardar los materiales y equipos para no exponerse al intemperismo, por lo que se requerirá de un campamento temporal para la administración de la obra, además se requerirá de un almacén para depósito de materiales que se construirá a base de fajillas de madera recubierta con láminas de cartón negro que sea fácilmente desmontable para que pueda ser retirada una vez concluido el proyecto. Las obras provisionales para el proyecto serán modernas y funcionales de tal forma que los trabajadores puedan contar con todos los servicios básicos para el desempeño de sus labores.

Los servicios sanitarios se ubicarán junto al campamento y oficina temporal y serán en una proporción de 1/15 con respecto al número de trabajadores. Para facilitar la instalación de obras y servicios de apoyo, se utilizarán unidades prefabricadas, acción que permitirá reducir los impactos negativos al ambiente.



Figura I. 7. Ejemplo de letrinas portátiles para uso de empleados en obra.

En cuanto a la oficina y campamento contarán con electricidad que será proporcionada por generadores de energía eléctrica a diésel, además contarán con tanques de almacenamiento de agua para los servicios de distribución.

El desmantelamiento de las obras y servicios provisionales del proyecto, se realizará de forma gradual, a medida que las etapas de diseño, preparación del sitio y trabajos de urbanización lleguen a su fin.

Una vez concluida la etapa de construcción, las instalaciones de oficina y sanitarios temporales serán devueltos a la empresa prestadora de tal servicio.

En el predio solo podrán realizarse operaciones de reparaciones menores, para estos casos se contará con un sitio específico en el patio de maquinaria que estarán provistos de recipientes identificados, donde se verterán los residuos generados de esta actividad.

Una vez ejecutadas las acciones preparatorias se dará inicio a las actividades de construcción.

I.10.5 CIERRE Y ABANDONO DEL SITIO

No se presenta un **programa de cierre y abandono del sitio** debido a que, por su naturaleza, la vida útil del proyecto es indefinida. De hecho, la infraestructura con la que contará el proyecto, llevarán un mantenimiento adecuado y una inversión menor con los cuales el usuario podrá mantener por tiempo indefinido cada uno de estos.

I.10.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

a) Clasificación de los residuos

Toda actividad humana genera residuos, por lo tanto, es de esperarse que durante la construcción del proyecto y su operación se generen, mismos que pueden clasificarse en:

Tabla I.12. Clasificación de los residuos que se generarán durante el desarrollo del proyecto.

SÓLIDOS	LÍQUIDOS	GASEOSOS
• Orgánicos • Inorgánicos	• Orgánicos • Inorgánicos • Peligrosos	• Polvos • Emisiones

b) Tipos de residuos

Los residuos a generarse por la ejecución del proyecto son de diversos tipos y cantidades, tal como se describen a continuación:

Etapa de preparación del sitio y construcción:

- ***Sólidos***

Producto del retiro de vegetación. Para la realización del proyecto se introducirá maquinaria pesada para el derribo de materia vegetal, generando residuos sólidos consistentes en hojas y ramas así como piedras y otros materiales removidos del suelo. Mediante el proceso constructivo seleccionado, se trata de aprovechar, los troncos y varillas que se puedan recuperar y el resto del material será picado y utilizado como mejorador de suelo, luego de su composteo, durante esta etapa los árboles y arbustos de mayor porte serán rescatados y reubicados en las áreas verdes.

Material vegetal de remoción de vegetación. Al igual que en el caso anterior, se removerán hojas y ramas, así como tierra y piedras. Estas últimas serán utilizadas en el proceso constructivo del futuro inmobiliario como material de relleno o para jardinería y la vegetación para la elaboración de composta o como sustrato orgánico en las áreas verdes.

Rechazo de la construcción. Durante las actividades constructivas se generan desperdicios de materiales utilizados, algunos de los cuales podrán ser aprovechados para rellenos lo que significa que no se genera en si un residuo.

Orgánicos producto de la alimentación de empleados. En el diario preparado de alimentos en los comedores se generan importantes cantidades de residuos orgánicos, en su mayoría, e inorgánicos como son envases de plástico, bolsas y otros productos, mismos que serán llevados al relleno sanitario.

Basura inorgánica derivada de los insumos de la construcción. Envases diversos provenientes de los empaques de los materiales de construcción utilizados. Algunos de estos residuos generalmente son separados ya que tienen valor de reciclaje como materia prima para la elaboración de láminas de cartón, entre otras cosas.

- ***Gases y emisiones.***

Emisiones de maquinaria de construcción. Durante el proceso de operación de la maquinaria se generarán emisiones a la atmósfera de diversa composición por la combustión de hidrocarburos.

Polvos producto de movimiento de tierras. Debido al arrastre en el desmonte y despalme, se desprenderán partículas finas de polvo que son arrastradas por el viento.

- ***Líquidos***

Aguas residuales generadas en los frentes de construcción. Producto de la evacuación de fluidos corporales.

- ***Peligrosos***

Aceites lubricantes gastados y materiales impregnados. Estos materiales derivados de cambios de aceite, están catalogados como residuos peligrosos, requieren ser manejados en forma cuidadosa y almacenados de forma temporal en tanto son recolectados por empresas prestadoras de deservicios especializados.

Envases de aceites. En ocasiones se requiere realizar cambios de aceite o reparaciones urgentes. El resultado es la generación de envases vacíos de aceites, que, si bien no son peligrosos de acuerdo a la legislación vigente, requieren un tratamiento especial y un confinamiento temporal en tanto son dispuestos adecuadamente.

Envases de pinturas y solventes. Durante el proceso de pintura y otros acabados es posible que se utilicen solventes y otros productos que requieren ser manejados con cuidado para evitar la contaminación del ecosistema, tal es el caso de estos envases.

Tabla I.13. Clasificación de los residuos que se generarán durante el desarrollo del proyecto.

RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO				
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
TIPO	**ORIGEN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**EFECTOS**
Sólidos	Producto de desmontes	m^3/ha	12.8	Estéticos, riesgo de incendios
	Rechazo de la construcción urbana	m^3	No determinado	Estéticos y riesgos de accidentes
	Orgánicos producto de la alimentación de empleados	gr/obrero	100	Insectos, malos olores, estéticos, lixiviados
	Basura inorgánica derivada del insumos a la construcción como son bolsas de cemento o envases diversos	m^3	3	Estéticos
Gases y emisiones	Emisiones de maquinaria de construcción	Kg/día	N.D.	Molestias en los ojos, olor y estéticos
	Polvos producto de movimiento de tierras	Kg/Ha	N.D.	Molestias en los ojos y estéticos
Líquidos	Aguas residuales generadas en los frentes de construcción	gr/obrero	700	Malos olores, insectos y vectores, lixiviados
Peligrosos	Envases de aceites	lt/vehículo/mes	4	Estéticos y lixiviados
	Aceites quemados	lt/vehículo/mes	4	Lixiviados, contaminación, estéticos

RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO				
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
TIPO	**ORIGEN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**EFECTOS**
	Envases de pinturas y solventes	Piezas	3	Lixiviados, contaminación, estéticos

Etapa la operación:

Es importante mencionar que el proyecto va dirigido a la conformación de un desarrollo inmobiliario de tipo público, por lo que la generación de residuos durante la operación y mantenimiento serán principalmente los generados por el personal de ventas y propietarios que adquieran sus viviendas Los residuos sólidos deberán ser depositados en contenedores temporales, enviándolos posteriormente al poblado de Mérida, donde el responsable de dar destino final, será el servicio de limpia del H. Ayuntamiento de Mérida.

Los principales elementos que se generarán son:

- ***Sólidos***

Residuos domésticos. Son aquellos compuestos por orgánicos e inorgánicos derivados del consumo de alimentos y del uso de materiales propios de las actividades humanas y operativas del proyecto de las vialidades principales del futuro desarrollo inmobiliario. Para la recolección de dichos residuos, se instalarán en las áreas verdes botes clasificados para el depósito de la basura, de tal forma que se tenga la facilidad de la separación de los residuos en orgánicos, inorgánicos y sanitarios, facilitando su adecuada recolección y disposición final. La recolección final de estos residuos será realizada por una empresa concesionaria del servicio que el Ayuntamiento disponga para el área. La recolección deberá realizarse en los días y horas designadas a fin de evitar el almacenamiento de los residuos por períodos largos y evitar la acumulación de los mismos.

Residuos industriales. No se espera la generación de este tipo de residuos, ya que no está programada la instalación de industrias.

Residuos municipales. Los residuos municipales son producto de la jardinería y basura de calles. Estos residuos deberán ser manejados en forma integral, de tal forma que se garantice el aprovechamiento de orgánicos y se minimice la generación de inorgánicos.

- ***Peligrosos***

Aceites lubricantes gastados. El uso de vehículos provocará la generación de éstos, sin embargo, no necesariamente se tendrán que disponer dentro del predio ya que su mantenimiento por lo general es realizado en talleres.

I.10.7 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

Los residuos sólidos y líquidos que resulten durante las diferentes etapas del proyecto serán dispuestos en contenedores rotulados y tapados por los trabajadores, para que estos sean dispuestos en los sitios indicados por la autoridad competente.

Durante las actividades de construcción de las vialidades y por el empleo de la maquinaria pesada se pueden generar residuos peligrosos derivados de actividades de mantenimiento. Los más comunes son: Los botes de aceite, suelo impregnado por fugas, estopas impregnadas con grasas y aceites, filtros de efectuarse algún cambio. También se espera la generación de restos de emulsión asfáltica durante la pavimentación. La generación de estos residuos se estima en pequeñas cantidades, pero de cualquier manera los volúmenes generados deben ser trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos de la contratista, para garantizar la adecuada disposición de los mismos.

También podrían generarse residuos derivado de las fugas de mangueras y/o sellos en los equipos y maquinaria, por lo que este material debe manejarse en un contenedor metálico con tapa y entregarlo a una empresa autorizada por SEMARNAT.

CONTENIDO

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.....1

II.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS.....1

II.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POETGT) 1

II.1.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY, DECRETO 692/2023).....9

II.2 LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES Y MUNICIPALES24

II.2.3. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2024-2030.....24

II.2.4. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO RENACIMIENTO MAYA DE YUCATÁN 2024-2030..... 28

II.2.5. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE MÉRIDA......32

II.2.6. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS......37

II.3 PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.....38

II.4 LEYES Y REGLAMENTOS.....38

II.4.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)......38

II.4.2. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. Publicado en el diario oficial de la federación el día 05 de junio de 2018.....47

II.4.3. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS......48

II.4.4. LEY DE AGUAS NACIONALES.....49

II.4.5. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.....50

II.4.6. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....51

II.4.7. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....52

II.4.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.....54

II.4.9. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.....56

II.4.10. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA EN PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA.....57

II.4.11. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO......58

II.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....81

II.5.1. EN MATERIA DE AGUA.....81

II.5.2. EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....93

II.5.3. EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.....93

II.6 DECRETOS, REGIONES PRIORITARIAS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....95

II.6.2. ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)...... 95

II.6.3. REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA (RTP).....96

II.6.4. REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA (RHP).....97

II.6.5. REGIÓN MARINA PRIORITARIA (RMP).....98

II.6.6. CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM).....99

II.7 OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.....101

III.7.1. LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN.....101

III.7.2. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN.....105

III.7.3. LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE YUCATÁN......109

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

A continuación, se realiza una identificación y análisis de los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto con la finalidad de sujetarse a los instrumentos con validez legal y establecer su correspondencia y vinculación con los mismos.

En virtud de lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con los Programas de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano, declaratorias de áreas naturales protegidas, así como las Leyes y Normas aplicables de competencia federal, estatal y municipal, que nos permita situar las bases para demostrar la viabilidad legal y ambiental de la propuesta.

De esta manera, se prevé que, a través del procedimiento de impacto ambiental, se establezcan las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades del proyecto que puedan causar efectos adversos al entorno o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Este capítulo muestra los resultados de la revisión de dichos ordenamientos con referencia a proyectos turísticos y su relación con los aspectos ambientales de estos y el manejo o aprovechamiento que de los recursos naturales se realiza durante la operación de este tipo de proyectos.

II.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS

II.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POETGT)

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.

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 **Desarrollo Inmobiliario Habitacional Paraíso Santa Fe II**, se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) específicamente en la UGA denominada UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo de la Región Ecológica 17.33, tal como se puede observar en la siguiente figura:

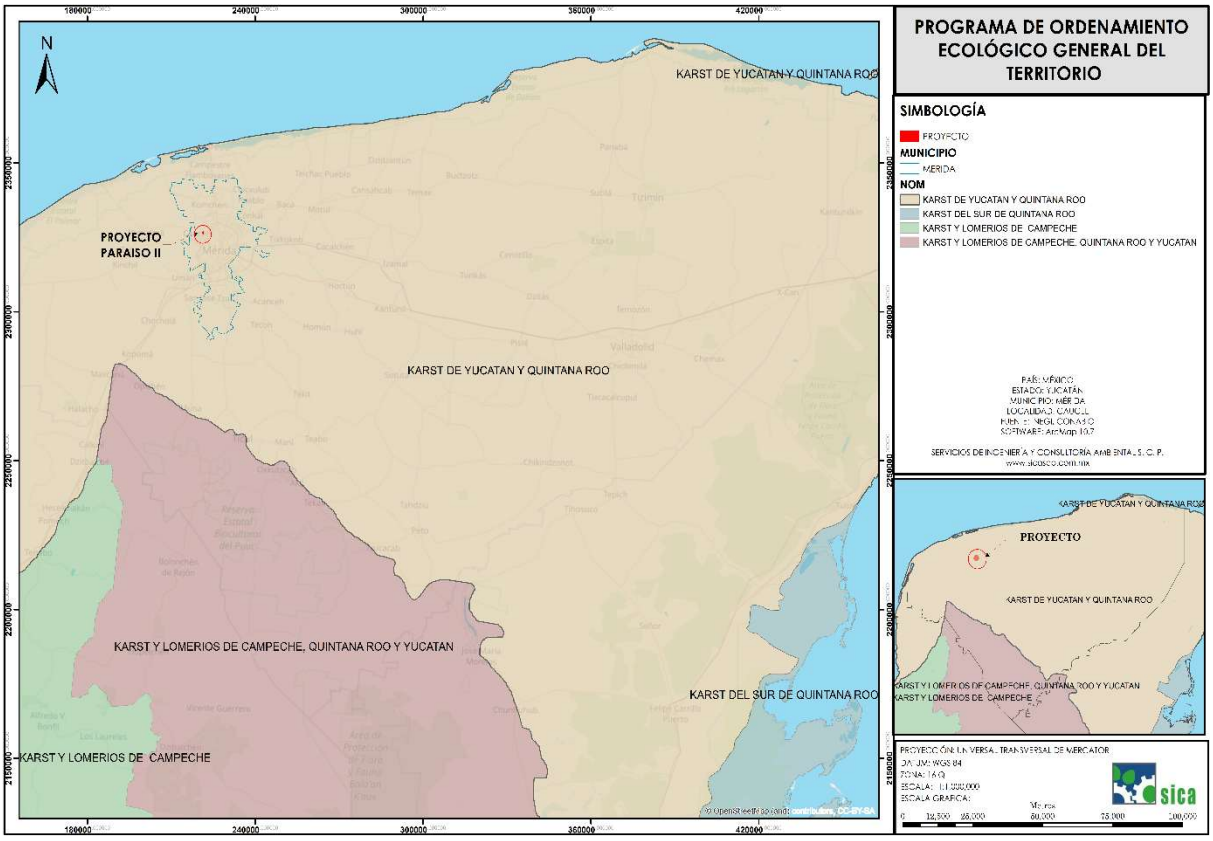


Figura II.1. Ubicación del proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla II.1. Características de la Región Ecológica.

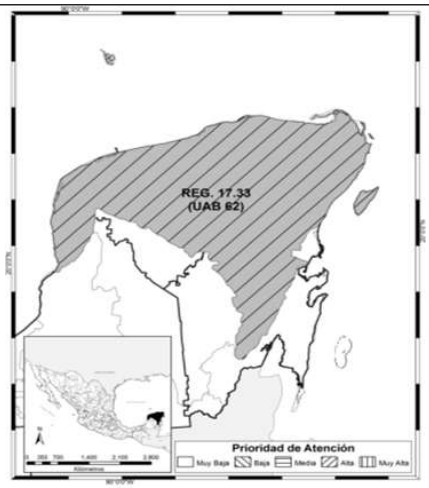
<table>
<tr><td rowspan="2">
</td><td colspan="3">REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:
62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán, Centro, norte y noroeste de Quintana Roo.</td></tr>
<tr><td></td><td>Superficie en Km^2: 59,542.35 Km^2</td><td>Población Total: 2,982,494 hab</td><td>Población indígena: Maya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Escenario al 2033: Inestable a crítico.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Política ambiental: Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Prioridad de atención: Alta.</td></tr>
</table>

Tabla II.2. 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.3. 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
Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad ***Vinculación:*** *El proyecto promueve la conservación de ecosistemas y su biodiversidad a través de la permanencia de áreas verdes, las cuales mantendrá suelo natural y vegetación nativa. Así mismo a través del proyecto se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies de especies de la vegetación a afectar por el CUSTF (**Anexo 6**) por lo que se seguirán prestando una serie de servicios ambientales de importancia para la región.* **Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo** ***Vinculación:*** *A pesar de que en el área de estudio no se obtuvieron registros de especies de fauna silvestre bajo protección especial; para prevenir y mitigar los efectos causados por dicha obra, se aplicarán acciones tales como la implementación de programas de rescate y reubicación de especies de la vegetación a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este estudio). Dichos programas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.* **Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad** ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta al proyecto, ya que este consiste en el CUSTF para la Construcción de un desarrollo* *No obstante, como parte de las obligaciones para la ejecución del proyecto para el conocimiento y análisis de la biodiversidad que abundan en el sistema ambiental, área de influencia y en el predio del proyecto, se realizaron muestreos tanto de flora como de fauna silvestre con la finalidad de obtener resultados acerca de la composición, estructura y diversidad de los organismos silvestres imperantes dentro del área pretendida para el CUSTF, impulsando al conocimiento sobre los ecosistemas y de su biodiversidad.*
B) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE
Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. ***Vinculación:*** *No aplica la presente estrategia; ya que el proyecto no pretende realizar el aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos. El proyecto en sí, pretende llevar a cabo la **Construcción del desarrollo inmobiliario habitacional Paraíso Santa Fé II**, mismo que se concibe bajo un enfoque integral de sustentabilidad. Esta visión no sólo cumple con las normativas ambientales vigentes, sino que propone un modelo replicable de desarrollo que convive en armonía con su entorno natural.* **Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.** ***Vinculación:*** *No aplica al proyecto; ya que <u>NO</u> se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios, derivado de las actividades del proyecto.* **Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto se refiere a la **Construcción del Desarrollo Inmobiliario Habitacional Paraíso Santa Fe II**, el cual NO consiste en el establecimiento de obras hidroagrícolas, así*

ESTRATEGIA. UAB 62
como tampoco pretende emplear superficies para riego. **Estrategia 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de los recursos forestales, se refiere a la Construcción del Desarrollo Inmobiliario Habitacional Paraíso Santa Fe II.* **Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales.** ***Vinculación:*** *Dentro del presente estudio se hace un análisis de los servicios ambientales que serán afectados por 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 la Región ecológica ambiental. Por otra parte, el proyecto mantendrá áreas verdes con suelo natural y vegetación nativa presente; mismas que seguirán prestando una serie de funciones ecológicas importantes, 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
Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. ***Vinculación:*** *El proyecto, resaltando la importancia de la captación de agua en cantidad y calidad promueve la permanencia de áreas verdes, las cuales contribuirán a la captación del agua y la purificación de la misma, coadyuvando a su vez al equilibrio dinámico dentro del acuífero de la cuenca en donde se encuentra inmerso el proyecto. Asimismo, aplicará una serie de medidas de mitigación para proteger y conservar el acuífero en la región, tales como construcción de terrazas y cunetas para minimizar los efectos de escurrimientos temporales, promoviendo la captación de agua y minimizando la erosión del suelo en la región, así mismo como actividades de rescate y reubicación de especies vegetales sin sellamiento de suelo.* **Estrategia 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto se refiere a la construcción del* ***Desarrollo Inmobiliario Habitacional Paraíso Santa Fe II****, que no tiene entre sus objetivos tal función. Sin embargo, el proyecto habitacional se conectará a un sistema de tratamiento de aguas residuales previo a su descarga; para este caso,* a la PTAR de JAPAY Gran Santa Fe Norte*, evitando de tal manera, la contaminación del acuífero (se adjunta el Dictamen de factibilidad de la JAPAY con no. de oficio DIR/ST/GPO/0868/2026 en el Anexo 8F).* **Estrategia 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.** ***Vinculación:*** *La presente estrategia no le aplica al presente proyecto, ya que la zona donde pretende realizarse no cuenta con presas de agua.* **Estrategia 12. Protección de los ecosistemas.** ***Vinculación:*** *El proyecto cuenta con áreas en buen estado de recuperación, contando con vegetación de tipo forestal, por lo que, para dar cumplimiento a los objetivos de dicha estrategia, se pretenden mantener superficies con suelo natural y vegetación nativa (áreas verdes) que contribuyan a la protección de los ecosistemas de la región. Además, el proyecto pretende ejecutar un programa de reforestación con especies nativas.*

ESTRATEGIA. UAB 62
Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto se refiere a la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional, donde NO se llevarán a cabo actividades de tipo agrícolas que impliquen el uso de agroquímicos.*
D) RESTAURACIÓN
Estrategia 14. **Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.** ***Vinculación:*** *El proyecto se refiere a la construcción de infraestructura y de viviendas unifamiliares y comerciales para la conformación de un desarrollo inmobiliario habitacional, sin embargo, como parte de las medidas del proyecto se aplicará un Programa de rescate y reubicación de especies a afectar por el CUSTF (Se adjunta en el* ***Anexo 6*** *de este estudio dicho programa). Sin duda alguna, la aplicación de este programa y de las actividades de reforestación se contribuirá a la restauración del ecosistema y del suelo en la región. Anterior a esta actividad se llevará a cabo la labranza de conservación que consistirá en dispersar residuos vegetales picados y triturados en las áreas expuestas y en donde se llevará a cabo la reubicación con plantas rescatadas con la finalidad de proteger y conservar el suelo y agua de la región. Adicionalmente el proyecto mantendrá un porcentaje con áreas verdes.*
E) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS.
Estrategia 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. ***Vinculación:*** *El proyecto no pretende realizar actividades del sector turístico, este se enfoca en el sector constructivo, teniendo como objetivo principal la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional denominado Desarrollo Habitacional denominado Paraíso Santa Fe II.* **Estrategia 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.** ***Vinculación:*** *Como se indica con anterioridad, el proyecto no pretende realizar actividades del sector turístico, por lo que no aplica la presente estrategia que tiene un giro hacia la industria de la construcción.* **Estrategia 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 proyecto no pretende desarrollar actividades del sector turístico, éste se refiere a un proyecto constructivo denominado Construcción de un Desarrollo Habitacional denominado Paraíso Santa Fe II.*
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.
A) SUELO URBANO Y VIVIENDA
Estrategia 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio. ***Vinculación:*** *Mediante el desarrollo del proyecto se pretende mejorar la infraestructura básica y el equipamiento de la zona, de manera que la población local tenga la posibilidad de adquirir un terreno con servicios básicos que le permitan mejorar sus condiciones de vida.*
C) AGUA Y SANEAMIENTO

ESTRATEGIA. UAB 62
Estrategia 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
Vinculación: *El desarrollo inmobiliario habitacional contará con los servicios básicos de agua potable (Ver factibilidad autorizada en anexo 8F). Además, que propone contar con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso. Por lo que para el caso de los sanitarios se contara con un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos. Entre las ventajas de esta tecnología se encuentran la no corrosión, no fugas, una válvula de descarga y una válvula de llenado. regaderas y llaves ahorradoras de agua (monomandos). Este sistema permitirá el ahorro de agua. Por otra parte, las aguas residuales serán transportadas del sistema de alcantarillado del desarrollo hacia la PTAR de Gran Santa Fé.*
E) DESARROLLO SOCIAL
Estrategia 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, ya que NO se refiere a un proyecto agropecuario. Éste trata de la construcción del desarrollo inmobiliario habitacional.*
Estrategia 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. ***Vinculación:*** *No aplica debido a que no es un proyecto agrícola; este corresponde a la Construcción de un Desarrollo Habitacional denominado Paraíso Santa fe II.*
Estrategia 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. ***Vinculación:*** *No aplica de manera directa, sin embargo, el proyecto generará fuentes de empleo temporal y permanente en beneficio de los habitantes locales, contribuyendo a la mejora en la economía y a la calidad de vida de la población.*
Estrategia 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. ***Vinculación:*** *No aplica al proyecto. Sin embargo, los empleos que pudieran generarse promoverán hacia los trabajadores el uso de los servicios de salud.*
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional
A) MARCO JURÍDICO
Estrategia 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 predios que son propiedad del promovente.*
B) PLANEACIÓN DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL
Estrategia 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.

ESTRATEGIA. UAB 62
Vinculación: *No aplica de manera estricta. Sin embargo, es importante señalar que el área que ocupará el proyecto ha sido objeto de ordenamiento territorial estatal (POETY) el cual en páginas posteriores se vincula con el proyecto.*

II.1.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY, DECRETO 692/2023)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) es un instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos de participación pública innovadores, así como al uso de técnicas y procedimientos de análisis El Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán (POETY), es un instrumento de planeación, cuyo objetivo es el de "regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales". El decreto de este ordenamiento Estatal fue publicado en el mes de julio de 2007 actualización a través del decreto 692/2023. Dicho programa es un instrumento de planeación jurídico, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos de participación pública innovadores, así como al uso de técnicas y procedimientos de análisis geográfico, integración de información y evaluación ambiental, proceso que requiere del desarrollo de nuevas capacidades de gestión y evaluación ambiental en los tres órdenes de gobierno.

En otras palabras, el POETY, establece el "Modelo de Desarrollo Territorial" o "Modelo de Ocupación del Territorio" para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial. Es indispensable señalar que la zona no representa un corredor biológico de interés o relevante, ya que la disminución de cobertura vegetal o sitios de probable ocupación por fauna silvestre han sido impactadas por las actividades agrícolas de la zona (cultivo de henequén en décadas anteriores) y por actividades de pastoreo de ganado, conformando una discontinuidad importante en la estructura del suelo, la remoción de la cobertura vegetal, la distinta conformación del terreno natural de la zona, así como que esta zona está dentro de una área urbanizada.

La elaboración del modelo de ordenamiento considera la propuesta de uso y aprovechamiento que se desea dar al territorio, y se expresa en los mapas de políticas y modelo de uso y aprovechamiento del mismo en donde ubican las unidades de gestión territorial.

Cada una de las unidades de gestión territorial reconocidas para el estado de Yucatán tiene asignadas de manera explícita políticas territoriales y criterios de uso y manejo. Las políticas asignadas son las siguientes:

I. Protección (P)
II. Preservación (Pres)
III. Restauración (Rest)
IV. Aprovechamiento sustentable (Aprov)

De acuerdo al POETY, el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental **UGA053-APROV-MER**. Dicha unidad busca propiciar el aprovechamiento sustentable de 62.691 km^2 para el desarrollo de las actividades compatibles. Propiciar el aprovechamiento para el establecimiento de asentamientos humanos de manera ordenada

y en superficies que ya cuenten con los servicios básicos municipales y la infraestructura necesaria para su desarrollo y de movilidad sustentable.

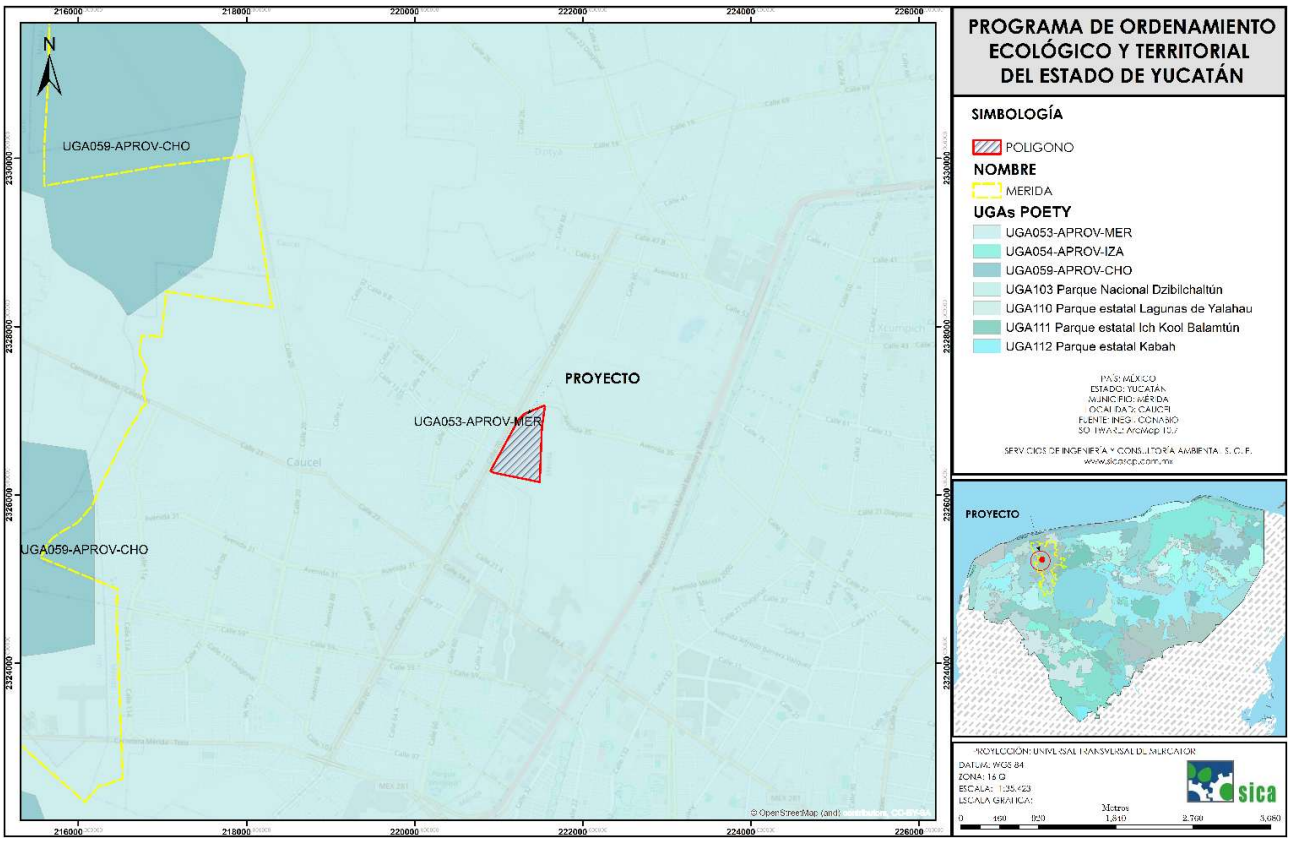
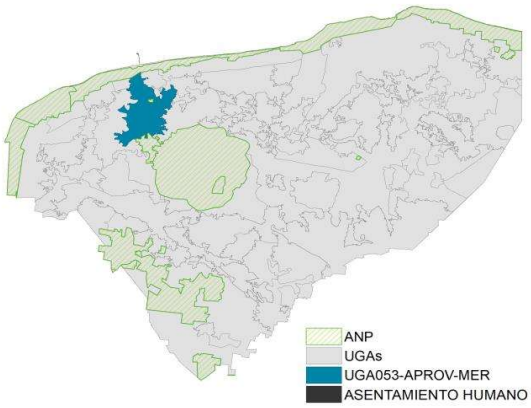
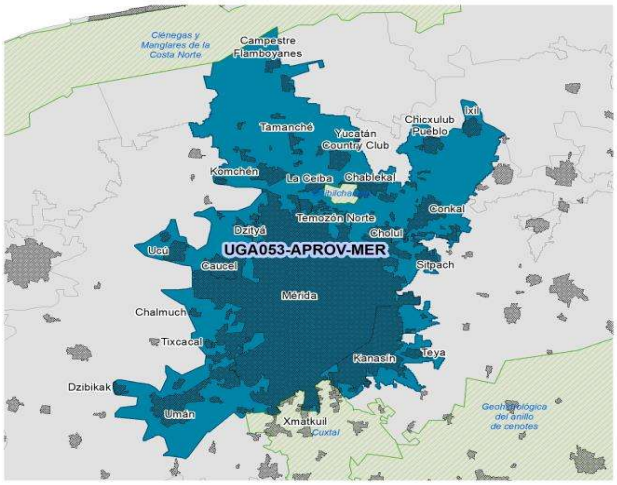


Figura II.2. Ubicación del proyecto respecto a las UGA's del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán.

La unidad de gestión ambiental la cual corresponde a la zona bajo estudio presenta las siguientes características:

Tabla II.4. Política y uso principal en las UGA's donde se ubica el proyecto.

UNIDAD DE GESTIÓN DEL POETY	
	
CLAVE UGA	UGA 053
NOMBRE	UGA053-APROV-MER
POLÍTICA	Aprovechamiento Sustentable
SÍNTESIS (EXTENSIÓN DE LA UGA)	764.81 km^2
LINEAMIENTOS AMBIENTALES	
Propiciar el aprovechamiento sustentable de 62.691 km^2 para el desarrollo de las actividades compatibles. Propiciar el aprovechamiento para el establecimiento de asentamientos humanos de manera ordenada y en superficies que ya cuenten con los servicios básicos municipales y la infraestructura necesaria para su desarrollo y de movilidad sustentable.	
CRITERIOS GENERALES	
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	
ASENTAMIENTOS HUMANOS	**C**	**1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13**

La política de la UGA en la que recae el proyecto es de **"Aprovechamiento Sustentable".** Esta política se asigna a espacios que no forman parte de un ANP, y se encuentra en unidades de gestión ambiental con cobertura vegetal modificada y/o impactada, así como aquellas donde se desarrolla actualmente actividades sectoriales, y por lo tanto se consideran zonas apropiadas para el aprovechamiento de los recursos naturales que no resulten en impactos negativos al medio ambiente. A continuación, se realiza el análisis de cada uno de los criterios generales contenidos para la UGA en la que recae el proyecto:

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL

La información descriptiva de las unidades de gestión ambiental, respecto a las condiciones actuales de su tipo de vegetación, condiciones ambientales, así como la política, lineamientos, estrategias y criterios aplicables, se presentan en forma de fichas. Cada UGA cuenta con su propia ficha, las cuales se encuentran en el documento Anexo al presente decreto.

Tabla II.5. Usos de suelo de la UGA donde recae el proyecto.

Clave UGA	Nombre UGA	Política	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos incompatibles
UGA 053	UGA053-APROV-MER	Aprovechamiento sustentable	1, 2**, (6),** 10, 11, 18, 19	8, 12	3, 4, 5, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 20

Como se observa en la **tabla V.2,** de compatibilidad de uso, las obras y/o actividades del proyecto de acuerdo a la unidad de gestión ambiental en la que recae el proyecto es compatible, al considerar un uso de suelo para ASENTAMIENTOS HUMANOS (AH), referente al establecimiento de nuevos centros de población en zonas donde sea factible el aprovechamiento de la infraestructura y servicios actuales, y se contenga la expansión urbana desordenada. Se describen a continuación los criterios ecológicos generales:

Tabla II.6. Criterios ecológicos generales (CG).

No.	CRITERIO
1	**Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.**
Vinculación: *El proyecto generará aguas residuales durante las diferentes etapas del proyecto, sin embargo, para la etapa constructiva se utilizarán letrinas portátiles que serán contratadas a través de empresas particulares autorizadas. En cuanto a la etapa operativa el desarrollo contará con un sistema de drenaje sanitario que estará conectado a una Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR Gran Santa Fe Norte) (Ver factibilidad de conexión autorizado por la JAPAY en anexo 8F). En cuanto al sistema de drenaje pluvial estará separado del sistema de drenaje sanitario, sujetándose al mantenimiento periódico para evitar la obstrucción y mal funcionamiento.*	
2	**Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.**
Vinculación: *En cuanto a los residuos sólidos urbanos que llegarán a generarse durante las etapas de preparación de sitio y construcción del proyecto estos serán almacenados en recipientes rotulados dentro de un almacén temporal. Posteriormente, los residuos serán trasladados en vehículos de las empresas contratistas para su disposición final hacia sitios autorizados. La periodicidad con la que se lleve a cabo dicha actividad dependerá de los volúmenes generados por el personal en obra. Las actividades podrían generar también, cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada municipal, con la*	

frecuencia necesaria de acuerdo a los volúmenes de residuos peligrosos generados. Para llevar a cabo las actividades de manera correcta, se presenta en el anexo 5A un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y un procedimiento de supervisión ambiental.	
3	**Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.**
Vinculación: *El proyecto posiblemente generará residuos de manejo especial a través de sus actividades constructivas de las viviendas, además de los residuos generados por los trabajadores tales como envases metálicos, vidrio, envases de PET serán mínimos (menor a 10 toneladas al año), por lo que se incluye un procedimiento de manejo de residuos en el* ***anexo 5****, a través del cual se llevarán a cabo los reportes correspondientes, así como la ejecución del procedimiento de manejo de residuos de manejo especial.*	
4	**Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m3/día y las velocidades de extracción en L/s de cada pozo.**
Vinculación: *El proyecto requerirá para la etapa constructiva el agua que será suministrada por una empresa particular que transportará a través de pipas dicho recurso, almacenándolas en bidones o en tanques de almacenamiento. En cuanto al abastecimiento de agua potable para uso doméstico durante la fase operativa, sin embargo, no se pretende extraerla del acuífero a través de pozos, esta será suministrada por la JAPAY a través de una conexión con la red de distribución de agua potable más cercada (ver factibilidad de JAPAY en anexo 8F).*	
5	**Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas.**
Vinculación: *En el sitio no se encuentra la presencia de oquedades que sean vulnerables a derrumbes, por lo que no le aplica el presente criterio.*	
6	**Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.**
Vinculación: *El sitio donde se establecerá el desarrollo inmobiliario no es una zona de riesgo ante inundaciones, de acuerdo al Atlas de Peligros del estado de Yucatán 2024 la zona tiene un grado de vulnerabilidad baja (ver figura V.2.).*	

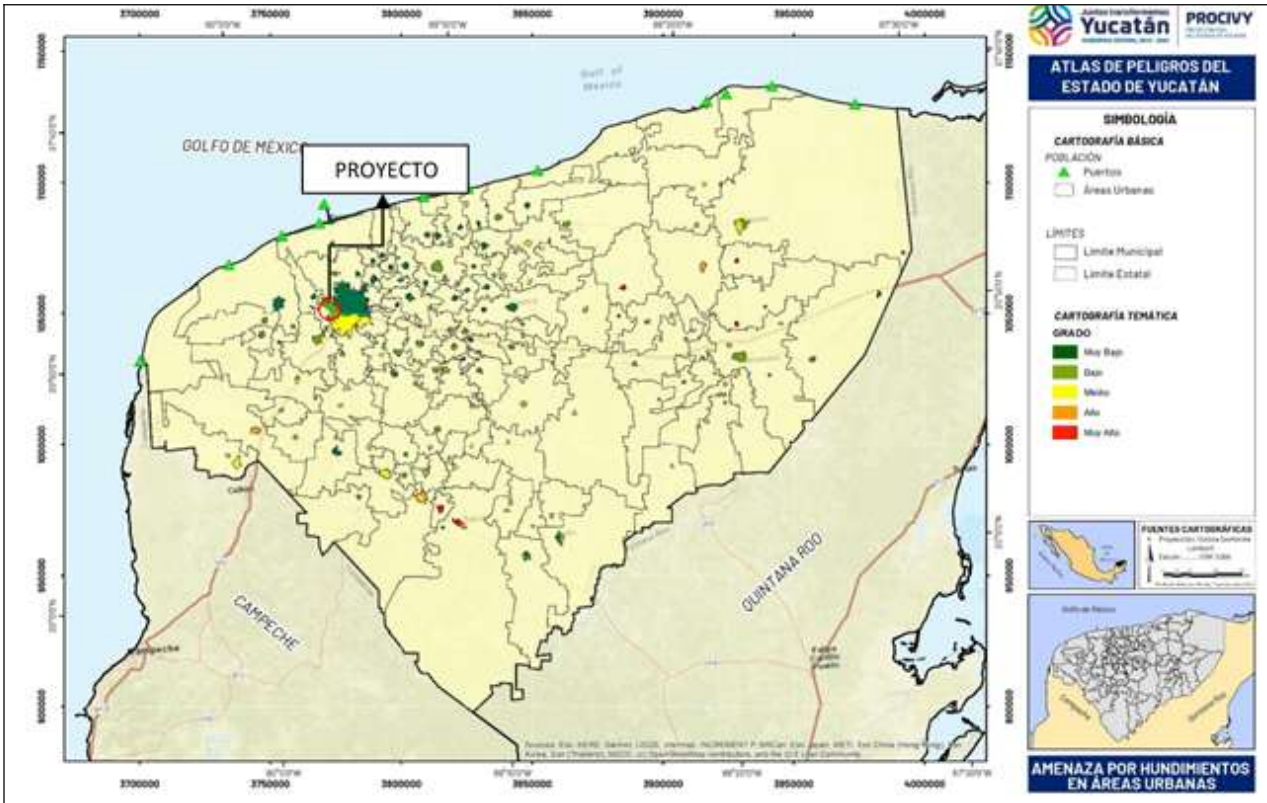


Figura II.3. Amenaza por hundimientos en áreas urbanas.

7	**Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.**
Vinculación: *El proyecto pretende la construcción de caminos interiores, así como de toda su infraestructura vial necesaria, misma que contará con sistemas de drenaje pluvial adecuados y alcantarillas que permitan el flujo del agua en todo el desarrollo, evitando el estancamiento e inundaciones. Además, el proyecto contará con áreas verdes que permitirán la filtración al suelo ayudando a mantener el flujo natural del agua.*	
8	**Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.**
Vinculación: *Para dar cumplimiento con lo antes descrito el proyecto mantendrá parches con vegetación y suelo natural con la finalidad de proteger los ecosistemas presentes en el sitio.*	
9	**Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso de construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.**
Vinculación: *Entre las medidas que contempla el proyecto por la afectación debido al material que será extraído para la nivelación y por la remoción de la primera capa de suelo, se pretende la reutilización en el mismo sitio, haciendo uso del material excavado para rellenos, nivelaciones, terraplenes o compactaciones del mismo proyecto y aprovechando las capas fértiles para restauración de suelos o jardinería posterior. Otra de las medidas podría ser la clasificación del material de acuerdo a su tipo, en tierra vegetal, arcilla, arenas,*	

gravas, rocas con la finalidad de facilitar su reutilización o disposición adecuada. *En caso de material sobrante, este será almacenado temporalmente en zonas de acopio delimitadas y protegidas con lonas para evitar la erosión, dispersión por viento o escorrentías, para posteriormente ser trasladado a sitios autorizados por la autoridad ambiental a través de vehículos cerrados o cubiertos. Además, de dichas medidas, se propone la humectación del material suelto, rociando agua para evitar la dispersión de partículas finas (control de polvo) sobre todo en zonas urbanas o secas.*	
10	**Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.**
Vinculación: *El proyecto además de solicitar a la autoridad la autorización de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular deberá solicitar el Estudio Técnico Justificativo por las actividades de desmonte así como el despalme por el Cambio de Uso de Suelo del Terreno Forestal dando cumplimento al presente criterio.*	
11	**Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea.**
Vinculación: *El proyecto no se encuentra en zona de humedales, este presenta vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Así mismo, tampoco pretende la construcción de vías de transporte que ocasionen alteraciones en la hidrodinámica natural del sitio, tanto superficial como subterráneo, siendo viable con el proyecto.*	
12	**Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.**
Vinculación: *El proyecto no requiere de la extracción de agua salobre del acuífero subterráneo ni actividades de desalinización para uso, este pretende la construcción de viviendas que requiere de actividades de cambio de uso de suelo, por lo que el presente criterio no le aplica.*	
13	**Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.**
Vinculación: *El proyecto pretende descargar sus aguas residuales a un sistema de drenaje sanitario que estará conectado a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Gran Santa Fe Norte, con capacidad acorde a la demanda requerida, para el manejo de las aguas provenientes de las viviendas. De manera que el promovente únicamente se encargará de realizar los trámites correspondientes para obtener el permiso de descarga a dicha PTAR y dar mantenimiento y revisión periódica a las conexiones de drenaje sanitarias que se encuentran dentro del predio del proyecto (Ver factibilidad de JAPAY en anexo 8F).*	
14	**Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar**

	que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes: **a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición.** **b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos.** **c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos.** **d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno.** **e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo.** **f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas.** **j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.**
Vinculación*: El proyecto cuenta con su Licencia de Uso de Suelo con no. de trámite 0000251802 donde describe el área de acuerdo a la identificación de zonas de riesgo de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos como zona de hundimientos con riesgos MUY BAJOS con inundaciones MEDIAS.* *Sin embargo, a pesar de no ser una zona de alto riesgo o peligros de acuerdo al atlas de riesgos el proyecto respetará perfectamente las medidas incluidas en el presente criterio respetando la cobertura vegetal adecuada, permeabilidad del suelo a través de áreas verdes, adaptación de caminos al tipo de topografía del terreno con diseños que permitan el flujo del agua y sedimentos así como la infiltración al subsuelo implementando diseños y estructuras constructivas adecuadas que minimicen su vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos.*	
15	**Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas**
Vinculación: A través del proyecto s*e propone la reforestación de las áreas verdes (ver programa de reforestación en Anexo 6C) con especies nativas que favorezcan la recarga del acuífero. Además, se mantendrá suelo natural en dichas áreas para beneficiar la filtración de agua al suelo.*	

Se describe a continuación, la estrategia ecológica sectorial y sus criterios del sector Asentamientos Humanos:

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
ASENTAMIENTOS HUMANOS	**C**	**1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13**

Tabla II.7. Estrategias ecológicas sectoriales.

No.	USO DE SUELO	ESTRATEGIA SECTORIAL
6	Asentamientos humanos	Promover el uso urbano en zonas con baja vulnerabilidad a riesgos climáticos. Realizar la gestión y el manejo integral de los residuos, de acuerdo a la normatividad. Todo sitio para la ubicación de rellenos sanitarios locales o regionales deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción, la operación y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación del impacto al manto freático y la alteración de la vegetación presente.

Criterios del sector Asentamientos Humanos.

Tabla II.8. Criterios del Sector Asentamientos Humanos.

NO.	CRITERIO
1	**Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a:** **a) Minimizar la expansión urbana desordenada.** **b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero.** **c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales.** **d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos.**
Vinculación: *El Desarrollo Inmobiliario Habitacional Paraíso Santa Fe II se localiza en Zona 2. Crecimiento Urbano (ZCR), que de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida presenta vocación para el* ***aprovechamiento urbano y económico del territorio****. Además, de acuerdo a la UGA del POETY, donde recae el proyecto* ***UGA053-APROV-MER*** *esta tiene como política el aprovechamiento sustentable para el establecimiento de asentamientos humanos. Así mismo, este cuenta con su respectiva Licencia de Uso de Suelo con no. de trámite 0000251802, que aprueba factiblemente dicha actividad en la zona. Dicho lo anterior, el proyecto no pretende la expansión urbana desordenada al concentrarse en una zona con vocación urbana, así mismo, tampoco pretende ocasionar contaminación del acuífero transportando sus aguas residuales hacia una PTAR cercana autorizada que le dará el debido tratamiento a las aguas residuales; además, contará con sistemas pluviales que permitirán evacuar eficientemente el agua de lluvia evitando inundaciones y aportando la recargar del acuífero, así mismo, la permanencia de áreas con vegetación prevendrá la fragmentación de hábitats naturales permitiendo de igual forma la filtración de agua al subsuelo. En cuanto a los servicios , la zona cuenta con recolecta de residuos sólidos urbanos, dotación de agua potable, luz eléctrica, transporte urbano, entre los más importantes, dando cumplimiento al presente criterio (Ver factibilidades de la JAPAY y CFE en el anexo 8C).*	
2	**Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana deberán establecerse preferentemente en:** **a) Vacíos urbanos de las áreas urbanas actuales.** **b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o** **c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones.**
Vinculación: *El proyecto cumple con lo descrito anteriormente al encontrarse dentro de un terreno que colinda con zonas urbanizadas de la localidad de Caucel, tal como se describe dentro del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida designando el área como* ***Zona 2. Crecimiento Urbano (ZCR),*** *que es una zona destinada al* ***aprovechamiento urbano y económico del territorio****, tal como se muestra en la siguiente figura:*	

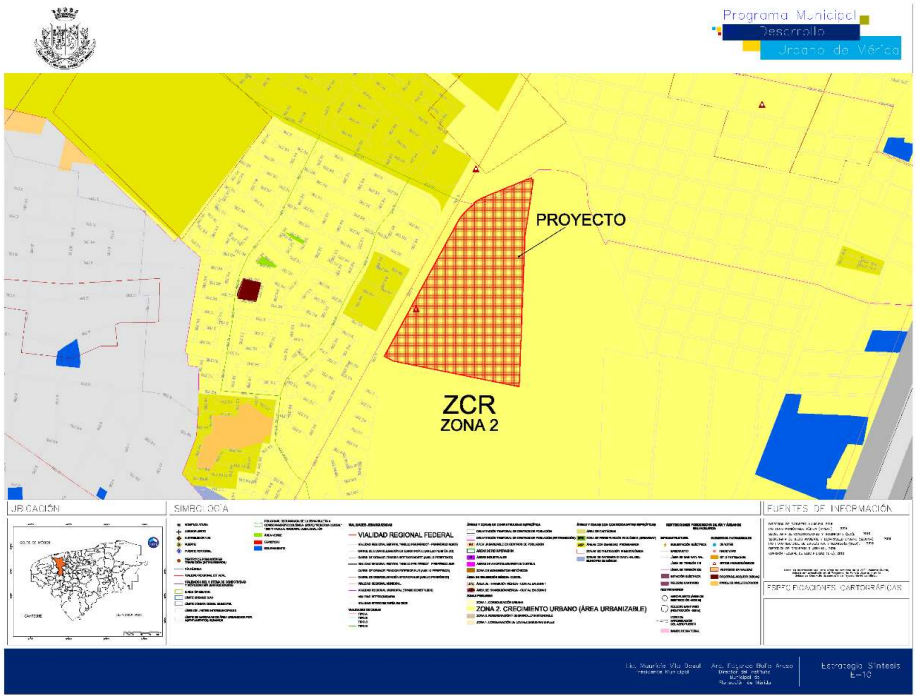


Figura II.4. Ubicación del proyecto de acuerdo al PMDU del municipio de Mérida.

Además, la zona cuenta con diversos servicios urbanos tales como red cercana para servicio de drenaje y alcantarillado público, planta de tratamiento de aguas residuales cercanas, red de suministro de energía eléctrica, servicio de manejo de residuos sólidos urbanos, red telefónica y de comunicaciones, entre los más importantes.

3	**Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.**
Vinculación: *El proyecto no pretende la construcción de una planta desalinizadora , este tiene como finalidad la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional, por lo que el presente criterio no le es aplicable.*	
4	**Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reúso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.**
Vinculación: *El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso. Por lo que para el caso de los sanitarios se contara con un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos. Entre las ventajas de esta tecnología se encuentran la no corrosión, no fugas, una válvula de descarga y una válvula de llenado. Regaderas y llaves ahorradoras de agua (monomandos). Este sistema permitirá el ahorro de agua.*	
5	**Los asentamientos humanos (vivienda, fraccionamientos, servicios, etc.) deberán mantener los humedales libres de obras de edificación, con el objeto de mantener sus procesos hidrodinámicos naturales**
Vinculación: *El proyecto mantendrá los humedales libres de obras de edificación, ya que este se ubica en la*	

zona urbana de la localidad de Caucel. Los humedales o marismas naturales se encuentran a más de 20 kilómetros de distancia hacia el desarrollo, por lo que estos no se verán afectados por las obras del proyecto.	
6	**Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera.**
Vinculación: *El presente criterio no le aplica al proyect. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a* **18 kilómetros tierra adentro** *desde la línea de costa más cercana, por lo que* **no colinda ni se encuentra dentro de zonas con presencia de dunas costeras.** *En consecuencia,* **no se interfiere con la integridad funcional del sistema playa-duna ni con su dinámica natural.** *Asimismo,* **no se contempla la ejecución de obras temporales o permanentes en zonas de dunas,** *cumpliendo así con el principio de preservación de estos ecosistemas frágiles.*	
7	**El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirá a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de la misma. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones.**
Vinculación: *El presente criterio no le aplica a nuestro proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a* ***18*** **kilómetros tierra adentro** *desde la línea de costa más cercana, por lo que* **no colinda ni se encuentra dentro de zonas con playa.**	
8	**Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo:** **a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.** **b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.** **c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación.** **d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.** **e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa.** **f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación.** **g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías.** **h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma.** **i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar**

	capacitado.
Vinculación: *El presente criterio no le aplica a nuestro proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica a más de 18 kilómetros tierra adentro desde la línea de costa más cercana, por lo que no colinda ni se encuentra dentro de zonas con playa con potencial de anidación de tortugas marinas.*	
9	**La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.**
Vinculación: *El presente criterio no le aplica a nuestro proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a más de* **18 kilómetros tierra adentro** *desde la línea de costa más cercana, donde se presenta vegetación de secundaria de Selva Baja Caducifolia, por lo que* **no colinda ni se encuentra dentro de zonas con presencia de dunas costeras**.	
10	**Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.**
Vinculación: *El presente criterio no le aplica al proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a 18 kilómetros tierra adentro desde la línea de costa más cercana, por lo que no colinda ni se encuentra dentro de zonas con presencia de playas y/o dunas costeras***.**	
11	**La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.**
Vinculación: *El proyecto estará conectado al suministro de energía de la CFE (ver factibilidad de servicio en Anexo 8F). Sin embargo, el proyecto contempla la implementación de principios de diseño bioclimático, considerando la orientación de las edificaciones para el máximo aprovechamiento de la luz natural y la ventilación cruzada, reduciendo así la dependencia de iluminación artificial y sistemas mecánicos de climatización. Adicionalmente, se proyecta el uso de materiales térmicamente eficientes y elementos de sombreado (como aleros, vegetación y celosías) que contribuirán a mejorar el confort térmico pasivo. En cuanto a la eficiencia energética, el proyecto contempla la instalación de luminarias tipo LED, así como la selección de electrodomésticos y equipos de climatización con clasificación energética eficiente (tipo A o superior), con el fin de reducir el consumo eléctrico durante la operación del desarrollo. Con estas acciones, el proyecto da cumplimiento al criterio mencionado y se alinea con los objetivos de sostenibilidad energética y adaptación al cambio climático.*	
12	**La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.**
Vinculación: *El presente criterio no le aplica a nuestro proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a 18 kilómetros tierra adentro desde la línea de costa más cercana, por lo cual no interferirá en las entradas y pasos libres para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.*	

13	**Los conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turístico e infraestructura urbana, deberán remitirse a los atlas de riesgos o peligros estatal y municipal vigentes para evitar que se desarrollen en ubicaciones inapropiadas, las cuales incluyen:** a) Zonas de aluviones naturales recientes, profundos o superficiales. b) Relleno artificiales en barrancos, humedales y terraplenes o en general terrenos no consolidados, inestables con agrietamientos y sensibles a asentamientos diferenciales o hundimientos. c) Áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos, sobresaturación hidráulica, sobrepeso, o movimientos vibratorios. d) Áreas por debajo del nivel máximo de mareas. e) Áreas susceptibles a inundación. f) Bancos de materiales abandonados. g) Áreas elevadas que al ser deforestadas generan escurrimientos que agravan inundaciones en zonas bajas.

Vinculación: *De acuerdo al **Atlas Nacional de Riesgo** por Inundación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y al Grado de riesgo por inundaciones por municipio de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la zona donde se ubica el polígono del proyecto es considerada como una zona Medio-Muy bajo a los riesgos por inundación, esto debido principalmente a que la península de Yucatán se encuentra en una zona propensa a la afectación por fenómenos hidrometeorológicos como lo son los ciclones tropicales y huracanes. Es por esto que el proyecto tomará las medidas necesarias para que las construcciones sean realizadas con las mejores técnicas y materiales resistentes. Por otra parte, de acuerdo al Atlas de Peligros del estado de Yucatán 2024 la zona tiene un grado de vulnerabilidad baja.*

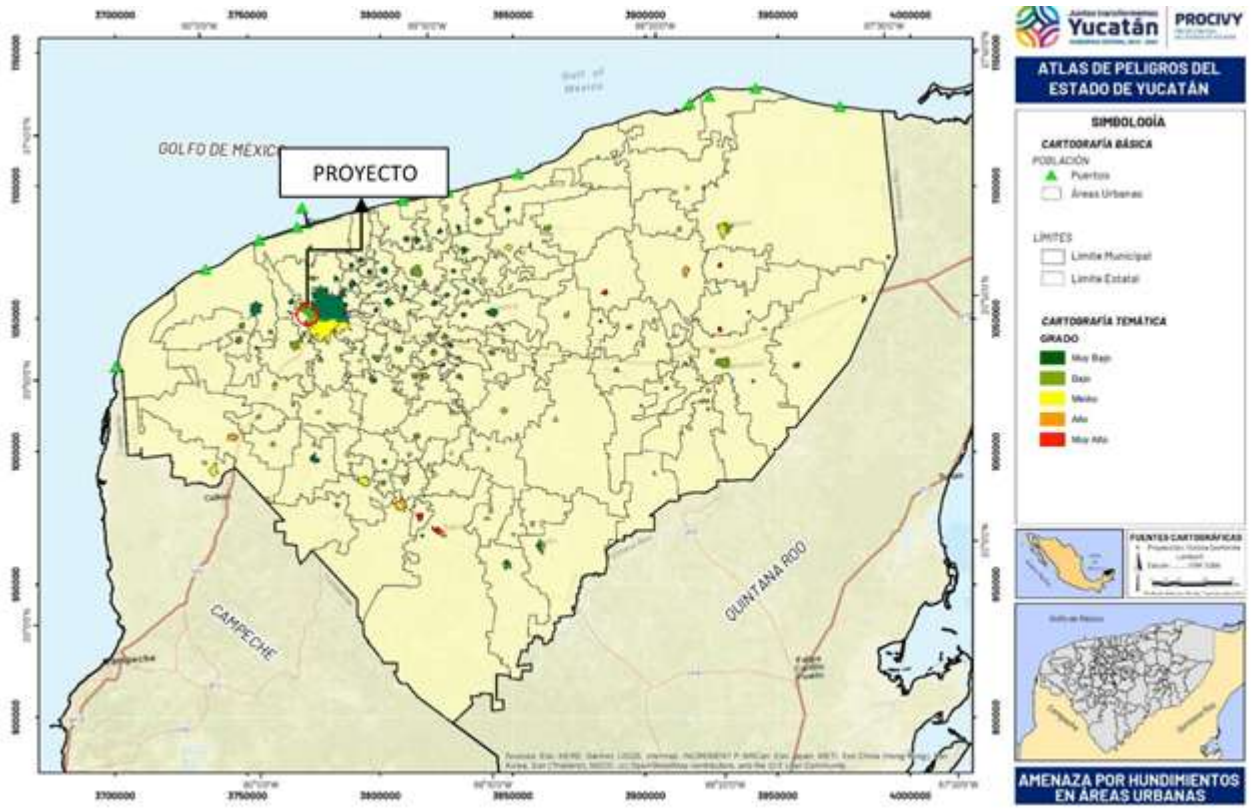


Figura II.5. Amenaza por hundimientos en áreas urbanas.

CONCLUSIÓN:

Como se describe anteriormente, la compatibilidad de uso, las obras y/o actividades del proyecto de acuerdo a la unidad de gestión ambiental en la que recae el proyecto es ***COMPATIBLE*** *con* ***ASENTAMIENTOS HUMANOS****, ya que pretende la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional. Por otra parte, el proyecto cuenta con un uso de suelo factible, autorizado a través de la Factibilidad Urbana Ambiental FUA 511/2025 así como con su respectiva licencia de uso de suelo con no. de* ***trámite 0000251802*** *que actualmente se encuentra vigente al 08 de mayo de 2027 (Anexo 04). Así mismo cuenta con su respectivo estudio de análisis de riesgo por inundaciones (Anexo 8B).*

El proyecto se desarrollará dando cumplimiento a los criterios ecológicos aplicables a las UGA´s en cuestión y aplicando medidas preventivas, de mitigación y compensatorias, con las cuales se garantizará la regeneración del sitio, la permanencia de las especies de flora y fauna presentes, el equilibrio de los ecosistemas y la funcionalidad del paisaje. Bajo este contexto y los argumentos expuestos podemos concluir que el proyecto es congruente con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán (POETY).

II.2 LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES Y MUNICIPALES

II.2.3. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2024-2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030 es el instrumento rector de la planeación democrática del desarrollo nacional en México, y establece la visión estratégica del Gobierno de la República para el sexenio correspondiente. Su objetivo central es consolidar un modelo de desarrollo basado en el bienestar integral de la población, la equidad social, la sustentabilidad ambiental, la democracia participativa y la soberanía nacional. El documento parte de un diagnóstico profundo sobre las condiciones sociales, económicas, territoriales y ecológicas del país, proponiendo una transformación estructural que favorezca la justicia, la inclusión y el equilibrio entre crecimiento económico y protección del medio ambiente.

Este Plan se organiza en torno a cuatro ejes generales:

1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana,
2. Desarrollo con bienestar y humanismo,
3. Economía moral y trabajo, y
4. Desarrollo sustentable y soberanía ambiental.

A ellos se suman tres ejes transversales: la igualdad sustantiva, la innovación pública para el desarrollo tecnológico, y la garantía de derechos de pueblos indígenas y comunidades afromexicanas. Estos lineamientos reflejan una apuesta clara por un desarrollo más justo, resiliente y sostenible, que reconozca la diversidad territorial, la urgencia climática y la centralidad de los derechos humanos en la gestión pública.

El Plan constituye también una herramienta de coordinación interinstitucional y territorial, articulando políticas públicas, programas sectoriales y acciones estratégicas bajo una lógica de planeación integral, transparencia y

rendición de cuentas. Asimismo, propone mecanismos de seguimiento basados en indicadores verificables para evaluar avances en rubros clave como pobreza, empleo, salud, medio ambiente, igualdad y calidad democrática.

En suma, el Plan Nacional de Desarrollo **2025–2030** representa un compromiso de Estado con una transformación profunda del país, sustentada en principios éticos, científicos y democráticos, orientada a garantizar el bienestar presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras. A continuación, se vincula los ejes a los que nuestro proyecto se apega:

Eje 2: Desarrollo con bienestar y humanismo

Vinculación: *El proyecto, se alinea directamente con los objetivos del Eje 2, al priorizar la creación de espacios habitacionales que respondan a criterios de dignidad, seguridad, accesibilidad y funcionalidad. Esta iniciativa busca atender la creciente demanda de vivienda al noroeste de la ciudad de Mérida, mediante una planificación que garantice el acceso equitativo a servicios básicos, infraestructura adecuada y conectividad con centros urbanos, educativos, comerciales y de salud.*

La propuesta promueve un modelo de ocupación del territorio ordenado, compatible con la vocación ambiental y social de la zona, integrando elementos de diseño urbano incluyente, áreas verdes, equipamiento comunitario y movilidad sostenible. Asimismo, busca reforzar la cohesión social y la calidad de vida mediante espacios públicos seguros y accesibles que favorezcan la convivencia y la integración de diversos grupos sociales, incluyendo personas en situación de vulnerabilidad.

En el contexto del municipio de Mérida, un área con alto potencial para el desarrollo regional, el proyecto representa una oportunidad para consolidar un crecimiento urbano armónico que combine el dinamismo económico con una visión humanista y socialmente responsable. A través de esta intervención, se contribuye al objetivo nacional de construir comunidades resilientes, equitativas y sustentables, donde el bienestar de las personas esté en el centro del diseño territorial.

Eje 4: Desarrollo sustentable y soberanía ambiental

Vinculación: *El proyecto se encuentra en un área urbana con baja sensibilidad ambiental, sin embargo, su diseño y ejecución se han alineado cuidadosamente con los principios establecidos en el Eje 4. Ya que este establece la necesidad de garantizar el equilibrio entre el aprovechamiento del territorio y la conservación de los ecosistemas, promoviendo un modelo de desarrollo que reconozca los límites ecológicos y fomente la restauración ambiental.*

En ese sentido, el proyecto considera la vocación ecológica de la zona mediante estrategias que reducen la fragmentación de hábitats, mediante la integración de áreas verdes, el control del uso del agua, y medidas de prevención de impactos sobre la vegetación. Asimismo, incorpora criterios de eficiencia energética, gestión sostenible de residuos y control de emisiones, buscando minimizar su huella ambiental durante las etapas de construcción y operación.

La propuesta también reconoce el valor estratégico del litoral yucateco en términos de resiliencia frente al cambio climático, incorporando medidas de adaptación basadas en soluciones naturales, como corredores verdes (áreas verdes y áreas ajardinadas), drenaje pluvial pasivo, para protegerse de fenómenos hidrometeorológicos. Este

enfoque es coherente con la visión del Plan Nacional, que impulsa la soberanía ambiental a través del respeto por los bienes comunes, la corresponsabilidad entre actores sociales y la planificación territorial con enfoque preventivo.

Con ello, el proyecto contribuye activamente a la transición hacia un modelo de urbanización sustentable, que prioriza la protección del entorno natural, la calidad del hábitat humano y la sostenibilidad a largo plazo, en plena concordancia con los objetivos del desarrollo nacional.

Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derecho a la ciudad para mujeres y grupos vulnerables.

Vinculación: *El proyecto, incorpora de forma prioritaria los principios del Eje Transversal 1, con el objetivo de garantizar un entorno inclusivo, accesible y justo para toda la población, sin distinción de género, edad, condición física o situación socioeconómica. Este eje, establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030, reconoce que el espacio urbano debe diseñarse y gestionarse bajo una lógica de equidad, con especial atención a las mujeres, niñas, niños, personas mayores, personas con discapacidad y comunidades en situación de marginación.*

El proyecto busca eliminar barreras físicas, sociales y económicas que históricamente han limitado el acceso de ciertos grupos a una vivienda digna y a servicios urbanos de calidad. Para ello, se integran medidas concretas como infraestructura con accesibilidad universal, diseño seguro con perspectiva de género (iluminación, espacios públicos abiertos y visibilidad), proximidad a servicios de salud y educación, y conectividad eficiente.

Además, el proceso de diseño urbano contempla principios de planeación participativa, promoviendo la inclusión de mujeres y grupos vulnerables en la toma de decisiones relacionadas con el uso del suelo, la organización comunitaria y las prioridades de inversión pública. Con ello, se avanza hacia la garantía del derecho a la ciudad, entendido como el acceso equitativo a los beneficios del desarrollo urbano, incluyendo seguridad, movilidad, servicios, recreación y oportunidades económicas.

En suma, el proyecto contribuye activamente a cerrar brechas de desigualdad estructural y a fortalecer la cohesión social, en plena concordancia con los lineamientos del Plan Nacional, fomentando un entorno urbano más justo, accesible y respetuoso de la diversidad humana.

Eje transversal 2: Innovación para el desarrollo tecnológico: uso de tecnologías limpias y eficientes.

Vinculación: *El proyecto, incorpora de manera integral los lineamientos del Eje Transversal 2, priorizando el uso de tecnologías limpias, eficientes y sostenibles a lo largo de todas sus etapas, desde la planeación hasta la operación.*

En consonancia con este eje, el diseño arquitectónico y urbanístico incorpora sistemas avanzados de eficiencia energética, tales como iluminación LED, y sistemas inteligentes de gestión del consumo eléctrico y de agua. Además, se promueve la implementación de materiales sustentables y técnicas constructivas innovadoras que reducen la huella ambiental, mejoran la durabilidad y optimizan el uso de recursos.

Durante la fase operativa, el desarrollo prevé la integración de tecnologías digitales para la gestión eficiente de servicios públicos, control de residuos y mantenimiento preventivo, favoreciendo así la sustentabilidad y la calidad de vida de los residentes. También se contempla la creación de espacios para la conectividad digital que permitan el acceso a tecnologías de la información y comunicación, fortaleciendo la inclusión digital y facilitando el teletrabajo y la educación a distancia.

Esta apuesta por la innovación tecnológica no solo contribuye a minimizar impactos ambientales y operativos, sino que también fomenta un desarrollo urbano inteligente, resiliente y adaptado a los retos contemporáneos, en estricto apego a las metas nacionales de sostenibilidad y competitividad.

De este modo, el proyecto inmobiliario se posiciona como una iniciativa vanguardista que aporta valor agregado mediante la incorporación de tecnologías limpias y eficientes, alineándose con los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Desarrollo y fortaleciendo el desarrollo regional sustentable.

Eje transversal 3: Derechos de pueblos indígenas y comunidades locales, si el desarrollo afecta o colinda con sus territorios.

Vinculación: *El proyecto, se compromete a respetar y proteger los derechos de los pueblos indígenas y comunidades locales en concordancia con el Eje Transversal 3. Este eje enfatiza la importancia de garantizar la consulta previa, libre e informada, así como la participación efectiva de estas comunidades en todas las etapas de planeación y ejecución de proyectos que puedan afectar sus territorios o modos de vida.*

En caso de que el desarrollo inmobiliario colinde o impacte directa o indirectamente territorios indígenas o comunitarios en la región, se implementarán mecanismos para establecer un diálogo respetuoso y transparente con los representantes de dichas comunidades. Se buscará integrar sus perspectivas, saberes ancestrales y necesidades específicas en la toma de decisiones, promoviendo soluciones que fortalezcan la protección del patrimonio cultural y ambiental, y que generen beneficios compartidos.
El proyecto adopta una perspectiva intercultural y de respeto a la autodeterminación, reconociendo la diversidad cultural como un componente esencial del desarrollo sostenible y la justicia social. Además, se prevé la incorporación de acciones orientadas a fortalecer capacidades locales, la conservación del entorno natural y la promoción de la equidad territorial.

Esta iniciativa se enmarca dentro de un enfoque de desarrollo inclusivo y respetuoso, que busca conciliar la modernización urbana con la preservación de los derechos y tradiciones de los pueblos originarios y comunidades locales, en plena consonancia con los principios y compromisos del Plan Nacional de Desarrollo.

II.2.4. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO RENACIMIENTO MAYA DE YUCATÁN 2024-2030

El Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024–2030 constituye el eje rector de la planeación pública en el estado de Yucatán, y refleja una visión transformadora orientada a recuperar el equilibrio social, ambiental, cultural y económico del territorio, con base en los principios de justicia, inclusión, sostenibilidad y participación ciudadana. Fruto de un amplio proceso de consulta popular y diálogo con los 106 municipios de la entidad, este instrumento articula una estrategia estatal integral que pone en el centro de la gestión pública el bienestar de las personas, el respeto a la identidad maya, el rescate del campo, la protección del medio ambiente y el desarrollo con equidad territorial.

El Plan se estructura en torno a siete directrices estratégicas, entre las que destacan el fortalecimiento de un gobierno honesto y humanista, el impulso a una infraestructura orientada al desarrollo ordenado y sostenible, el acceso universal a servicios de salud, educación, cultura y deporte, el fomento de una economía con prosperidad compartida, y la revalorización del Pueblo Maya como raíz y razón de ser del Yucatán contemporáneo. Estos ejes se desarrollan a través de más de 1,400 líneas de acción, que buscan atender de manera estructural las desigualdades históricas, la marginación rural, la crisis ambiental y el déficit de infraestructura que afecta a numerosas comunidades del estado.

Alineado con el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, el Plan Renacimiento Maya adopta un enfoque transversal que promueve la igualdad sustantiva, la interculturalidad, la innovación tecnológica, la corresponsabilidad social y la sustentabilidad como pilares para el nuevo modelo de desarrollo en Yucatán. En ese sentido, los proyectos de inversión pública y privada que se formulen dentro del territorio estatal deben observar criterios de sostenibilidad ambiental, inclusión social, respeto a los pueblos indígenas, y apego al ordenamiento ecológico y urbano.

Bajo este marco, el presente proyecto se formula con pleno apego a los principios del Plan Estatal, con el objetivo de contribuir de manera directa a la construcción de un Yucatán más justo, resiliente, sustentable y con oportunidades equitativas para todas y todos.

***Directriz 2:** Bienestar social para la salud de todas y todos.*

***Vinculación:** El proyecto de desarrollo inmobiliario propuesto en el municipio de Mérida, se vincula directamente con los objetivos de la Directriz 2: Bienestar social para la salud de todas y todos, al promover un entorno urbano planificado que favorece la calidad de vida, el acceso equitativo a servicios básicos, y la creación de espacios saludables, seguros y funcionales para toda la población.*

Esta directriz del Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024–2030 prioriza la ampliación del acceso a servicios de salud, agua potable, saneamiento, energía, movilidad y vivienda digna como condiciones esenciales para el bienestar integral. En concordancia con ello, el desarrollo inmobiliario contempla el diseño y la construcción de unidades habitacionales seguras y adecuadas, con infraestructura que cumple con criterios de

habitabilidad, ventilación natural, accesibilidad universal y resiliencia climática, garantizando condiciones óptimas para la salud física y mental de las personas.

Además, el proyecto incorpora áreas verdes, espacios recreativos y andadores peatonales que promueven estilos de vida activos, la interacción comunitaria y el contacto con la naturaleza, elementos clave para la salud emocional y el fortalecimiento del tejido social. De igual manera, se considera la cercanía o conectividad con centros de atención médica, escuelas y transporte público, facilitando el acceso a servicios esenciales para la población residente.

El desarrollo también atiende las necesidades de grupos en situación de vulnerabilidad —como personas mayores, mujeres, personas con discapacidad o familias de bajos ingresos— a través del diseño de espacios incluyentes y mecanismos para asegurar la equidad en el acceso a los beneficios del proyecto. Esta perspectiva de bienestar social compartido responde directamente a las líneas de acción de esta directriz, que promueven una política pública con enfoque de derechos humanos, equidad territorial y salud comunitaria.

En conjunto, este proyecto inmobiliario representa una contribución concreta a la meta estatal de construir comunidades saludables, seguras y cohesionadas, reforzando el derecho al bienestar y la dignidad de todas las personas, como lo establece el Plan Estatal Renacimiento Maya 2024–2030.

***Directriz 4:** Economía con prosperidad compartida y rescate del campo.*

***Vinculación:** El proyecto de desarrollo inmobiliario planteado en el municipio de Mérida se vincula estratégicamente con los objetivos de la Directriz 4: Economía con prosperidad compartida y rescate del campo, al promover un modelo de inversión territorial que genera derrama económica regional, fomenta el empleo local y dinamiza sectores clave como la construcción, el comercio y los servicios básicos.*

Esta directriz busca impulsar una economía incluyente y solidaria, que distribuya los beneficios del desarrollo entre las comunidades, disminuya las brechas territoriales y fortalezca las capacidades productivas locales. En este contexto, el proyecto inmobiliario contribuye a diversificar la base económica del municipio al integrarse a una zona estratégica con alta vocación urbanistica, fortaleciendo así el ecosistema económico regional sin desplazar ni sustituir las actividades de la zona.

Durante su fase constructiva, el proyecto contempla la contratación preferente de mano de obra local, lo que contribuye directamente a la generación de ingresos familiares y a la transferencia de conocimientos técnicos en oficios vinculados a la edificación, instalación de sistemas ecológicos, jardinería y servicios asociados. Además, la operación del desarrollo fomentará la creación de nuevos negocios y servicios que beneficiarán tanto a residentes como a habitantes del municipio, promoviendo encadenamientos productivos con proveedores locales de materiales, alimentos, transporte y mantenimiento.

Asimismo, se prevé que la consolidación de este desarrollo impulse la plusvalía ordenada del entorno y potencie la atracción de inversión complementaria bajo una lógica de desarrollo regional equilibrado, en concordancia con los principios del Plan Renacimiento Maya, que privilegia el arraigo comunitario, el desarrollo con enfoque territorial y la sostenibilidad económica a largo plazo.

En este marco, el proyecto inmobiliario representa una contribución concreta al objetivo estatal de construir una economía con prosperidad compartida, fortaleciendo el desarrollo regional con responsabilidad social y ambiental, y consolidando a Mérida como un polo de crecimiento armónico en la península de Yucatán.

Directriz 5: *Infraestructura para un desarrollo territorial ordenado y sostenible.*

Vinculación: *El desarrollo inmobiliario propuesto en el municipio de Mérida, Yucatán, se alinea plenamente con los objetivos y líneas de acción de la Directriz 5: Infraestructura para un desarrollo territorial ordenado y sostenible del Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024–2030, al proponer una ocupación del territorio estructurada, compatible con la vocación ecológica del litoral norte, y sustentada en principios de sostenibilidad, conectividad y resiliencia.*

Esta directriz impulsa la construcción de ciudades y comunidades planificadas, compactas y funcionales, con énfasis en el ordenamiento territorial, la provisión equitativa de servicios, y el uso eficiente del suelo. En este sentido, el proyecto contribuye a evitar la dispersión urbana y la informalidad al ubicarse dentro de una zona con urbanistica, con acceso a infraestructura existente y articulación con los instrumentos de planeación vigentes como el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida (PMDUM).

Además, el proyecto considera criterios de infraestructura sostenible, integrando elementos como sistemas de captación pluvial, tecnologías de eficiencia energética, gestión adecuada de residuos, y diseño arquitectónico que respeta la topografía y vegetación nativa del área. Estos elementos responden directamente a la meta estatal de promover edificaciones sustentables, resilientes al cambio climático y compatibles con el entorno natural.

El desarrollo también contempla una estructura vial que prioriza la movilidad segura y multimodal, así como la accesibilidad universal en el diseño de espacios habitacionales y recreativos, en congruencia con la línea de acción que promueve "la infraestructura como medio para garantizar el derecho a la ciudad y a un hábitat digno".

En resumen, el proyecto inmobiliario no sólo representa una inversión en vivienda, sino una contribución concreta a la visión estatal de crecimiento urbano ordenado y con justicia territorial, en apego a los objetivos del Renacimiento Maya 2024–2030, fortaleciendo la sostenibilidad y la equidad en el desarrollo regional de Yucatán.

***Directriz 7:** Pueblo Maya: raíz y razón de ser.*

***Vinculación:** El proyecto de desarrollo inmobiliario ubicado en el municipio de Mérida, Yucatán, se articula con los principios de la Directriz 7: Pueblo Maya: raíz y razón de ser del Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024–2030, al reconocer la identidad cultural, la memoria histórica y los derechos colectivos del pueblo maya como elementos centrales para el desarrollo sostenible y justo del territorio.*

El proyecto reconoce la necesidad de establecer una relación respetuosa, incluyente y colaborativa con las comunidades locales que se identifiquen como parte del pueblo maya, en apego al principio de consulta libre, previa e informada, así como a los marcos normativos nacionales e internacionales en materia de derechos indígenas.

La propuesta inmobiliaria integra medidas para asegurar que el desarrollo territorial no implique desplazamiento, fragmentación cultural ni afectaciones a bienes comunes o patrimonio biocultural. Por el contrario, se promueve la valorización de los saberes mayas en aspectos como el manejo del paisaje, el uso de especies nativas, la orientación arquitectónica, y la convivencia comunitaria armónica con el entorno urbanizado.

Con ello, esta iniciativa se vincula directamente con los objetivos de la Directriz 7, al asumir una visión de desarrollo que no fragmenta ni invisibiliza la presencia maya, sino que reconoce su valor como pilar cultural, social y territorial del estado de Yucatán, contribuyendo al Renacimiento Maya desde una perspectiva intercultural, ética y sustentable.

II.2.5. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE MÉRIDA.

La elaboración del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida (PMDUM) parte de un reconocimiento colectivo sobre la necesidad de establecer orden y límites a la práctica del desarrollo urbano al interior de la jurisdicción territorial del municipio, cuya principal expresión física es la expansión descontrolada de la Ciudad de Mérida hacia: (a) los Centros de Población periféricos al área urbana concentrada al interior de la Vialidad Regional Estatal: Anillo Periférico y (b) las áreas no urbanizadas con alto valor ecológico, ambiental y patrimonial.

La expansión urbana de la Ciudad de Mérida se relaciona con la dinámica demográfica y socioeconómica, que históricamente ha caracterizado a este Centro de Población y su región inmediata, concentrando un alto porcentaje de la población a nivel estatal y municipal, así como actividades económicas, sociales y políticas de carácter regional. En términos urbanísticos, dichas dinámicas se han asociado a una fuerte demanda de suelo urbano, para la localización de viviendas y unidades económicas en las secciones periféricas del municipio, aspecto que ha orientado de forma medular, la definición de las propuestas en los Programas de Desarrollo Urbano que antecedieron al presente.

Sin embargo, el crecimiento urbano promovido por dichos instrumentos se ha caracterizado por un aprovechamiento irracional e insostenible del suelo, donde predomina el interés privado sobre el público, siendo flexibles ante la expansión descontrolada y dispersión de las áreas urbanas. Por tanto, se reconoce como prioridad redefinir la práctica del desarrollo urbano en el Municipio de Mérida, considerando equilibradamente los siguientes ámbitos de actuación:

- *Consolidar las Áreas Urbanizadas por Asentamientos Humanos.*
- *Ordenar el crecimiento urbano y revertir las tendencias de la expansión física*
- *Descontrolada.*
- *Regenerar las áreas deterioradas ambientalmente,*
- *Conservar los valores ecológicos, ambientales y patrimoniales*

Basándose en los planteamientos anteriores, el PMDUM propone el Modelo de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano, integrado por tres componentes: (a) Zonificación Primaria, (c) Sistema de Centros de Población y (c) Sistema de Funcionamiento Urbano Territorial.

De acuerdo a lo anterior y de conformidad con lo establecido en el plano síntesis (anexo E-10) del presente programa, el predio del proyecto está ubicado en la ***ZONA PRIMARIA,*** *denominada* ***ZONA 2. Crecimiento Urbano (ZCR)*** *en colindancia con la VIALIDAD DE CIUDAD TIPO C, tal como se observa en la siguiente figura:*

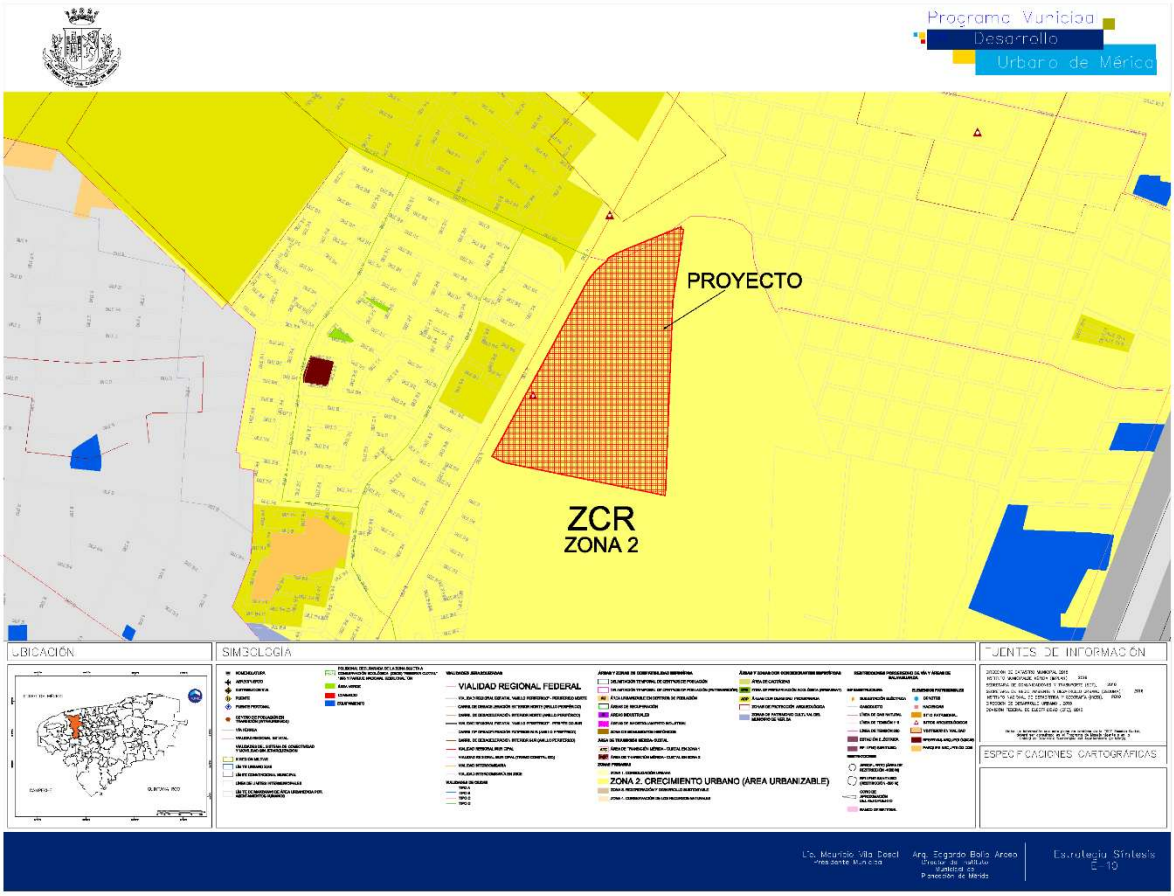


Figura II.6. Ubicación del proyecto de acuerdo al PMDU del municipio de Mérida.

Esta Zona Primaria se ubica al exterior de la Vialidad Regional Estatal: Anillo Periférico y al interior del Límite Urbano 2040, con vocación para el aprovechamiento urbano y económico del territorio; siendo que las acciones urbanísticas deberán propiciar su consolidación, a través de un equilibrio en la distribución y relación de las funciones urbanas y económicas, promoviendo niveles satisfactorios de bienestar asociados principalmente a:

- Equidad en la dotación de infraestructura, equipamiento urbano y servicios públicos:
- Espacio público de calidad;
- Movilidad urbana integral; y
- Adecuada articulación de las áreas habitacionales como aquellas concentradoras de la dinámica económica.

Vialidad de ciudad Tipo C: *Vialidad con gran flujo vehicular cuya compatibilidad de usos y destinos se encuentra establecida en la Tabla de Compatibilidades de Usos y Destinos del Suelo (Anexos N-03). Los usos y destinos permitidos en esta vialidad podrán tener una superficie construida de hasta 500 m².*

Por otro lado, en las Reservas de Crecimiento 2040, conformadas por Áreas con Densidad Programada (ADP) y el suelo vacante que se señala como Área Urbanizable, se deberá promover un crecimiento urbano ordenado, progresivo y contiguo a la Zona 1 (ZCR) y a las Áreas Urbanizadas existentes; siendo que su temporalidad de urbanización queda sujeta a la inversión privada de los propietarios del suelo.

Derivado de lo anterior, la viabilidad del proyecto propuesto se determinará al analizar la Tabla de Compatibilidades de Usos y Destinos del Suelo, con base en la vialidad de ciudad ***TIPO C.***

De igual manera, respecto a su clasificación y nivel de impacto, se procedió a analizar el Anexo N-02 Tabla de Usos, Destinos y Giros según Nivel de Impacto, del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida (PMDUM), y se concluyó que la propuesta corresponde al uso denominado ***Desarrollo Inmobiliario,*** *el cual a su vez pertenece al giro llamado Desarrollo Inmobiliario Habitacional de Tipo Fraccionamiento (Mayor a 100 Unidades Habitacionales), por lo que, tal como lo indica el propio PMDUM, se considera como uso de* ***Alto Impacto,*** *tal y como se puede observar a continuación:*

ANEXO N-02
TABLA DE USOS, DESTINOS Y GIROS SEGÚN NIVEL DE IMPACTO

USOS Y DESTINOS DE SUELO	CLASIFICACIÓN SEGÚN IMPACTO
DESARROLLO INMOBILIARIO	
DESARROLLO INMOBILIARIO HABITACIONAL DE TIPO FRACCIONAMIENTO (HASTA 20 UNIDADES HABITACIONALES)	Bajo Impacto
DESARROLLO INMOBILIARIO HABITACIONAL DE TIPO FRACCIONAMIENTO (HASTA 100 UNIDADES HABITACIONALES)	Mediano Impacto
DESARROLLO INMOBILIARIO HABITACIONAL DE TIPO FRACCIONAMIENTO (MAYOR A 100 UNIDADES HABITACIONALES)	Alto Impacto
DESARROLLO INMOBILIARIO DE TIPO FRACCIONAMIENTO (NO HABITACIONAL O MIXTO)	Alto Impacto
DESARROLLO INMOBILIARIO HABITACIONAL DE TIPO PRIVADO (HASTA 20 UNIDADES HABITACIONALES)	Bajo Impacto
DESARROLLO INMOBILIARIO HABITACIONAL DE TIPO PRIVADO (HASTA 100 UNIDADES HABITACIONALES)	Mediano Impacto
DESARROLLO INMOBILIARIO HABITACIONAL DE TIPO PRIVADO (MAYOR A 100 UNIDADES HABITACIONALES)	Alto Impacto
DESARROLLO INMOBILIARIO DE TIPO PRIVADO (NO HABITACIONAL O MIXTO)	Alto Impacto

Figura II.7. Anexo N-02. Tabla de usos, destinos y giros según nivel de impacto (PDMUM, 2017).

Bajo esa premisa y de acuerdo a lo que establece en el Anexo N-03 la Tabla de Compatibilidades con Usos y Destinos de Suelo del citado Programa, se advierte que en la **Zona 2. Crecimiento urbano (ZCR)** el uso denominado de Desarrollo Inmobiliario Habitacional de Tipo Fraccionamiento (Mayor a 100 Unidades Habitacionales), al ser de alto impacto, resulta ser **PERMITIDO,** tal como se observa en la siguiente tabla:

ANEXO N-03

TABLA DE COMPATIBILIDADES CON USOS Y DESTINOS DEL SUELO

Zonas/Áreas/Vialidades/Usos[1]			Habitacional			Comercial			Servicios			Infraestructura			Equipamiento			Industrial			Agropecuario		Desarrollos inmobiliarios						Oficinas			Almacenamiento		Usos especiales			
																							Públicos				Privados											
																							Habitacional		No Habitacional	Mixto	Habitacional			No Habitacional	Mixto							
			Bajo Impacto	Mediano Impacto	Alto Impacto	Bajo Impacto	Mediano Impacto	Alto Impacto	Bajo Impacto	Mediano Impacto	Alto Impacto	Bajo Impacto	Mediano Impacto	Alto Impacto	Bajo Impacto	Mediano Impacto	Alto Impacto	Mediano Impacto	Alto Impacto	Parque Industrial	Producción	Comercialización	Bajo (20 viv.)	Medio (21 a 100 viv.)	Alto (más de 100 viv.)	Alta	Bajo (20 viv.)	Medio (21 a 100 viv.)	Alto (más de 100 viv.)	Alta	Alto	Bajo Impacto	Mediano Impacto	Alto Impacto	Mediano	Alto	Estaciones de servicio y Gasolineras[2]	Extractivos	Crematorios	Torre de comunicaciones
Zonas Primarias	Zona 1. Consolidación Urbana (100m²)[2 y 3]		P	P	P	P	N	N	P	N	N	P	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	P	P	P	N	P	P	P	P	N	P	P	N	N	N	N	N
	Zona 2. Crecimiento Urbano (100m²)[2 y 3]		P	P	P	P	N	N	P	N	N	P	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	P	P	P	N	P	P	P	P	N	P	P	N	N	N	N	N
	Zona 3. Regeneración y Desarrollo Sustentable[3]		P	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	P	N	N	N	N	N	P	P	P	N	N	N	N	N	N	N	P
	Zona 4. Conservación de los Recursos Naturales[3]		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Vialidades Jerarquizadas[4]	Regional Federal		N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Regional Estatal: Anillo Periférico norte[6]		N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	N	N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	N	P	N	P	N	P
	Regional Estatal: Anillo Periférico sur[6]		N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Regional Municipal		P	P	P	P	P	N	P	P	N	P	P	P	P	P	P	N	N	N	P	P	P	P	P	N	P	P	P	P	N	P	P	P	N	N	P	N	P
	Intercomiserías (0-500 m²)		P	N	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	N	N	N	P	P	P	P	N	N	N	P	P	N	N	N	P	P	N	P	N	P	P
	Vialidades de Ciudad[7]	A	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	N	N	N	P	P	P	P	N	P	P	P	P	N	P	P	P	N	P	N	P
		B (0-5000 m²)	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	N	N	N	P	P	P	P	N	P	P	P	P	N	P	P	P	N	P	N	P
		C (0-500 m²)	P	P	P	P	P	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	N	N	N	N	P	P	P	P	N	P	P	P	P	N	P	P	P	N	N	N	P
		D (0-100 m²)	P	P	P	P	N	N	P	P	N	P	N	N	P	N	N	N	N	N	N	P	P	P	P	N	N	P	P	P	N	N	P	P	N	N	N	P
Áreas y Zonas de compatibilidad específica con usos y destinos del suelo[5]	Industria	Áreas Industriales (AI)	N	N	N	N	P	P	N	P	P	P	P	P	N	N	N	P	P	P	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	P	N	N	P	P	P	N	P
		Áreas de Amortiguamiento Industrial	N	N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	N	N	N	P	P	N	N	N	P	N	N	N	N	P	N	N	P	P	P	N	P
	Centros de Población y Centros de Población en transición[8]		P	N	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	P	N	N	N	N	P
	Ambiental	Área de Transición Mérida-Cuxtal (ATC)[9]	P	P	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	N	N	N	N	N	P	P	N	N	N	P	P	N	N	P	P	P	P	N	N	N	P
		Áreas de Recuperación (AR)	N	N	P	N	N	P	N	N	P	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	P	P	P	N	P	P	P	N	N	P	N	N	P	N	N	N	P
	Patrimonio	Zona de Monumentos Históricos[10 y 11]	P	P	P	P	P	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	N	N	N	N	N	P	P	P	N	P	P	P	N	N	P	P	P	N	N	N	N	P

Figura II.8. Anexo N-03. Tabla de compatibilidades con usos y destinos del suelo (PNDUM 2017) en la que "N" significa "No permitido y P significa Permitido".

A continuación, se establecen criterios generales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con el objeto de reconocer la diferenciación de las aptitudes propuestas al interior de la jurisdicción territorial, determinada a partir de las modalidades de aprovechamiento permitidas en cada una de las Zonas y Áreas que conforman la Zonificación Primaria del Municipio de Mérida.

Criterios aplicables a la Zona 2. Crecimiento Urbano (ZCR)

Generales

- Desarrollar actividades económicas y urbanas de cualquier naturaleza bajo criterios ambientales, tales como: (a) gestión y manejo integral de residuos generados; (b) control y reducción de las fuentes de emisión a la atmósfera; (c) fomento de tasas racionales de aprovechamiento de los recursos naturales; y (d) gestión integral de los riesgos urbano-ambientales.

- Respetar los valores históricos y culturales, garantizando la armónica integración de los elementos patrimoniales tangibles e intangibles al desarrollo urbano, potencializando su uso y disfrute (Anexo E-08).
- Promover la combinación armónica de los usos urbanos, Áreas Industriales existentes y aquellas unidades espaciales articuladoras de la dinámica económica y urbana, que, por su naturaleza, concentren equipamiento, servicios y fuentes de trabajo.
- Fortalecer la infraestructura, el equipamiento urbano, los servicios públicos y el Sistema de Conectividad y Movilidad, a través de la focalización de la inversión pública y privada.
- Promover condiciones que generen un desarrollo urbano equitativo en los Centros de Población en transición, garantizando la armónica integración física y funcional de éstos con las actuales y futuras áreas urbanas.
- Promover un aumento progresivo de la densidad poblacional y habitacional; por lo cual, la Zona será sujeta a incentivos fiscales y financieros que fomenten la densificación, así como facilidades administrativas para la introducción de nuevos modelos de vivienda vertical; siendo que en todo momento se deberá incrementar la escala urbana en armonía y congruencia con la existente, no siendo factibles proyectos de densificación que rompan la armonía del entorno urbano donde se pretenda localizar.
- Promover la mixtura de actividades en áreas con predominancia de uso habitacional, por lo cual, en colindancia con la vivienda se permitirán usos y destinos del suelo con categoría de Bajo Impacto, siempre y cuando su construcción no exceda los 100 m^2. Los usos de bajo impacto se determinarán de acuerdo a lo establecido en la Tabla de Clasificación de Usos, Destinos y Giros según Nivel de Impacto (Anexo N-02).
- Realizar la ocupación de las Reservas de Crecimiento 2040 (Áreas Urbanizables y Áreas con Densidad Programada [ADP]), de forma contigua a un Área Urbanizada con cobertura del 100% en materia de pavimentos, banquetas y alumbrado público; por lo que se establece una separación máxima de 100 metros lineales con respecto a dichas áreas servidas, medidos a partir de los límites catastrales de la propiedad; por tanto, los usos, destinos o cualquier proyecto urbanístico no podrá localizarse de forma dispersa y desconectada.

CRITERIOS ECOLÓGICOS

- Garantizar la adecuada aplicación de los instrumentos de Política Ambiental aprobados por el Municipio, Estado y/o la Federación; haciendo compatible el aprovechamiento urbano y económico con los requerimientos y disposiciones planteados en los mismos.
- Respetar la integridad funcional, la capacidad de carga, regeneración y funcionamiento de los geosistemas.
- Mantener la diversidad biológica y geográfica del territorio, así como el hábitat de especies vegetales y animales, a través de controlar y/o restringir el uso de especies exóticas o invasoras.
- Promover el establecimiento de programas de monitoreo ambiental, incrementar los estudios que permitan aumentar el conocimiento de los recursos y valores naturales, y fomentar el uso de instrumentos económicos para la protección del ambiente.
- Promover actividades de restauración ecológica con especial énfasis en el restablecimiento y protección de las poblaciones afectadas de fauna y flora, vinculadas a las áreas verdes urbanas.
- En el ámbito de sus competencias, el municipio debe establecer zonas prioritarias para la restauración y conservación ecológica dentro de las áreas urbanas, que integren el Sistema de Infraestructura Verde del municipio de Mérida y coadyuden con el Sistema de Áreas Naturales Protegidas.
- Prevenir la erosión inducida por las actividades socioeconómicas y recuperar el suelo y la cobertura vegetal degradados por el aprovechamiento económico, en áreas que actualmente ya no son productivas,

principalmente aquellas en proceso de erosión; promoviendo la restauración de las condiciones ecológicas y la recuperación de las poblaciones silvestres.

Vinculación: *El proyecto pretende incrementar la infraestructura, el equipamiento, los servicios públicos, a través de la focalización de la inversión privada en acciones urbanísticas cercano a la ciudad de Mérida, dentro de un área urbanizable con densidad programada localizada en Caucel. El diseño de las vialidades cumple con las normas de construcción establecidas, estas serán construidas con materiales de la región para asegurar una vida útil a largo plazo (para más información ver capítulo 2 de este estudio). Además, de acuerdo a los usos y destinos* de Suelo del citado Programa, el Desarrollo Inmobiliario Habitacional de Tipo Fraccionamiento (Mayor a 100 Unidades Habitacionales), resulta ser **PERMITIDO.** Se presenta en el Anexo 2 copia del Dictamen de Factibilidad (FUA 511/2025) autorizado, así como la Licencia de Uso de Suelo con no. de trámite 0000251802.

II.2.6. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP's). 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.

El predio de interés no se ubica al interior de algún Área natural protegida, pero está próximo a la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán separada por la carretera Progreso-Telchac Puerto a aproximadamente 38 m de distancia.

El proyecto no colinda directamente con esta ANP, sin embargo, se consideran medidas para evitar la afectación a la flora y fauna, además las actividades a realizar por la implementación del proyecto no afectarán a las lagunas costeras, debido al buen manejo de las aguas residuales a través de su sistema de tratamiento (PTAR). En la siguiente figura se observa la ubicación del proyecto con respecto a esta ANP.

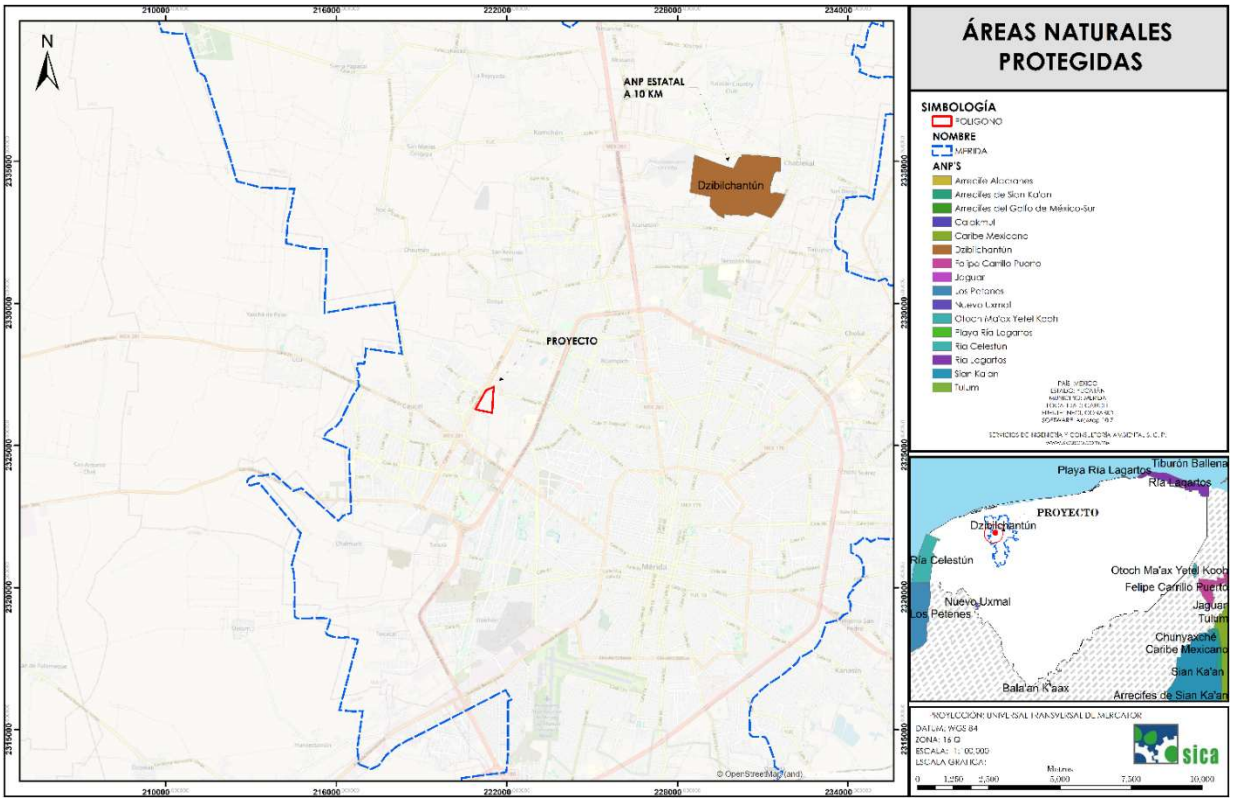


Figura II. 9. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

II.3 PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La zona donde se ubica el proyecto no cuenta con Programas de recuperación o restauración.

II.4 LEYES Y REGLAMENTOS

II.4.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

Esta ley fue expedida en el año 1988 y reformado sustancialmente en el 2018; tiene por objeto el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas, así como garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

A continuación, se analizan los artículos de la LGEEPA aplicables al proyecto.
Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno

de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

Fracción VII. Cambio de Uso de 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: *De acuerdo a lo señalado en los artículos anteriores, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, es el mecanismo que se debe aplicar de manera precautoria para identificar los posibles impactos ambientales que se pudieran generar por la construcción y operación del proyecto, por ello y en conformidad a lo establecido en dichos artículos, se cumple de manera evidente al presentar este Manifiesto de impacto ambiental denominado Construcción de Desarrollo Habitacional Paraíso Santa fe II, que por ser una obra que requerirá a su vez del Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal, resulta ser regulada mediante esta ley. De manera que el proyecto se somete a evaluación por la actividad y fracción mencionada.*

Artículo 34. Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, podrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.

Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado….

Vinculación: *La empresa promovente cumplirá con realizará la publicación del extracto del proyecto o actividad en un periódico de amplia circulación en el estado, dentro de un plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que se presente la manifestación a la Secretaría.*

Artículo 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Vinculación: *El artículo en comento establece de manera general a la autoridad la forma en que deberá iniciar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, para lo cual la Secretaría prestará especial atención a que el proyecto se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) que le sean aplicables, además de lo que se especifique en los programas de desarrollo urbano (PDU's), los ordenamientos ecológicos del territorio (OET's), de existir y las declaratorias de áreas naturales protegidas (D-ANP's), así como sus programas de manejo y deja a salvo algunas otras disposiciones jurídicas, en materia ambiental, que resulten aplicables al proyecto.*

Toda vez, que se ha satisfecho la parte de vinculación con las leyes, normas ambientales y ordenamientos jurídicos aplicables, posteriormente se analiza la parte de impactos al ambiente, o lo que comúnmente se denomina la parte técnica de la evaluación.

De lo anterior, el proyecto da cumplimiento al presente artículo ante la presentación de la Manifestación de Impacto ambiental ante la autoridad de la SEMARNAT para su evaluación correspondiente.

Artículo 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declaran bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

Vinculación: *Al respecto se anexa a este estudio una carta protesta de decir la verdad, así como implementar los mejores métodos y técnicas para la realización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, dando por cumplido el artículo anterior.*

Artículo 79.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;

Fracción reformada DOF 06-04-2010

Vinculación: *Como parte de las medidas de prevención y mitigación propuestas, se implementará un Programa de acción para la protección de fauna silvestre, así como un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal a afectar por motivo de cambio de uso del suelo en terrenos forestales previo al inicio de las obras, con el objetivo de proteger los ejemplares de flora y fauna que pudieran encontrarse dentro del área de intervención. Asimismo, se mantendrá una superficie destinada a áreas verdes, favoreciendo la permanencia de hábitats para especies de la región (Programa de reforestación con especies nativa). Por lo anterior, el proyecto es congruente con este criterio al minimizar la afectación sobre la biodiversidad local y mantener condiciones que permitan la continuidad de las funciones ecológicas presentes en el entorno.*

II.- La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación;

Vinculación: *El proyecto se desarrollará en un predio inmerso dentro de una zona urbana (ciudad Caucel) previamente intervenida, por lo que no representa una fragmentación significativa de ecosistemas naturales. Además, debido a la aplicación de medidas de mitigación y compensación ambiental, no se prevén afectaciones que comprometan la continuidad de los procesos evolutivos o ecológicos de las especies presentes en la Región Ecológica. Sin embargo, se conservarán áreas permeables y vegetación nativa dentro del predio, permitiendo la permanencia de procesos ecológicos locales y la movilidad de organismos de pequeña fauna.*

III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

Vinculación: *Durante la caracterización biológica del área de estudio no se consideró la identificación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, caso de detectarse ejemplares de flora o fauna con alguna categoría de protección, éstos serán objeto de rescate, reubicación y protección conforme a los procedimientos establecidos en el Programa de Rescate de Flora y Fauna Silvestre. Asimismo, se evitará la remoción innecesaria de ejemplares vegetales y se promoverá la conservación de especies nativas en las áreas verdes del proyecto. Por lo tanto, el proyecto incorpora medidas específicas para la protección de especies prioritarias para la conservación.*

IV.- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies;

Vinculación: *Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se prohibirá estrictamente la captura, extracción, comercialización, posesión o traslado no autorizado de ejemplares de flora y fauna silvestre. Esta disposición será comunicada a todo el personal mediante programas de inducción y capacitación ambiental. En caso de detectarse fauna silvestre, se procederá únicamente a su rescate y reubicación por personal capacitado, evitando cualquier práctica que pudiera derivar en el aprovechamiento ilegal de las especies.*

V.- El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre;

Vinculación: *Si bien el proyecto no contempla la creación de estaciones biológicas o centros de rehabilitación, las acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre contribuirán a la conservación de los ejemplares presentes en el área de influencia. Los organismos rescatados serán liberados en sitios con condiciones ambientales adecuadas y con hábitats compatibles, reduciendo el riesgo de afectación a las poblaciones locales. En consecuencia, el proyecto es compatible con los objetivos de conservación establecidos en esta fracción.*

VI.- La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesados en la preservación de la biodiversidad;

Vinculación: *El proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en la LGEEPA, permitiendo la intervención de las autoridades ambientales competentes y de la sociedad mediante los mecanismos de participación pública aplicables. Asimismo, las medidas de mitigación y programas ambientales podrán ser supervisados por las autoridades correspondientes, promoviendo la corresponsabilidad en la conservación de la biodiversidad local.*

VII.- El fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico para la Nación;

Vinculación: *Para la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se realizaron estudios de campo para la caracterización de la flora y fauna presentes en el sistema ambiental y área de influencia, generando información técnica sobre la composición biológica del sitio. Los resultados obtenidos contribuyen al conocimiento de las condiciones ambientales locales y podrán servir como referencia para futuras evaluaciones ambientales en la región. De esta manera, el proyecto es congruente con los objetivos de generación y fortalecimiento del conocimiento ambiental.*

VIII.- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas;

Vinculación: *Las actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre serán realizadas por personal capacitado, utilizando métodos que minimicen el estrés, lesiones o mortalidad de los organismos. Se prohibirá expresamente cualquier acción de maltrato, persecución, captura innecesaria o destrucción intencional de fauna silvestre por parte de los trabajadores. Asimismo, se impartirán pláticas de sensibilización ambiental para fomentar el respeto hacia la vida silvestre durante todas las etapas del proyecto.*

IX.- El desarrollo de actividades productivas alternativas para las comunidades rurales, y

Vinculación: *Debido a que el proyecto se localiza dentro de una zona urbana y corresponde a un desarrollo habitacional, esta fracción no resulta aplicable de manera directa. No obstante, la ejecución del proyecto generará empleos temporales y demanda de bienes y servicios locales durante las etapas de construcción y operación, contribuyendo indirectamente a la economía regional sin promover actividades que impliquen el aprovechamiento extractivo de la flora o fauna silvestre.*

X.- El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.
Artículo reformado DOF 13-12-1996

Vinculación: *El proyecto se ubica en una zona urbanizada del municipio de Mérida, Yucatán, donde no se identifican comunidades indígenas asentadas dentro del área del proyecto. No obstante, en la elaboración de los estudios ambientales se consideró información científica y técnica disponible sobre los ecosistemas de la región, así como el conocimiento generado sobre la biodiversidad de la Península de Yucatán. Asimismo, el proyecto se ajusta a los instrumentos de planeación ecológica y territorial vigentes, los cuales incorporan criterios orientados a la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad regional.*

CONCLUSIÓN

Con base en las características del proyecto, las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, así como la implementación de programas de rescate y protección de flora y fauna silvestre, se concluye que el desarrollo habitacional es congruente con los criterios establecidos en el artículo 79 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y minimizando los impactos sobre los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto.

Artículo 83.- El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

Vinculación: *El proyecto se ubica dentro de un área urbanizada, por lo que este es compatible con los usos de la región, siendo vinculante con el presente proyecto.*
Artículo 98. Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

I.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
IV.- En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;

VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Vinculación: *El proyecto en comento es compatible con la vocación natural del suelo, así como con los usos compatibles y actuales establecidos en los Ordenamientos Territoriales analizados en este estudio, cumpliendo los criterios de las UGA correspondientes. El proyecto asignará áreas verdes, que mantendrán el suelo natural y la vegetación nativa; mismas que seguirán proporcionando 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.*

Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.

Vinculación: *Durante las diferentes etapas del proyecto, se utilizarán vehículos automotores, así como maquinaria pesada. Cabe mencionar que, dentro de las medidas de mitigación, se establece que, para las dos primeras etapas, se contratará a aquella empresa que demuestre que la maquinaria se encuentra en buen estado y con mantenimientos recientes, para evitar que las emisiones sobrepasen los límites máximos permisibles de acuerdo a la normatividad aplicable.*

Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
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 objeto de mantener las emisiones contaminantes controladas y dentro de los parámetros de la NOM-041-SEMARNAT-2015 y la NOM-045-SEMARNAT-2017. El proyecto minimizará las emisiones a la atmósfera a partir de la realización de mantenimientos periódicos a todos y cada uno de los equipos utilizados en las actividades de la empresa; así como para los automotores utilizados durante las etapas de preparación y construcción garantizando su correcto funcionamiento.*

Durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se llevará a cabo la contratación del servicio de letrinas portátiles (una para cada 15 trabajadores), por lo que la limpieza y mantenimiento de las mismas, correrá a cargo de la empresa contratada; esto con el fin de evitar descargar las aguas residuales al subsuelo y con ello minimizar impactos generados por la obra.

Para la descarga de aguas, en la etapa de operación las aguas serán vertidas a una red de drenaje sanitario que conectará con la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR Gran Santa FE Norte que, con base en sus procesos especializados permitirá tratar estas aguas, pudiéndolas utilizar posteriormente para riego, generando un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.

Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

Artículo 122. Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir.

I. Contaminación de los cuerpos receptores.
II. Interferencias en los procesos de depuración de las aguas.
III. Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.

Vinculación: *Durante la etapa de preparación de sitio y de construcción del proyecto se empleará letrinas móviles para los trabajadores. Las aguas sanitarias que sean generadas, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al manto freático. Para el tratamiento de aguas residuales domésticas para las viviendas, en la etapa operativa las aguas serán transportadas a través de una red de drenaje sanitario que contará con conexión directa a la planta de tratamiento de aguas residuales que actualmente se encuentra operando la cual es la PTAR Gran Santa FE Norte (Ver factibilidad de conexión de la JAPAY en anexo 8F), la PTAR es un sistema de alta eficiencia con capacidad acorde a la demanda requerida que con base a sus procesos especializados permitirá tratar las aguas, pudiéndolas reutilizar posteriormente, de manera que se genera un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*

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 reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes

Vinculación: *Los residuos generados son depositados en contenedores y posteriormente serán enviados al sitio de disposición final autorizado más cercano fuera de esta área.*

Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:
I.- La contaminación del suelo;
II.- Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;

III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y
IV.- Riesgos y problemas de salud.

Vinculación: *Los residuos deberán ser separados en dos fracciones: orgánica e inorgánica. Los residuos sólidos no peligrosos que serán generados dentro del predio por las actividades del proyecto se manejarán en contenedores y serán dispuestos en sitios autorizados (ver procedimientos para el manejo de residuos en anexo 5).*

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.

Artículo 152 BIS. Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

Vinculación: *No se pretende la generación de residuos peligrosos durante las etapas del proyecto, sin embargo, se tendrá especial cuidado con las maquinarias y vehículos que utilicen sustancias peligrosas. En caso de generarse residuos peligrosos, se dispondrán temporalmente en contenedores destinados para tal fin hasta que una empresa especializada y autorizada los retire del área del proyecto (ver procedimiento para el manejo de residuos peligrosos en anexo 5).*

II.4.2. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. Publicado en el diario oficial de la federación el día 05 de junio de 2018.

Artículo 7. Para los efectos de esta ley, se entenderá por:

Fracción. 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.

Las autorizaciones a las que se refieren las fracciones I, II y III de este artículo podrán ser realizadas por las autoridades competentes de las Entidades Federativas, en los términos de los mecanismos de coordinación previstos en la presente Ley.

Artículo 93. La Secretaría autorizará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del 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 biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

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: *El proyecto les da cabal cumplimiento a estos artículos mediante la presentación del Estudio Técnico Justificativo, para obtener la autorización por el cambio de uso de uso en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo a través del presente documento. Es importante mencionar que en el estudio técnico justificativo se demuestra que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación y que los usos alternativos del uso del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.*

Por otra parte, una vez emitido el oficio por la SEMARNAT para realizar el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, el promovente deberá realizar dicho depósito de los montos fijados en los tiempos establecidos, dando cabal cumplimiento de la normatividad legal aplicable vigente para lograr la autorización del CUSTF solicitado.

II.4.3. 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.

Vinculación: *En los procedimientos de manejo de residuos que se implementarán para el proyecto (anexo 5) se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos.*

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: *En los procedimientos de manejo de residuos que se muestran en el anexo 5 se indican que se implementará para el proyecto la separación de residuos 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 peligrosos, particularmente restos de aceite y filtros de aceite y residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias; se implementará un almacén temporal para resguardo y manejo adecuado de éstos por empresas autorizadas. Además, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos.

Durante la etapa operativa, no se prevé la generación de residuos sólidos urbanos o de manejo especial, ya que no se contará con personal en el área, no obstante, se contará con dispositivos para su acopio temporal, y se dispondrán en un sitio autorizado para su confinamiento archivando los documentos probatorios resultantes.

II.4.4. LEY DE AGUAS NACIONALES

Esta Ley se encarga de reglamentar el control de la extracción, así como la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales del subsuelo, inclusive las que hayan sido libremente alumbradas y las superficiales, por lo anterior se deberá atender la presente Ley, en particular los siguientes artículos regulatorios:

Artículo 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Artículo 21. Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se solicitará el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de las obras que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas y el tratamiento y descarga de las aguas residuales respectivas.

Artículo 25. Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos.

Vinculación: *Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se instalarán letrinas portátiles cuya disposición de residuos quedará a cargo de la empresa proveedora del servicio. Para la descarga de aguas, en la etapa de operación se contará con un sistema para tratamiento de aguas residuales residenciales PTAR.*

Para el tratamiento de aguas residuales domésticas para las viviendas y descarga de aguas residuales en la etapa operativa, los desechos serán transportados a través de una red de drenaje sanitario que contará con conexión directa a la planta de tratamiento de aguas residuales que actualmente se encuentra operando, la cual es la PTAR Gran Santa FE Norte (ver factibilidad de servicio de JAPAY en anexo 8F), la PTAR es un sistema de alta eficiencia con capacidad acorde a la demanda requerida que con base a sus procesos especializados permitirá tratar las aguas, pudiéndolas reutilizar posteriormente, de manera que se genera un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.

II.4.5. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

ARTICULO 4. Establece que es deber de todos los habitantes del país cuidar y preservar la fauna silvestre.

ARTÍCULO 18. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la fauna silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat…

ARTICULO 30. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre.

ARTICULO 106.- Toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente ley o en la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, estará obligado a repararlos en los términos del código civil para el distrito federal en materia del fuero común y para toda la república en materia del fuero común federal, así como en lo particularmente previsto en la presente ley y el reglamento.

Vinculación: *El proyecto fragmentará la flora y la fauna de la zona por la construcción de infraestructura y edificaciones por lo que las afectaciones deberán ser minimizadas o compensadas. De manera que se contempla la permanencia de áreas verdes, además durante las actividades constructivas del proyecto se contará con la supervisión permanente por personal capacitado que evite la afectación de áreas no autorizadas, además se contempla que el desmonte sea gradual para permitir la dispersión de la fauna.*

Se aplicará un programa de acciones para la protección de la fauna (Anexo 6) que pudiese encontrarse previo y durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto para cada una de las etapas propuestas. Dichas medidas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.

II.4.6. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

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

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno 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 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;

CAPÍTULO III. Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental.

Artículo 9. Los promovente 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:

1.- Regional o
2.- Particular

Artículo 14. Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el Cambio de Uso del Suelo de Áreas Forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

Artículo 17. El promovente deberá presentar a la secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

I.- La manifestación de impacto ambiental.
II.- Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete.
III.- Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Artículo 19. La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro impresos de su contenido.

Vinculación: *El proyecto se somete a evaluación a través de la Manifestación de Impacto Ambiental para la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Materia de Impacto Ambiental, en virtud de que se incluye en el inciso O referente a el Cambio de Uso de Suelo en Área Forestal.*

Es decir, el proyecto requerirá de autorización en Materia de Impacto Ambiental debido a:

- *A las actividades que serán realizadas para este proyecto, es decir, construcción de un desarrollo inmobiliario inmerso en un terreno que presenta vegetación forestal.*

II.4.7. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Artículo 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:
I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el Art. 16 de la Ley, mediante:
a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y
b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad,
III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechado.

Artículo 39. Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

Artículo 40. La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

Artículo 42. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:
II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Artículo 82. Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones de este Art., además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular.

Artículo 129. Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.

Vinculación: *Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, es probable que se generen algunos residuos de manejo especial, tales como los excedentes de tierra, los cuales serán reutilizados para la conformación de terracerías. También se generarán residuos de manejo especial derivados de los embalajes de las piezas. Estos residuos serán almacenados y trasladados a un centro de acopio para su reciclaje o confinamiento según el caso. En la obra se contará con un área especializada para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos y estará construida de acuerdo a las especificaciones del reglamento.*

Durante la operación en el caso de algún derrame o accidente, los suelos impregnados con residuos peligrosos serán considerados como tal, se retirarán del sitio y recibirán el mismo manejo.

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.

II.4.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
II. Lugar y fecha;
III. Datos y 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.

Junto con la solicitud deberá presentarse el documento técnico unificado, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y 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. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

El derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo, con motivo del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, se podrá acreditar con la documentación que establezcan las disposiciones aplicables en materia petrolera.

Artículo 121. Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 69 de la Ley (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 05 de junio de 2018), deberán contener la información siguiente:

I. Usos que se pretendan dar al terreno;
II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georreferenciados;
III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;
IV. Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;
V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;
VI. Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;
VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;
VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;
IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;
X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;
XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;
XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;
XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;
XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y
XV. En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.

Artículo 122. La Secretaría resolverá las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados 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 enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción;
IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación, y
V. Realizada la visita técnica, la Secretaría resolverá lo conducente dentro de los quince días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría resuelva la solicitud, se entenderá que la misma es en sentido negativo.

Artículo 123. La Secretaría otorgará la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley…….
El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.
Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida.

Artículo 126. La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento. La Secretaría asignará el código de identificación y lo informará al particular en el mismo oficio de autorización de cambio de uso del suelo.

V*inculación:* *Es por eso que además del presente manifiesto de impacto ambiental en su modalidad particular, se presentará un Estudio técnico justificativo por el cambio de uso de uso en terrenos forestales, dando cumplimiento a lo mencionado en los artículos anteriores.*

II.4.9. 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 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: *Durante la construcción del proyecto 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), por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea. Además, se implementará una supervisión para evitar la contaminación del manto freático con residuos de cualquier tipo y descargas de aguas residuales de los sanitarios portátiles.*

El proyecto cumple con lo establecido en el presente artículo, ya que, para el tratamiento de aguas residuales domésticas de cada vivienda, estas serán transportadas a través de una red de drenaje sanitario del desarrollo, enviándolas posteriormente a la PTAR más cercana (JAPAY PTAR Gran Santa Fe Norte) ubicado específicamente a 800 metros del predio, donde se le dará el debido tratamiento a las aguas residuales sin causar contaminación o daño a algún cuerpo receptor, cumpliendo con lo establecido en la presente ley (ver factibilidad del servicio de JAPAY en el anexo 8F).

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: *No se disponen residuos en cuerpos de agua. Cabe recalcar que se colocarán contenedores dentro del predio para la disposición de los residuos, los cuales son recolectados o llevados al sitio de disposición final autorizados.*

II.4.10. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA EN PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA

Artículo 13. Para protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:
I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país.

II.- 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: *Se promoverá la verificación de los vehículos que se empleen durante la construcción y operación del proyecto para el control de las emisiones generadas; de igual manera se realizarán mantenimientos a los sistemas de la unidad. Se contará con una bitácora de supervisión para el control de dicho punto.*

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: *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.*

II.4.11. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto:

I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

Vinculación: *El proyecto se vincula con esta fracción al integrarse dentro de un esquema de planeación territorial ordenada, sustentado en instrumentos de ordenamiento ecológico y urbano, así como en factibilidades de uso de suelo emitidas por la autoridad municipal. En un contexto de alta vulnerabilidad donde los eventos hidrometeorológicos extremos incrementan el riesgo de inundación, el desarrollo incorpora medidas que favorecen la adaptación, tales como la incorporación de áreas verdes y la implementación de infraestructura de drenaje pluvial con capacidad de infiltración. Estas acciones contribuyen a mantener funciones ecosistémicas clave, como la regulación hídrica y la reducción de escurrimientos superficiales, disminuyendo la exposición al riesgo de inundación y favoreciendo el derecho a un ambiente sano.*

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o.de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

Vinculación: *Si bien el proyecto no representa una fuente relevante de emisiones de gases de efecto invernadero en su fase operativa, su diseño incorpora elementos que contribuyen indirectamente a la mitigación, como la preservación de cobertura vegetal y el uso de especies nativas en áreas verdes, lo que favorece la captura de carbono y la regulación microclimática. En zonas vulnerables, estas acciones son relevantes, ya que contribuyen a amortiguar los efectos del cambio climático a escala local, reduciendo la intensidad de fenómenos asociados como el aumento de temperatura y la modificación de los patrones de precipitación.*

III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

Vinculación: *El proyecto presenta una clara vinculación con esta fracción al incorporar medidas específicas de adaptación orientadas a las condiciones particulares de la planicie yucateca. Entre ellas destaca el diseño de vialidades con sistemas de drenaje pluvial que favorecen la infiltración, preservación de áreas naturales que funcionan como zonas de amortiguamiento y la ausencia de extracción de agua subterránea, lo que evita presiones adicionales sobre el acuífero y reduce el riesgo de intrusión salina ante escenarios de aumento del nivel del mar. Asimismo, la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales contribuye a prevenir la contaminación del sistema kárstico, fortaleciendo la resiliencia ambiental del sitio.*

V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

Vinculación: *El cumplimiento de esta fracción se materializa a través de la incorporación de prácticas de manejo sustentable dentro del proyecto, las cuales, aunque de escala local, representan mecanismos de difusión y adopción de estrategias de adaptación al cambio climático. El adecuado manejo de aguas residuales, el uso de infraestructura verde con vegetación nativa y la integración de criterios de diseño urbano sustentable constituyen ejemplos de aplicación de conocimiento técnico que pueden ser replicables en otros desarrollos. Estas acciones*

contribuyen a generar conciencia ambiental y a fortalecer capacidades locales para enfrentar los efectos del cambio climático.

TÍTULO CUARTO
POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO
CAPÍTULO I. PRINCIPIOS

Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:
I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;

Vinculación: *El proyecto se vincula con este principio al incorporar un modelo de ocupación del territorio que mantiene un equilibrio entre el desarrollo urbano. La preservación de vegetación nativa, permite conservar funciones ecosistémicas clave como la infiltración de agua, la regulación microclimática y el mantenimiento de hábitats. En un contexto de planicie vulnerable, estas acciones contribuyen a disminuir la susceptibilidad a inundaciones y a mantener la resiliencia del sistema ante el aumento del nivel del mar.*

II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;

Vinculación: *La vinculación se sustenta en el hecho de que el proyecto se desarrolla conforme a autorizaciones y factibilidades emitidas por autoridades municipales, alineándose con instrumentos de planeación territorial. Asimismo, al integrar infraestructura ambientalmente adecuada —como la planta de tratamiento de aguas residuales y sistemas de drenaje pluvial— el promovente asume su corresponsabilidad en la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, reduciendo riesgos para la población y el entorno.*

III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;

Vinculación: *El proyecto adopta un enfoque precautorio al considerar desde su diseño las condiciones de vulnerabilidad asociadas a la ubicación del proyecto. Aun cuando no exista certeza absoluta sobre la magnitud futura del incremento del nivel del mar, se incorporan medidas como permanencia de áreas con vegetación natural, la infiltración pluvial y la no extracción de agua subterránea, evitando presiones adicionales sobre el acuífero y reduciendo la probabilidad de impactos graves o irreversibles.*

IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;

Vinculación: *Este principio se refleja en la planeación integral del desarrollo, la cual evita la ocupación desordenada del territorio y considera infraestructura adecuada para el manejo de escurrimientos pluviales, reduciendo el riesgo de inundaciones. La implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales previene la contaminación del acuífero kárstico, lo cual es fundamental donde la calidad del agua puede verse comprometida por la intrusión salina y la contaminación difusa.*

V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono;

Vinculación: *El proyecto promueve indirectamente patrones de consumo más eficientes mediante la incorporación de infraestructura urbana que optimiza el uso del agua y fomenta el manejo adecuado de residuos. La disposición de servicios dentro del propio desarrollo (áreas comerciales y equipamiento) reduce desplazamientos y contribuye a una menor huella ambiental, lo cual es relevante en escenarios de cambio climático.*

VI. Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social y privado para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático;

Vinculación: *La ejecución del proyecto implica la coordinación entre distintos niveles de gobierno y sectores, al alinearse con instrumentos de ordenamiento ecológico, urbano y normatividad ambiental aplicable. Esta integración permite abordar de manera transversal la problemática de vulnerabilidad, asegurando que el desarrollo sea compatible con las políticas de adaptación al cambio climático.*

VII. Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático;
Vinculación: *Si bien el proyecto es de iniciativa privada, su desarrollo contempla espacios comunes y áreas de convivencia que fomentan la cohesión social y la apropiación del entorno por parte de los residentes. Esto facilita la implementación de prácticas colectivas de manejo ambiental, fundamentales para la adaptación en contextos de riesgo.*

VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;

Vinculación: *El promovente asume la responsabilidad de prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos ambientales derivados del proyecto. Esto se refleja en la preservación de áreas con vegetación natural, el manejo adecuado de aguas residuales y residuos sólidos, y la integración de medidas que reducen la vulnerabilidad ante inundaciones, en congruencia con la obligación de proteger el medio ambiente.*

IX. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;

Vinculación: *El proyecto representa una inversión que incorpora criterios de sustentabilidad, lo cual genera beneficios económicos asociados a la valorización del entorno y la reducción de riesgos. La integración de infraestructura adecuada y la conservación ambiental actúan como mecanismos que incentivan la protección del medio ambiente y reducen costos futuros asociados a daños por eventos climáticos.*

X. Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables;

Vinculación: *La elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental y el cumplimiento de los procesos de evaluación garantizan el acceso a la información relevante sobre el proyecto y sus implicaciones ambientales. Esto contribuye a la toma de decisiones informadas y a la vigilancia social en materia de cambio climático.*

XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad**;**

Fracción reformada DOF 13-07-2018

Vinculación: *El proyecto contribuye a este principio al mantener áreas que preservan la vegetación de selvas bajas y su biodiversidad asociada. Aunque no se localiza directamente sobre selvas conservadas, la preservación de cobertura vegetal es fundamental para mantener servicios ambientales que reducen la vulnerabilidad, como la infiltración y la estabilización del suelo.*

XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales, y

Fracción reformada DOF 13-07-2018

Vinculación: *El desarrollo impulsa la actividad económica local mediante la generación de infraestructura y servicios, sin comprometer la sustentabilidad ambiental. Esto permite un equilibrio entre crecimiento económico y adaptación al cambio climático, evitando impactos que puedan afectar la competitividad o la viabilidad a largo plazo.*

XIII. Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales, y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza; asimismo, se deberá considerar la necesidad de recibir apoyos de los países desarrollados para lograr la aplicación efectiva de las medidas que se requieran para su cumplimiento; sin que represente un retroceso respecto a metas anteriores, considerando, la mejor información científica disponible y los avances tecnológicos, todo ello en el contexto del desarrollo sostenible.

Fracción adicionada DOF 13-07-2018

Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.

Vinculación: *El proyecto se inserta en una lógica de mejora continua al incorporar criterios actuales de diseño urbano sustentable y adaptación al cambio climático, sin representar retrocesos respecto a prácticas*

anteriores. La integración de medidas como la no extracción de agua subterránea y el tratamiento de aguas residuales refleja la adopción de mejores prácticas disponibles, contribuyendo a la reducción progresiva de la vulnerabilidad ambiental.

CAPÍTULO III. **MITIGACIÓN**

Artículo 31. La política nacional de mitigación de Cambio Climático deberá incluir, a través de los instrumentos de planeación, política y los instrumentos económicos previstos en la presente ley, un diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación de las emisiones nacionales.

Esta política deberá establecer planes, programas, acciones, instrumentos económicos, de política y regulatorios para el logro gradual de metas de reducción de emisiones específicas, por sectores y tomando como referencia los escenarios de línea base y líneas de base por sector que se establezcan en los instrumentos previstos por la presente Ley, considerando las contribuciones determinadas a nivel nacional para el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París, el acceso a recursos financieros, la transferencia de tecnología y el desarrollo de capacidades, así como cualquier otro tratado internacional suscrito por el Estado mexicano en materia de cambio climático.

Párrafo reformado DOF 13-07-2018

La política debe cuidar que la línea base a comprometer por México no limite el crecimiento económico del país, y en la elaboración de dicha línea deben participar los sectores productivos, en coordinación con los organismos nacionales que intervengan en la política económica.

Párrafo adicionado DOF 13-07-2018

Vinculación: *El proyecto se alinea con los principios de planeación, medición y control implícitos en la política nacional de mitigación, al desarrollarse bajo un esquema de ordenamiento territorial previamente autorizado, evitando la expansión urbana descontrolada. Este aspecto es particularmente relevante en regiones con alta susceptibilidad a inundación por elevación del nivel del mar, donde la ocupación irregular incrementa significativamente la exposición al riesgo.*

La integración de infraestructura urbana planificada, y la incorporación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) permiten reducir emisiones indirectas asociadas a cambios de uso de suelo, manejo inadecuado de residuos y descargas sin tratamiento. Asimismo, el proyecto contribuye a establecer una línea base ambiental más controlada respecto a escenarios de crecimiento no regulado, lo cual es consistente con los instrumentos de medición y evaluación de emisiones establecidos en la política nacional.

Artículo 32. La política nacional de mitigación se instrumentará con base en un principio de gradualidad, promoviendo el fortalecimiento de capacidades nacionales para la mitigación de emisiones y la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, priorizando en los sectores de mayor potencial de reducción hasta culminar en los que representan los costos más elevados, además de atender los compromisos internacionales de los Estados Unidos Mexicanos en la materia.

Para aquellas políticas y actividades que impliquen o que trasladen un costo al sector privado o a la sociedad en general, y que no existan recursos o fuentes internacionales de financiamiento que puedan

cubrir los costos para la implementación de dichas políticas y actividades, éstas podrán instrumentarse en dos fases, cuando exista área de oportunidad para los sectores regulados:

Párrafo reformado DOF 06-11-2020

Vinculación: *El proyecto se apega al principio de gradualidad al integrar, desde su fase de planeación, un conjunto de medidas de mitigación y adaptación técnicamente viables, económicamente factibles y ambientalmente pertinentes. Este enfoque permite fortalecer capacidades locales sin imponer cargas desproporcionadas, priorizando acciones de alto impacto ambiental positivo y bajo costo relativo, como el ordenamiento territorial, la preservación de cobertura vegetal y la gestión sustentable del agua.*

Asimismo, el proyecto contribuye a la reducción de vulnerabilidad climática al evitar esquemas de urbanización dispersa en zonas susceptibles a inundación, consolidando un modelo de ocupación compacta, planificada y resiliente.

I. Fomento de capacidades nacionales en la cual, las políticas y actividades a ser desarrolladas, deberán implementarse con carácter voluntario, con el objetivo de fortalecer las capacidades de los sectores regulados, considerando:

a) Análisis de las distintas herramientas y mecanismos existentes para la reducción de emisiones en el sector actividad objeto de estudio, incluyendo el costo de la implementación de cada uno de ellos;
Vinculación: *El proyecto incorpora herramientas de mitigación indirecta altamente efectivas en el sector de desarrollo urbano, tales como: implementación de áreas verdes, infraestructura de drenaje pluvial sustentable y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Estas medidas representan mecanismos de bajo costo relativo y alto beneficio ambiental, al reducir emisiones asociadas al cambio de uso de suelo, manejo inadecuado de aguas residuales y pérdida de cobertura vegetal, factores clave en zonas vulnerables.*

b) Análisis de las formas de medición, reporte y verificación de las herramientas y mecanismos a ser utilizados;

Vinculación: *Si bien el proyecto no constituye una fuente emisora directa significativa, contempla infraestructura susceptible de monitoreo operativo (PTAR, consumo de agua, manejo de residuos), lo que permite establecer esquemas de control y seguimiento indirecto de eficiencia ambiental. Esto es congruente con los principios de medición y verificación establecidos en la política climática.*

c) Análisis de la determinación de Líneas Bases para el sector objeto de estudio;

Vinculación: *El desarrollo parte de un escenario base caracterizado por vegetación secundaria de selva baja, lo que implica que el sitio ya presenta alteraciones previas. Esta condición permite establecer una línea base ambiental realista, donde las acciones del proyecto no generan una pérdida significativa de funciones ecosistémicas primarias, sino que permiten su estabilización mediante conservación y restauración parcial.*

d) Estudio de las consecuencias económicas y sociales del establecimiento de cada uno de dichas herramientas y mecanismos, incluyendo transferencia de costos a otros sectores de la sociedad o consumidores finales;

Vinculación: *El proyecto genera beneficios sociales al ofrecer infraestructura planificada y reducir riesgos asociados a asentamientos irregulares en zonas inundables. Desde el punto de vista económico, evita costos*

futuros derivados de daños por eventos hidrometeorológicos, lo que representa una estrategia costo-efectiva frente a escenarios de cambio climático. No se identifican transferencias negativas de costos hacia la población, sino beneficios en términos de seguridad, servicios y calidad de vida.

e) Análisis de la competitividad de los productos mexicanos en el mercado internacional, después de que se haya aplicado la herramienta o mecanismo objeto de estudio, en el sector analizado, si ese fuere el caso;

Vinculación: *El desarrollo fortalece la competitividad regional al incorporar criterios de sustentabilidad y resiliencia climática, lo que incrementa su valor frente a modelos tradicionales de urbanización. Este enfoque es consistente con tendencias internacionales de desarrollo responsable.*

f) Determinación de las metas de reducción de emisiones que deberá alcanzar el sector analizado, considerando su contribución en la generación de reducción del total de emisiones en el país, y el costo de la reducción o captura de emisiones;

Vinculación: *Aunque el proyecto no establece metas cuantificadas de reducción, contribuye de manera indirecta a la disminución de emisiones mediante: reducción de cambio de uso de suelo descontrolado, conservación de sumideros de carbono y optimización de servicios urbanos. Estas acciones se alinean con los objetivos nacionales de mitigación.*

g) Análisis sobre el sector de generación de electricidad, incluyendo los costos de las externalidades sociales y ambientales, así como los costos de las emisiones en la selección de las fuentes para la generación de energía eléctrica;

Vinculación: *El proyecto no incorpora generación eléctrica propia; sin embargo, su diseño permite la integración futura de tecnologías de energía limpia (paneles solares, eficiencia energética en edificaciones), lo cual facilita la reducción progresiva de emisiones asociadas al consumo energético.*

h) Análisis del desempeño del sector industrial sujeto de medidas de mitigación comparado con indicadores de producción en otros países y regiones;

Vinculación: *No aplica directamente, dado que el proyecto corresponde al sector habitacional. No obstante, no genera presiones adicionales sobre sectores industriales ni incrementa emisiones asociadas.*

II. Establecimiento de metas de reducción de emisiones específicas, considerando la contribución de los sectores respectivos en las emisiones de gases o compuestos efecto invernadero en el país, considerando:

a) La disponibilidad de recursos financieros y tecnológicos en los sectores comprendidos en las metas de reducción específicas, a alcanzarse a través de los instrumentos previstos por la presente ley;

Vinculación: *El proyecto se desarrolla con tecnologías disponibles y probadas en el contexto regional (PTAR, drenaje pluvial, infraestructura urbana), lo que garantiza su viabilidad técnica y económica sin requerir inversiones extraordinarias. Esto permite su implementación efectiva sin depender de financiamiento internacional.*

b) El análisis costo- eficiencia de las políticas y acciones establecidas para la reducción de emisiones por sector, priorizando aquellas que promuevan una mayor reducción de emisiones al menor costo.

Vinculación: *Las medidas adoptadas presentan una alta relación costo-beneficio, ya que con inversiones relativamente moderadas (infraestructura hidráulica adecuada, planeación urbana y áreas verdes) se logran beneficios significativos en términos de mitigación de emisiones y reducción de vulnerabilidad climática. Particularmente, la eliminación de extracción de agua subterránea y la implementación de la PTAR representan acciones altamente eficientes para proteger el acuífero y evitar impactos acumulativos.*

Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:

I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;

Vinculación: *El proyecto contribuye directamente a la protección ambiental mediante la preservación de vegetación de selva baja, lo que permite mantener funciones ecosistémicas clave como captura de carbono, infiltración hídrica y regulación microclimática. Estas condiciones son particularmente relevantes en áreas, donde la pérdida de cobertura vegetal incrementa la vulnerabilidad ante inundaciones y eventos extremos. En este sentido, el desarrollo promueve un entorno ambientalmente equilibrado, compatible con el derecho a un medio ambiente sano.*

II. Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo- eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico;

Vinculación: *El proyecto reduce emisiones indirectas al evitar la expansión urbana desordenada, principal fuente de cambio de uso de suelo y pérdida de sumideros de carbono. Asimismo, al incorporar infraestructura planificada, áreas verdes y la conexión a la PTAR de Gran Santa Fé, se optimizan los servicios urbanos, reduciendo costos ambientales y mejorando la eficiencia del desarrollo. Este modelo favorece una economía local más ordenada, competitiva y alineada con principios de sustentabilidad.*

III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;

Vinculación: *Aunque el proyecto no contempla generación energética propia, su diseño urbano permite la incorporación futura de tecnologías renovables en viviendas y áreas comunes (por ejemplo, sistemas fotovoltaicos), facilitando una transición gradual hacia esquemas de menor emisión de carbono, sin requerir modificaciones estructurales.*

IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;
Vinculación: *El diseño del proyecto incorpora criterios de eficiencia en la infraestructura urbana, tales como alumbrado público eficiente, distribución compacta de servicios y reducción de desplazamientos internos. Estas condiciones disminuyen el consumo energético y, por ende, las emisiones asociadas, contribuyendo indirectamente a la mitigación del cambio climático.*

V. Promover de manera prioritaria, tecnologías de mitigación cuyas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero sean bajas en carbono durante todo su ciclo de vida;

Vinculación: *La conexión a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) constituye una tecnología clave de mitigación, al evitar emisiones de metano derivadas de la descomposición orgánica no controlada. Asimismo, el sistema de drenaje pluvial sustentable favorece la infiltración, reduciendo impactos asociados a escurrimientos y eventos extremos.*

VI. Promover la alineación y congruencia de los programas, presupuestos, políticas y acciones de los tres órdenes de gobierno para frenar y revertir la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales;

Vinculación: *El proyecto evita procesos de deforestación significativa al desarrollarse sobre vegetación secundaria y conservar áreas naturales dentro del predio. Esta estrategia reduce la fragmentación del hábitat y mantiene funciones ecológicas esenciales, lo cual es fundamental en áreas donde la degradación ambiental incrementa la exposición a riesgos climáticos.*
VII. Medir, reportar y verificar las emisiones;

Vinculación: *El proyecto incorpora infraestructura susceptible de monitoreo operativo (consumo de agua, funcionamiento de la PTAR, manejo de residuos), lo que permite establecer mecanismos de seguimiento y control ambiental, en congruencia con los principios de medición y verificación de emisiones.*

VIII. Reducir la quema y venteo de gas para disminuir las pérdidas en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución y garantizar al máximo el aprovechamiento del gas en instalaciones industriales, petroleras, gaseras y de refinación;

Vinculación: *No aplica directamente al proyecto; sin embargo, no se generan actividades que impliquen emisiones por quema o venteo de gas, por lo que no contraviene este objetivo.*

IX. Promover el aprovechamiento del gas asociado a la explotación de los yacimientos minerales de carbón;

Vinculación: *No aplica, dado que el proyecto no está relacionado con actividades mineras.*

X. Promover la cogeneración eficiente para evitar emisiones a la atmósfera;

Vinculación: *El proyecto no contempla procesos de cogeneración; sin embargo, su diseño es compatible con la integración futura de tecnologías energéticas eficientes.*

XI. Promover el aprovechamiento del potencial energético contenido en los residuos;

Vinculación: *Si bien no se contempla generación energética a partir de residuos, el proyecto incluye un sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos, lo que permite su adecuada disposición y potencial valorización futura, evitando emisiones de metano por disposición inadecuada.*

XII. Promover el incremento del transporte público, masivo y con altos estándares de eficiencia, privilegiando la sustitución de combustibles fósiles y el desarrollo de sistemas de transporte sustentable urbano y suburbano, público y privado;

Vinculación: *El diseño urbano compacto reduce la necesidad de desplazamientos largos, favoreciendo recorridos cortos y eficientes. Asimismo, la integración del desarrollo a la red vial existente evita la dispersión urbana, reduciendo emisiones asociadas al transporte y disminuyendo la exposición de la población a riesgos por ubicación en zonas inundables.*

XIII. Desarrollar incentivos económicos y fiscales para impulsar el desarrollo y consolidación de industrias y empresas socialmente responsables con el medio ambiente;

Vinculación: *El proyecto, al incorporar criterios de sustentabilidad, se posiciona como susceptible de acceder a incentivos económicos y esquemas de financiamiento para desarrollos responsables, promoviendo la inversión en infraestructura resiliente y ambientalmente adecuada.*

XIV. Promover la canalización de recursos internacionales y recursos para el financiamiento de proyectos y programas de mitigación de gases y compuestos efecto invernadero en los sectores público, social y privado;

Vinculación: *Las características del proyecto (conservación ambiental, manejo del agua, infraestructura sustentable) lo hacen compatible con mecanismos de financiamiento climático, tanto nacionales como internacionales, orientados a mitigación y adaptación.*

XV. Promover la participación de los sectores social, público y privado en el diseño, la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación, y

Vinculación: *El desarrollo se enmarca dentro de un proceso regulado que involucra a autoridades municipales, estatales y federales, así como a actores privados, promoviendo la corresponsabilidad en la implementación de acciones de mitigación y ordenamiento territorial.*

XVI. Promover la competitividad y crecimiento para que la industria nacional satisfaga la demanda nacional de bienes, evitando la entrada al país, de productos que generan emisiones en su producción con regulaciones menos estrictas que las que cumple la industria nacional.

Vinculación: *El proyecto fortalece la competitividad regional al promover un modelo de desarrollo urbano sustentable, alineado con estándares ambientales, lo cual incrementa su valor frente a esquemas tradicionales de urbanización no planificada.*

Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:

I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:

a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.

Vinculación: *El proyecto incorpora criterios de eficiencia energética en el diseño urbano y arquitectónico, incluyendo alumbrado público eficiente y potencial integración de tecnologías de bajo consumo energético. Estas medidas reducen la huella de carbono del desarrollo y contribuyen indirectamente a mitigar los efectos del cambio climático, particularmente relevantes en áreas donde el incremento del nivel del mar representa un riesgo creciente.*

b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.

Vinculación: *Si bien el proyecto es de carácter habitacional, su diseño permite la incorporación futura de infraestructura basada en energías renovables, lo cual es congruente con la promoción de inversiones en tecnologías limpias. Esto contribuye a reducir emisiones acumulativas a escala regional, favoreciendo la resiliencia climática.*

c) Establecer los mecanismos viables técnico económicamente que promuevan el uso de mejores prácticas, para evitar las emisiones fugitivas de gas en las actividades de extracción, transporte, procesamiento y utilización de hidrocarburos.

Vinculación: *El proyecto no contempla actividades industriales ni de hidrocarburos; sin embargo, su diseño evita emisiones innecesarias mediante la planeación eficiente de infraestructura, contribuyendo a minimizar impactos indirectos asociados a fugas o pérdidas energéticas.*

d) Incluir los costos de las externalidades sociales y ambientales, así como los costos de las emisiones en la selección de las fuentes para la generación de energía eléctrica.

Vinculación: *El desarrollo considera criterios ambientales en la selección de materiales y sistemas constructivos, internalizando parcialmente los costos ambientales asociados a emisiones, lo que se traduce en una menor presión sobre ecosistemas vulnerables.*

e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.

Vinculación: *Se promueve el uso de tecnologías eficientes en el consumo eléctrico tanto en viviendas como en infraestructura común, lo cual contribuye de manera directa a la reducción de la demanda energética del desarrollo y, en consecuencia, a la disminución de emisiones indirectas de gases de efecto invernadero asociadas a la generación de electricidad. En este sentido, el proyecto es compatible con la incorporación de diversas tecnologías de alta eficiencia y bajo impacto ambiental, entre las que destacan:*

El uso de sistemas de iluminación LED en vialidades, áreas comunes y viviendas, los cuales presentan un consumo energético significativamente menor en comparación con tecnologías convencionales, además de una mayor vida útil y menor generación de calor. Asimismo, se contempla la instalación de sensores de movimiento, fotoceldas y temporizadores en alumbrado público y áreas comunes, permitiendo optimizar el uso de la energía en función de la ocupación y condiciones de iluminación natural.

En el ámbito residencial, se favorece la incorporación de electrodomésticos y equipos con certificación de eficiencia energética, así como sistemas de aire acondicionado tipo inverter, los cuales ajustan su funcionamiento a la demanda térmica real, reduciendo el consumo eléctrico en climas cálidos como el de la costa yucateca. De igual manera, el diseño arquitectónico de las viviendas puede integrar criterios bioclimáticos, como orientación

adecuada, ventilación cruzada, aislamiento térmico y uso de materiales reflectantes, disminuyendo la necesidad de enfriamiento artificial.

Adicionalmente, el proyecto es técnicamente compatible con la implementación de sistemas fotovoltaicos a nivel doméstico o en áreas comunes (por ejemplo, en casa club o alumbrado), lo cual permitiría la generación de energía limpia in situ, reduciendo la dependencia de la red eléctrica convencional y, por ende, las emisiones asociadas. También se pueden integrar sistemas de bombeo eficientes con variadores de frecuencia en instalaciones hidráulicas y en la planta de tratamiento de aguas residuales, optimizando el consumo energético en función de la demanda operativa.

En términos de infraestructura urbana, el proyecto contempla la posibilidad de incorporar redes eléctricas eficientes, transformadores de bajo consumo y sistemas de monitoreo energético, que permitan identificar oportunidades de mejora continua en el uso de la energía.

En conjunto, la adopción de estas tecnologías no solo reduce la huella de carbono del desarrollo, sino que también fortalece su resiliencia frente a escenarios de cambio climático, particularmente en zonas donde la eficiencia energética contribuye a disminuir la presión sobre sistemas eléctricos vulnerables ante fenómenos extremos como huracanes o interrupciones en el suministro energético.

f) Promover la transferencia de tecnología y financiamiento para reducir la quema y venteo de gas, para disminuir las pérdidas de éste, en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución, y promover su aprovechamiento sustentable.

Vinculación: *Aunque no aplica directamente al proyecto, la reducción de emisiones en cadenas energéticas externas beneficia indirectamente al desarrollo, al disminuir la presión climática sobre la región.*

g) Desarrollar políticas y programas que tengan por objeto la implementación de la cogeneración eficiente para reducir las emisiones.

Vinculación: *El proyecto no incluye sistemas de cogeneración; sin embargo, su baja intensidad energética y diseño eficiente contribuyen a la reducción global de emisiones.*

h) Fomentar prácticas de eficiencia energética, y de transferencia de tecnología bajas en emisiones de carbono.
Vinculación: *En el desarrollo del proyecto se prioriza la incorporación de tecnologías de alta eficiencia energética en los sistemas de alumbrado y en los servicios asociados a la infraestructura urbana, lo cual se traduce en una reducción significativa de la demanda eléctrica y, en consecuencia, de las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero asociadas a la generación de energía. En particular, se contempla el uso de luminarias tipo LED de última generación para vialidades, áreas comunes y espacios recreativos, las cuales presentan eficiencias luminosas superiores a 120 lm/W, mayor vida útil (hasta 50,000 horas) y menores requerimientos de mantenimiento en comparación con tecnologías convencionales como vapor de sodio o halogenuros metálicos.*

Asimismo, se prevé la implementación de sistemas de control inteligente de alumbrado público, tales como fotoceldas, temporizadores astronómicos y, en su caso, sistemas de telegestión que permiten la regulación

automática de la intensidad lumínica en función de la presencia de usuarios o de horarios de baja demanda, optimizando el consumo energético. Complementariamente, en edificaciones como la casa club, áreas comerciales, caseta de acceso y área de servicios, se considera el uso de sensores de movimiento y ocupación para iluminación interior, así como la integración de equipos eléctricos de alta eficiencia (clasificación tipo A o superior), lo que reduce el consumo energético base del desarrollo.

De manera adicional, el proyecto contempla el diseño de infraestructura eléctrica preparada para la posible integración futura de sistemas de generación distribuida mediante fuentes renovables, particularmente sistemas fotovoltaicos en techumbres de edificaciones comunes, lo que permitiría disminuir aún más la huella de carbono del desarrollo a lo largo de su vida útil. Estas medidas, en conjunto, no solo contribuyen a la mitigación de emisiones, sino que también fortalecen la capacidad de adaptación al cambio climático al reducir la dependencia energética y los costos operativos, alineándose con los principios de eficiencia, sostenibilidad y resiliencia establecidos en la política nacional de cambio climático.

i) Expedir disposiciones jurídicas y elaborar políticas para la construcción de edificaciones sustentables, incluyendo el uso de materiales ecológicos y la eficiencia y sustentabilidad energética.

Vinculación: *El diseño integral del proyecto incorpora criterios avanzados de arquitectura bioclimática y construcción sustentable orientados a optimizar el desempeño energético de las edificaciones y, simultáneamente, a reducir la vulnerabilidad ante fenómenos asociados al cambio climático, particularmente en zonas con riesgo de incremento del nivel del mar, altas temperaturas y eventos meteorológicos extremos. En este sentido, se prioriza la orientación adecuada de las viviendas y edificaciones para maximizar la ventilación cruzada natural, aprovechando los vientos dominantes de la región, lo que permite disminuir la necesidad de sistemas de climatización artificial y, por ende, el consumo energético.*

Asimismo, se contempla el uso de materiales constructivos con propiedades térmicas adecuadas al clima cálido subhúmedo de la región, tales como muros con alta inercia térmica, recubrimientos reflectantes en azoteas (cool roofs), aislantes térmicos y acabados que reducen la ganancia de calor, contribuyendo a mantener condiciones de confort térmico al interior de los espacios. Estas estrategias pasivas son fundamentales para mitigar el efecto de isla de calor urbana y mejorar la habitabilidad en escenarios de incremento de temperatura.

De igual forma, el proyecto integra soluciones de diseño que favorecen la resiliencia ante lluvias intensas y posibles inundaciones, como la elevación de niveles de desplante en edificaciones críticas, el uso de pavimentos permeables en áreas seleccionadas, sistemas de drenaje pluvial con capacidad de infiltración (pozos de absorción, cunetas verdes) y la permanencia de áreas naturales que funcionan como zonas de amortiguamiento hidrológico. Estas medidas permiten reducir la escorrentía superficial, favorecer la recarga del acuífero y minimizar riesgos asociados a encharcamientos o anegamientos.

Adicionalmente, se promueve la incorporación de tecnologías complementarias en las edificaciones, como sistemas de captación de agua pluvial para usos no potables, iluminación natural optimizada mediante tragaluces o ventanas estratégicamente ubicadas, y equipos eléctricos de alta eficiencia, lo que contribuye a reducir la demanda energética global del desarrollo. En conjunto, estas acciones no solo disminuyen las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero, sino que fortalecen la capacidad adaptativa del proyecto frente a

condiciones climáticas adversas, alineándose con los principios de sostenibilidad, eficiencia y resiliencia establecidos en la política nacional de cambio climático.

II. Reducción de emisiones en el Sector Transporte:

a) Promover la inversión en la construcción de ciclovías o infraestructura de transporte no motorizado, así como la implementación de reglamentos de tránsito que promuevan el uso de la bicicleta.

Vinculación: *El proyecto contempla vialidades internas seguras y funcionales que permiten la movilidad no motorizada, reduciendo la dependencia del automóvil y las emisiones asociadas.*

b) Diseñar e implementar sistemas de transporte público integrales, y programas de movilidad sustentable en las zonas urbanas o conurbadas para disminuir los tiempos de traslado, el uso de automóviles particulares, los costos de transporte, el consumo energético, la incidencia de enfermedades respiratorias y aumentar la competitividad de la economía regional.

Vinculación: *La planeación del desarrollo, con integración de áreas comerciales y servicios, reduce la necesidad de desplazamientos largos, disminuyendo emisiones y fortaleciendo la resiliencia urbana ante condiciones climáticas adversas.*

c) Elaborar e instrumentar planes y programas de desarrollo urbano que comprendan criterios de eficiencia energética y mitigación de emisiones directas e indirectas, generadas por los desplazamientos y servicios requeridos por la población, evitando la dispersión de los asentamientos humanos y procurando aprovechar los espacios urbanos vacantes en las ciudades.

Vinculación: *El proyecto evita la dispersión urbana al concentrar el desarrollo en un esquema planificado, lo cual es clave para reducir emisiones y, al mismo tiempo, evitar la ocupación de zonas altamente vulnerables a inundación.*

d) Crear mecanismos que permitan mitigar emisiones directas e indirectas relacionadas con la prestación de servicios públicos, planeación de viviendas, construcción y operación de edificios públicos y privados, comercios e industrias.

Vinculación: *La infraestructura del proyecto ha sido concebida bajo un enfoque integral de planeación urbana sustentable que permite mitigar tanto emisiones directas como indirectas asociadas a la prestación de servicios públicos, la construcción y la operación de viviendas, así como de áreas comerciales y de servicios. En este sentido, el diseño del desarrollo incorpora redes de infraestructura eficientes y de baja demanda energética, incluyendo sistemas de distribución de agua potable conectados al sistema municipal —evitando extracción local —, así como un sistema de drenaje sanitario centralizado que conduce las aguas residuales hacia una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), lo cual reduce emisiones asociadas a procesos anaerobios descontrolados y evita la contaminación del subsuelo y cuerpos de agua.*

En términos de energía, se prevé la implementación de infraestructura eléctrica optimizada, con alumbrado público basado en tecnología LED de alta eficiencia, sistemas de control automatizado (fotoceldas,

temporizadores y sensores de movimiento), y la preparación de instalaciones para la incorporación futura de sistemas de generación distribuida mediante energía solar fotovoltaica en áreas comunes y edificaciones de servicios. Esto contribuye a disminuir la demanda energética total del desarrollo y, por ende, las emisiones indirectas asociadas a la generación de electricidad.

Asimismo, en la planeación de viviendas y edificaciones se integran criterios de eficiencia energética y diseño bioclimático, tales como orientación adecuada, ventilación natural cruzada, iluminación natural, uso de materiales térmicamente eficientes y reducción de cargas térmicas, lo que minimiza el uso de equipos de climatización. En las áreas comerciales y de servicios, se promueve el uso de equipos con alta eficiencia energética, así como prácticas operativas que reduzcan el consumo de recursos.

Adicionalmente, el proyecto contempla un sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos, con áreas específicas para separación, almacenamiento temporal y recolección, lo que permite disminuir emisiones de metano mediante una gestión adecuada de residuos orgánicos e inorgánicos. También se considera la optimización de la movilidad interna mediante un diseño vial eficiente, con conectividad adecuada, accesibilidad peatonal y potencial integración de medios no motorizados, lo cual reduce las emisiones derivadas del transporte.

En conjunto, estos mecanismos permiten que la operación del desarrollo se realice bajo un esquema de eficiencia en el uso de recursos, reducción de emisiones y fortalecimiento de la resiliencia urbana, alineándose con los objetivos de mitigación del cambio climático y con un modelo de crecimiento ordenado en zonas con vulnerabilidad ambiental, como las planicies susceptibles a inundaciones y efectos del incremento del nivel del mar.

e) Establecer programas que promuevan el trabajo de oficina en casa, cuidando aspectos de confidencialidad, a fin de reducir desplazamientos y servicios de los trabajadores.

Vinculación: *Si bien no aplica directamente, la reducción de traslados laborales puede ser favorecida por la cercanía de servicios dentro del desarrollo y de la localidad de Caucel y Mérida.*

f) Coordinar, promover y ejecutar programas de permuta o renta de vivienda para acercar a la población a sus fuentes de empleo y recintos educativos.

Vinculación: *El proyecto se integra a la estructura urbana existente, favoreciendo la cercanía a centros de trabajo y servicios.*

g) Desarrollar instrumentos económicos para que las empresas otorguen el servicio de transporte colectivo a sus trabajadores hacia los centros de trabajo, a fin de reducir el uso del automóvil.

Vinculación: *No aplica directamente; sin embargo, el diseño urbano eficiente contribuye a reducir la necesidad de transporte intensivo.*

III. Reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad:

a) Mantener e incrementar los sumideros de carbono.

Vinculación: *El proyecto contribuye de manera directa al mantenimiento e incremento de sumideros de carbono mediante la permanencia de áreas verdes con cobertura de selva baja caducifolia, ecosistemas reconocidos por su capacidad de almacenamiento de carbono tanto en biomasa aérea como en suelos someros kársticos característicos de la península de Yucatán. Asimismo, la incorporación de áreas verdes adicionales con especies nativas favorece la captura progresiva de carbono, contribuyendo a la regulación del microclima local.*
b) Frenar y revertir la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales y ampliar las áreas de cobertura vegetal y el contenido de carbono orgánico en los suelos, aplicando prácticas de manejo sustentable en terrenos ganaderos y cultivos agrícolas.

Vinculación: *El proyecto evita procesos de deforestación total mediante un esquema de ocupación territorial que integra áreas verdes y zonas urbanizadas de manera planificada, limitando la remoción de cobertura vegetal a superficies estrictamente necesarias. Al tratarse de vegetación secundaria, el diseño incorpora medidas de restauración ecológica en áreas verdes, favoreciendo la recuperación de funciones ecosistémicas, incremento de biomasa y mejora en el contenido de carbono orgánico del suelo. Este enfoque reduce la fragmentación del*

hábitat y mantiene conectividad ecológica interna, lo cual es fundamental para la estabilidad de ecosistemas en planicies sujetas a presiones por cambio de uso de suelo y eventos climáticos extremos.

c) Reconvertir las tierras agropecuarias degradadas a productivas mediante prácticas de agricultura sustentable o bien, destinarlas para zonas de conservación ecológica y recarga de acuíferos.

Vinculación: *Aunque el predio no corresponde a uso agropecuario activo, presenta características de perturbación previa, por lo que el proyecto actúa como un esquema de reconversión hacia un uso planificado que incorpora áreas de infiltración. Las superficies no impermeabilizadas, junto con la implementación de infraestructura de drenaje pluvial sustentable, favorecen la recarga del acuífero kárstico, elemento crítico en la región del norte de Yucatán. Esta condición es especialmente relevante frente al riesgo de intrusión salina asociado al incremento del nivel del mar, ya que la recarga hídrica contribuye al equilibrio del sistema hidrológico subterráneo.*

d) Fortalecer los esquemas de manejo sustentable y la restauración de bosques, selvas, humedales y ecosistemas costero-marinos, en particular los manglares y los arrecifes de coral.

Vinculación: *El proyecto fortalece indirectamente los esquemas de restauración al preservar remanentes de selva baja y promover su manejo pasivo, evitando su degradación futura. Si bien no se ubica sobre ecosistemas como manglares o arrecifes, reconoce su importancia en la protección y contribuye a disminuir presiones sobre estos sistemas al evitar desarrollos desordenados. La integración de corredores verdes internos favorece la conectividad ecológica, lo cual es clave para la resiliencia de la biodiversidad en un contexto de cambio climático.*

e) Incorporar gradualmente más ecosistemas a esquemas de conservación entre otros: pago por servicios ambientales, de áreas naturales protegidas, unidades de manejo forestal sustentable, y de reducción de emisiones por deforestación y degradación evitada.

Vinculación: *Las áreas verdes del proyecto presentan potencial para integrarse a esquemas voluntarios de preservación, tales como programas de pago por servicios ambientales o iniciativas locales de conservación de biodiversidad. Esto fortalece la permanencia de servicios ecosistémicos como captura de carbono, regulación hídrica y hábitat para fauna, contribuyendo a la reducción de vulnerabilidad ambiental en la región.*

f) Fortalecer el combate de incendios forestales y promover e incentivar la reducción gradual de la quema de caña de azúcar y de prácticas de roza, tumba y quema.

Vinculación: *El proyecto reduce el riesgo de incendios forestales mediante el manejo controlado de la vegetación, la delimitación de áreas urbanizadas y la eliminación de prácticas tradicionales de quema. La presencia de infraestructura y vigilancia disminuye la probabilidad de incendios no controlados, lo cual es relevante en ecosistemas de selva baja que presentan alta susceptibilidad a perturbaciones por fuego en temporadas secas.*

g) Fomentar sinergias entre programas y subsidios para actividades ambientales y agropecuarias, que contribuyan a fortalecer el combate a incendios forestales.

Vinculación: *El desarrollo es compatible con la implementación de programas institucionales de prevención de incendios y manejo ambiental, facilitando la coordinación con autoridades locales y estatales. La planeación del proyecto permite integrar acciones de monitoreo y respuesta temprana ante contingencias ambientales, fortaleciendo la gestión del riesgo.*

h) Diseñar y establecer incentivos económicos para la absorción y conservación de carbono en las áreas naturales protegidas y las zonas de conservación ecológica.

Vinculación: *La preservación de áreas con vegetación natural dentro del polígono del proyecto representa una inversión directa en capital natural, que puede traducirse en beneficios económicos a largo plazo mediante la valorización de servicios ecosistémicos. Este enfoque es congruente con la implementación de incentivos para la conservación de carbono, contribuyendo a la sustentabilidad del desarrollo y a la mitigación del cambio climático.*

i) Diseñar políticas y realizar acciones para la protección, conservación y restauración de la vegetación riparia en el uso, aprovechamiento y explotación de las riberas o zonas federales, de conformidad con las disposiciones aplicables de la Ley de Aguas Nacionales.

Vinculación: *Si bien el predio no presenta cuerpos de agua superficiales permanentes, su ubicación en una región kárstica implica una estrecha relación con el acuífero subterráneo. El proyecto protege las condiciones de infiltración mediante áreas verdes, evitando procesos de contaminación y favoreciendo la calidad del agua subterránea, lo cual es fundamental para la resiliencia hídrica en zonas vulnerables.*

IV. Reducción de emisiones en el sector residuos:

Vinculación: *El proyecto incorpora un sistema integral de gestión de residuos sólidos urbanos, incluyendo almacenamiento temporal en condiciones controladas, separación de residuos y disposición adecuada. Esto reduce la generación de emisiones de metano, un gas de efecto invernadero con alto potencial de calentamiento global. La adecuada gestión de residuos también evita la contaminación de suelos y acuíferos, contribuyendo a la estabilidad ambiental en una región altamente vulnerable.*

a) Desarrollar acciones y promover el desarrollo y la instalación de infraestructura para minimizar y valorizar los residuos, así como para reducir y evitar las emisiones de metano provenientes de los residuos sólidos urbanos.

Vinculación: *La infraestructura proyectada permite la implementación de estrategias de reducción, reutilización y reciclaje de residuos, disminuyendo su disposición final y las emisiones asociadas. Esto es particularmente relevante, donde la acumulación de residuos puede agravar procesos de degradación ambiental y aumentar la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos.*

V. Reducción de emisiones en el Sector de Procesos Industriales:

a) Desarrollar programas para incentivar la eficiencia energética en las actividades de los procesos industriales.

Vinculación: *Si bien el proyecto no contempla procesos industriales como tal, su concepción y operación se alinean con los principios de eficiencia energética aplicables a desarrollos urbanos. En este sentido, el diseño del fraccionamiento incorpora infraestructura de bajo consumo energético, como sistemas de alumbrado público eficiente, diseño urbano que favorece ventilación natural y reducción de cargas térmicas en edificaciones, así como la posible integración de tecnologías eficientes en viviendas y áreas comunes. Estas acciones reducen la demanda energética indirecta asociada al desarrollo, lo que contribuye a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en la cadena de generación eléctrica. Este enfoque es particularmente relevante en contextos donde la eficiencia energética reduce la presión sobre sistemas energéticos vulnerables ante eventos extremos como huracanes y tormentas, fortaleciendo la resiliencia del sistema urbano.*

b) Desarrollar mecanismos y programas que incentiven la implementación de tecnologías limpias en los procesos industriales, que reduzcan el consumo energético y la emisión de gases y compuestos de efecto invernadero.

Vinculación: *Aunque el proyecto no integra procesos industriales, sí promueve indirectamente la adopción de tecnologías limpias en su infraestructura y servicios. Esto incluye el uso potencial de equipos eficientes en bombeo, tratamiento de aguas residuales (PTAR), iluminación y sistemas eléctricos, así como la posibilidad de incorporar energías renovables a nivel doméstico o comunitario. Asimismo, las áreas comerciales previstas dentro del desarrollo podrán adoptar tecnologías de bajo consumo energético, alineándose con criterios de sustentabilidad. Este enfoque reduce la huella de carbono del conjunto urbano y contribuye a la mitigación del cambio climático, lo cual es clave en zonas donde el aumento del nivel del mar y la intensificación de eventos climáticos extremos incrementan la vulnerabilidad de la infraestructura.*

c) Incentivar, promover y desarrollar el uso de combustibles fósiles alternativos que reduzcan el uso de combustibles fósiles.
Vinculación: *El proyecto favorece indirectamente la reducción del uso de combustibles fósiles mediante un diseño urbano que promueve la movilidad interna eficiente, la cercanía entre servicios y vivienda, y la disminución de desplazamientos largos. Esto se traduce en una menor dependencia del transporte basado en combustibles fósiles. Adicionalmente, la infraestructura del desarrollo es compatible con la futura incorporación de tecnologías energéticas más limpias, como sistemas eléctricos eficientes o incluso movilidad eléctrica. Esta transición contribuye a la reducción de emisiones y, por ende, a disminuir los efectos del cambio climático que inciden directamente en la vulnerabilidad de las planicies particularmente ante fenómenos como la elevación del nivel del mar y la intensificación de inundaciones.*

VI. Educación y cambios de patrones de conducta, consumo y producción:

a) Instrumentar programas que creen conciencia del impacto en generación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en patrones de producción y consumo.
Vinculación: *El proyecto contempla áreas comunes y espacios comunitarios que facilitan la implementación de programas de educación ambiental dirigidos a residentes y usuarios. A través de estos espacios, se pueden desarrollar campañas de concientización sobre el uso eficiente del agua, la energía, la correcta disposición de residuos y la importancia de reducir la huella de carbono. Este tipo de acciones es fundamental en regiones donde la sensibilización social contribuye a reducir prácticas que incrementan la vulnerabilidad ambiental, como la sobreexplotación de recursos o la contaminación de acuíferos.*

b) Desarrollar programas que promuevan patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado a través de incentivos económicos; fundamentalmente en áreas como la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos.

Vinculación: *El modelo de desarrollo propuesto impulsa un esquema de comunidad autosuficiente, donde la proximidad entre vivienda, comercio y servicios reduce la necesidad de consumo energético intensivo en transporte. Asimismo, la infraestructura de manejo de residuos permite implementar prácticas de separación y valorización, incentivando hábitos responsables en la población. La integración de áreas verdes fomenta un uso más equilibrado de los recursos naturales. En conjunto, estas acciones promueven patrones de consumo sustentables que contribuyen a la mitigación del cambio climático y a la reducción de la vulnerabilidad en la zona.*

c) Incentivar y reconocer a las empresas e instituciones que propicien que sus trabajadores y empleados tengan domicilio cercano a los centros de trabajo, consumo, educación y entretenimiento, así como el establecimiento de jornadas de trabajo continuas.

Vinculación: *El proyecto, al integrar usos habitacionales, comerciales y de servicios en un mismo espacio, favorece la proximidad funcional entre vivienda y actividades económicas. Esto permite reducir significativamente los desplazamientos diarios, disminuyendo el consumo de combustibles fósiles y las emisiones asociadas. Este modelo urbano compacto es particularmente relevante en donde la reducción de emisiones contribuye a mitigar los efectos del cambio climático, mientras que la disminución de traslados mejora la capacidad de respuesta ante eventos extremos, como inundaciones o ciclones.*

d) Desarrollar políticas e instrumentos para promover la mitigación de emisiones directas e indirectas relacionadas con la prestación de servicios públicos, planeación y construcción de viviendas, construcción y operación de edificios públicos y privados, comercios e industrias.

Vinculación: *El proyecto integra desde su etapa de planeación criterios de sustentabilidad en el diseño urbano, la construcción de infraestructura y la operación de servicios. Esto incluye la implementación de sistemas de drenaje pluvial que favorecen la infiltración, la ausencia de extracción de agua subterránea (al conectarse al sistema municipal), la incorporación de una planta de tratamiento de aguas residuales y la preservación de áreas naturales. Estas acciones reducen tanto emisiones directas como indirectas, y fortalecen la adaptación al cambio climático.*

Artículo 35. Con el objetivo de impulsar la transición a modelos de generación de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles a tecnologías que generen menores emisiones, la Secretaría de Energía establecerá políticas e incentivos para promover la utilización de tecnologías de bajas emisiones de carbono, considerando el combustible a utilizar.

Vinculación: *Si bien el proyecto no contempla generación energética propia, su diseño es compatible con la incorporación futura de tecnologías de bajas emisiones, como sistemas solares en viviendas y áreas comunes. Esta flexibilidad permite al desarrollo adaptarse a esquemas energéticos más limpios sin requerir modificaciones estructurales.*

Adicionalmente, la reducción de consumo energético mediante diseño urbano eficiente contribuye indirectamente a la disminución de emisiones, alineándose con los objetivos de transición energética.

Artículo 36. La Secretaría promoverá de manera coordinada con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Energía, en el ámbito de sus competencias, el establecimiento de programas para incentivar fiscal y financieramente a los interesados en participar de manera voluntaria en la realización de proyectos de reducción de emisiones.

Vinculación: *El proyecto presenta características que lo hacen susceptible de integrarse a esquemas de financiamiento e incentivos para proyectos sustentables, particularmente en materia de manejo de agua, conservación de ecosistemas y desarrollo urbano resiliente.*

Desde la perspectiva de vulnerabilidad la inversión en infraestructura planificada representa un mecanismo preventivo que reduce costos futuros asociados a daños por inundaciones, lo cual es congruente con la lógica de incentivos económicos para la mitigación y adaptación.

Artículo 37. Para los efectos de esta Ley serán reconocidos los programas y demás instrumentos de mitigación que se han desarrollado a partir del Protocolo de Kioto, la Convención, el Acuerdo de París y cualquier otro que se encuentre debidamente certificado por alguna organización con reconocimiento internacional.

Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán los requisitos que deberán cumplirse para el reconocimiento y registro de los programas e instrumentos referidos en el presente artículo.

Vinculación: *El proyecto es congruente con los compromisos internacionales asumidos por México en materia de cambio climático, particularmente en el marco del Acuerdo de París, al contribuir a la reducción de emisiones indirectas y al fortalecimiento de la resiliencia climática.*

La integración de medidas como permanencia de cobertura vegetal de áreas verdes, manejo sustentable del agua y planeación territorial ordenada responde a enfoques reconocidos internacionalmente, como las soluciones basadas en la naturaleza, que buscan reducir simultáneamente emisiones y vulnerabilidad.

II.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas que regulan las emisiones, las descargas o el aprovechamiento de los recursos naturales.

Aunado a lo anterior, se deberá recomendar a los diferentes contratistas que realicen el servicio en las diferentes obras que le den el mantenimiento de sus vehículos automotores y maquinaria en general para dar cabal cumplimiento a las normas oficiales mexicanas que se citan a continuación:

II.5.1. EN MATERIA DE AGUA

NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación: *Durante la etapa de preparación de sitio y de construcción del proyecto se empleará letrinas móviles para los trabajadores. Las aguas sanitarias que sean generadas, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al manto freático.*

Para la etapa operativa las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia la Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (JAPAY PTAR Gran Santa Fe Norte), la cual abastecerá con las necesidades del desarrollo inmobiliario del proyecto.

El Sistema de tratamiento de la PTAR Gran Santa Fe 2 con capacidad máxima de 35 LP, cumple con la NOM-001-SEMARNAT-2021 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, siempre que su diseño, operación, mantenimiento, capacidad instalada y eficiencia de remoción permitan alcanzar los límites máximos permisibles establecidos en dichas normas.

El proyecto contempla la instalación y operación de un Modelo Tecnológico IFAS-MBBR que tiene un sistema de eliminación por Gravedad y pozo profundo con un pretratamiento Cribado Fino Huber Ro9 y desarenado VORMAX. Un proceso Biológico (MBBR-IFAS) con tanque anóxico y aeróbico que posteriormente pasa a un clarificador con sedimentador rectangular de 5 codos, posteriormente pasa a un tratamiento de desinfección con cámara de mamparas y cloro Gas, y finaliza con la disposición final a un pozo de absorción y lecho de secado que tiene un proceso optimizado con tecnología europea de punta para garantizar calidad ambiental bajo condiciones de carga variable (25 a 35 LPS).

El diseño garantiza un efluente final de calidad prístina que excede las normativas mexicanas para infiltración profunda, protegiendo de manera permanente el delicado manto freático de la región peninsular, al mismo tiempo que estabiliza los lodos sobrantes de forma segura.

Respecto a la NOM-001-SEMARNAT-2021

La tecnología SBR permite alcanzar remociones suficientes para cumplir límites permisibles relativos a:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Sólidos Suspendidos Totales
- Grasas y aceites
- Nitrógeno total
- Fósforo total (cuando se incorpora remoción biológica/química)
- Parámetros microbiológicos posteriores a desinfección.

El sistema contribuye a prevenir contaminación de cuerpos receptores nacionales mediante un efluente estabilizado y controlado.

4. Especificaciones

4.1. La concentración de parámetros básicos, así como de contaminantes patógenos y parasitarios, metales y cianuros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, no debe exceder el valor indicado como límite permisible de acuerdo al tipo de cuerpo receptor en las Tablas 1 y 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

En caso de que existan condiciones particulares de descarga emitidas conforme a una Declaratoria de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales publicada en el Diario Oficial de la Federación o que conforme a la Ley la Comisión haya establecido en los permisos de descarga con límites, parámetros adicionales o específicos en comparación con los previstos en esta Norma Oficial Mexicana, los parámetros y límites permisibles que se deberán cumplir serán los que establezcan las citadas condiciones particulares de descarga.

Los responsables de la descarga deberán comprobar de manera ordinaria en términos de lo dispuesto en el numeral 6.2, el cumplimiento de los límites permisibles establecidos para Promedio Diario y Promedio Mensual en las Tablas 1 y 2 según corresponda al tipo de cuerpo receptor. El valor instantáneo será verificado ya sea por la Comisión o la Procuraduría.

TABLA 1

Límites Permisibles

Parámetros (*) (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	Ríos, arroyos, canales, drenes			Embalses, lagos y lagunas			Zonas marinas mexicanas			Suelo								
										Riego de áreas verdes			Infiltración y otros riegos			Cárstico		
	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Grasas y Aceites	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21
Sólidos Suspendidos Totales	60	72	84	20	24	28	20	24	28	30	36	42	100	120	140	20	24	28
Demanda Química de Oxígeno	150	180	210	100	120	140	85	100	120	60	72	84	150	180	210	60	72	84
Carbono Orgánico Total*	38	45	53	25	30	35	21	25	30	15	18	21	38	45	53	15	18	21
Nitrógeno Total	25	30	35	15	25	30	25	30	35	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15	25	30
Fósforo Total	15	18	21	5	10	15	15	18	21	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5	10	15
Huevos de Helmintos (huevos/litro)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1								
Escherichia coli, (NMP/100 ml)	250	500	600	250	500	600	250	500	600	250	500	600	250	500	600	50	100	200
Enterococos fecales* (NMP/100 ml)	250	400	500	250	400	500	250	400	500	250	400	500	250	400	500	50	100	200
pH (UpH)	6-9																	
Color verdadero	Longitud de onda						Coeficiente de absorción espectral máximo											
	436 nm						7,0 m -1											
	525 nm						5,0 m -1											
	620 nm						3,0 m -1											
Toxicidad aguda (UT)	2 a los 15 minutos de exposición																	

N.A: No Aplica
P.M: Promedio Mensual
P.D: Promedio Diario
V.I: Valor Instantáneo
NMP: Número más probable
UpH: Unidades de pH
UT: Unidades de Toxicidad
* Si Cloruros es menor a 1000 mg/L se analiza y reporta DQO.
* Si Cloruros es mayor o igual a 1000 mg/L se analiza y reporta COT.
* Si la conductividad eléctrica menor a 3500 µS/cm se analiza y reporta *E. coli*.
* Si la conductividad eléctrica es mayor o igual a 3500 µS/cm se analiza y reporta Enterococos fecales.
Las determinaciones de Conductividad eléctrica y de Cloruros no requieren la acreditación y aprobación de la entidad correspondiente.

TABLA 2

Límites Permisibles para Metales y Cianuros

Parámetros (miligramos por litro)	Ríos, arroyos, canales, drenes			Embalses, lagos y lagunas			Zonas marinas mexicanas			Suelo								
										Riego de áreas verdes			Infiltración y otros riegos			Cárstico		
	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.
Arsénico	0,2	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2
Cadmio	0,2	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,2	0,3	0,4	0,05	0,075	0,1	0,1	0,15	0,2	0,05	0,075	0,1
Cianuro	1	2	3	1	1,5	2	2	2,50	3	2	2,5	3	1	1,50	2	1	1,5	2
Cobre	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Cromo	1	1,25	1,5	0,5	0,75	1	1	1,25	1,5	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1
Mercurio	0,01	0,015	0,02	0,005	0,008	0,01	0,01	0,015	0,02	0,005	0,008	0 01	0,005	0,008	0,01	0,005	0,008	0,01
Níquel	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Plomo	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4
Zinc	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Parámetros medidos de manera total	P.M: Promedio Mensual P.D: Promedio Diario V.I: Valor Instantáneo																	

Vinculación: *El proyecto contará con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales diseñada para cumplir con los límites permisibles establecidos en las Tablas 1 y 2 de la NOM-001-SEMARNAT-2021, de acuerdo con el tipo de cuerpo receptor asignado por la autoridad competente. En caso de que se emitan condiciones particulares de descarga (CPD), se adoptarán los parámetros y límites señalados por la CONAGUA. El cumplimiento será verificado regularmente mediante muestreo y análisis conforme a los numerales aplicables de la norma.*

4.2. El responsable de las descargas de aguas residuales en estuarios y humedales debe cumplir con las condiciones particulares de descarga que establezca la Comisión en términos del numeral 4.1.

Vinculación: *La descarga de aguas tratadas se realizará a cuerpos receptores designados, en caso de que aplique, cumpliendo con las condiciones particulares de descarga establecidas por la Comisión Nacional del Agua, y atendiendo estrictamente lo dispuesto en el numeral 4.1.*

4.3. El responsable de la descarga estará exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en esta Norma Oficial Mexicana, cuando demuestre a la Comisión que por las características del proceso productivo o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar. Para lo cual presentará la solicitud ante la Comisión, debiendo entregar la caracterización de la descarga y los Promedios Mensuales correspondientes a cada uno de los seis meses inmediatos anteriores a la presentación de su solicitud de exención, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento o la normatividad ambiental vigente. La Comisión dictaminará la procedencia o no de la exención y podrá verificar para efectos de emitir el citado dictamen, así como durante la vigencia de la exención, la veracidad de la información que presentó el responsable de la descarga, para lo cual podrá realizarla directamente por ella, un tercero o a través de una Unidad de Verificación.

La exención será vigente por un periodo de hasta por tres años, siempre y cuando el generador no cambie sus procesos, insumos, tecnologías, o exista un aumento del caudal de descarga, en cuyo caso deberá notificarse a la Comisión para hacer la revisión de su exención. La autoridad podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el usuario; en caso de falsedad el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales aplicables.

Los sujetos regulados podrán solicitar por escrito a la Comisión, la adecuación de sus condiciones particulares de descarga mediante el trámite de "Modificaciones técnicas de títulos de concesión y/o permisos de descarga de

aguas residuales", o bien mediante el trámite vigente que le sustituya, acompañada de los datos y requisitos establecidos en la Ley de Aguas Nacionales, o la normatividad ambiental vigente.

Vinculación: *En caso de que el diseño del sistema de tratamiento y las características del agua residual generada por el desarrollo habitacional no contemplen o generen ciertos contaminantes, se podrá solicitar la exención de análisis para dichos parámetros, conforme al procedimiento establecido por la CONAGUA. Esta solicitud incluirá la caracterización de la descarga con base en los seis meses previos, y estará sujeta a verificación técnica por parte de la autoridad o unidad de verificación.*

4.4. En el caso de que el agua clara o de primer uso de abastecimiento registre concentración de algún contaminante en Promedio Mensual, se podrá restar de la concentración de la descarga, a excepción de los parámetros: temperatura, pH, toxicidad aguda, color verdadero, *Escherichia coli*, Enterococos fecales y huevos de helmintos siempre y cuando lo acredite a través de al menos dos análisis Promedio Diario de calidad del agua efectuados por un laboratorio, realizados en términos de lo dispuesto en los Capítulos 5 y 6.

Los informes de resultados de muestreo y análisis de agua de abastecimiento referido en el párrafo anterior realizados en un mes calendario serán válidos para los informes de resultados de muestreo y análisis de aguas residuales realizados en el trimestre al que corresponda el citado mes.

Vinculación: *Si el agua de abastecimiento del proyecto presenta algún contaminante en promedio mensual, este podrá ser descontado de la descarga final conforme a lo estipulado, excepto en los parámetros excluidos. Para ello se realizarán análisis conforme al procedimiento señalado, asegurando la trazabilidad y cumplimiento.*

5. Métodos de prueba

5.1. Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deberán aplicar las normas mexicanas según corresponda, indicadas en el capítulo 2.

Vinculación: *Todos los análisis de los parámetros normados serán realizados por laboratorios acreditados utilizando los métodos de prueba especificados en el capítulo 2 de la norma, garantizando precisión y comparabilidad de resultados.*

5.2. Para determinar la toxicidad aguda de las descargas de aguas residuales vertidas a cuerpos receptores, los análisis deberán efectuarse mediante muestras simples. La evaluación se realizará a través de Vibrio fischeri *(Photobacterium phosphoreum*). El límite permisible es menor o igual a 2 Unidades de Toxicidad (UT). Las Unidades de Toxicidad (UT), se determinan por la fórmula:

1 UT = 100/CE50
Donde:
CE50 es la concentración que genera efectos adversos, letales o no letales en el 50% de los organismos de prueba expuestos o en el parámetro biológico seleccionado para evaluar el efecto tóxico.

Vinculación: *Se incluirá la evaluación de toxicidad aguda mediante el bioensayo con Vibrio fischeri, garantizando que las descargas cumplan con el límite permisible ≤ 2 UT. La PTAR estará diseñada para mitigar efectos tóxicos sobre el ambiente acuático.*

1.3. El responsable de la descarga de aguas residuales debe verificar que los métodos para el muestreo y análisis utilizados por los laboratorios de prueba, sean los establecidos en el numeral 2. Referencias normativas de la presente norma.

Los laboratorios de prueba a que hace referencia el párrafo anterior, deberán ser acreditados por la entidad de acreditación y aprobados por la autoridad competente.

El responsable de la descarga podrá solicitar a la Secretaría, la autorización de métodos de prueba alternos conforme a lo establecido en la legislación aplicable en la materia.

Vinculación: *La verificación de los métodos de muestreo y análisis se asegurará mediante contratación de laboratorios acreditados por EMA y aprobados por la autoridad. En caso necesario, se solicitará la aprobación de métodos alternos conforme a lo establecido en la legislación ambiental vigente.*

6. Muestreo

6.1. El responsable de la descarga realizará el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y el mensual, con la periodicidad establecida en el numeral
6.2 a través de un laboratorio.

Vinculación: *El monitoreo de las descargas será ejecutado con la periodicidad establecida (mensual, trimestral o semestral según corresponda), empleando muestras simples y compuestas obtenidas conforme a lo señalado en las Tablas 3, 4 y 5. Los resultados serán reportados mediante el sistema electrónico de la CONAGUA dentro del plazo normado.*

6.2. La periodicidad de los muestreos, análisis e informe de resultados se indican en la Tabla 3 para descargas de tipo municipal y en la Tabla 4 para descargas no municipales. En situaciones que justifiquen un mayor control, como protección de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, emergencias hidroecológicas o procesos productivos fuera de control, la Comisión podrá modificar la periodicidad de muestreo, análisis e informe de resultados.

TABLA 3
Descargas municipales

Rango de población	Frecuencia de muestreo y análisis	Frecuencia de Informe de resultados de muestreo y análisis
Mayor de 50 000 habitantes	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 10 001 a 50 000 habitantes	TRIMESTRAL	TRIMESTRAL
de 2 501 a 10 000 habitantes	SEMESTRAL	TRIMESTRAL

TABLA 4
Descargas no municipales**

Demanda Química de Oxígeno (toneladas/día)	Carbono Orgánico Total* (toneladas/día)	Sólidos Suspendidos Totales (toneladas/día)	Frecuencia de muestreo y análisis	Frecuencia de Informe de resultados de muestreo y análisis
Mayor a 3,0	Mayor a 0,75	Mayor a 3,0	MENSUAL	TRIMESTRAL
De 1,2 a 3,0	De 0,3 a 0,75	De 1,2 a 3,0	TRIMESTRAL	TRIMESTRAL
Menor a 1,2	Menor a 0,3	Menor a 1,2	SEMESTRAL	TRIMESTRAL

*Aplica para aguas residuales con una concentración mayor a 1 000 mg/L de cloruros.
** Aplicará la frecuencia de muestreo y análisis del parámetro con mayor carga contaminante.
Todo informe de resultados de muestreo y análisis deberá registrarse y firmarse en el sistema electrónico que para tal efecto la Comisión pondrá a disposición de los laboratorios, mismo que deberá firmarse a más tardar el séptimo día hábil posterior a que haya concluido el trimestre en cuestión. Para el caso de la frecuencia de muestreo e informe de resultados con carácter semestral, el registro y firma a que se refiere este párrafo será en el trimestre en que se haya realizado el muestreo.

El signatario autorizado del laboratorio deberá colectar las muestras simples en el número e intervalo que refiere la Tabla 5 las cuales conformarán una muestra compuesta, debiendo al menos existir dos muestras compuestas Promedio Diario durante el mes calendario para poder determinar el Promedio Mensual.

TABLA 5
Número e intervalo de muestras simples

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Número de muestras simples	Intervalo entre colecta de muestras simples (horas)	
		Mínimo	Máximo
Menor que 4	2	N. E.	N. E.
De 4 y hasta 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

N. E. = No especificado

La selección del intervalo para la colecta de las muestras simples deberá estar dentro del rango mínimo y máximo que corresponda, conforme al periodo que opera el proceso generador de la descarga en el día del muestreo.

Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su colecta.

Vinculación: *El monitoreo de las descargas será ejecutado con la periodicidad establecida (mensual, trimestral o semestral según corresponda), empleando muestras simples y compuestas obtenidas conforme a lo señalado en las Tablas 3, 4 y 5. Los resultados serán reportados mediante el sistema electrónico de la CONAGUA dentro del plazo normado.*

6.3. La muestra simple será la que colecte un laboratorio en el punto de descarga, en día normal de operación del proceso generador de la descarga, que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que la generan, durante el tiempo necesario y continuo para completar cuando menos un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio en el momento del muestreo.

A efecto de comprobar lo anterior, el laboratorio que colecte las muestras solicitará al responsable de la descarga el permiso emitido por la Comisión, lo cual se asentará en el informe de resultados de muestreo y análisis, con una descripción de las condiciones o circunstancias de operación al momento de la colecta de las muestras.

La Comisión, la Procuraduría o la Unidad de Verificación, podrán recabar los documentos o la evidencia necesaria que acrediten que efectivamente las muestras simples se realizaron en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga. El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación:

VMSi = VMC * (Qi/Qt)

Donde:
VMSi = volumen de cada una de las muestras simples "i", en litros.
VMC = volumen de cada muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, en litros.
Qi = caudal medido en la descarga en el momento de colectar la muestra simple, en litros por segundo.
Qt = SQi hasta Qn,..., en litros por segundo.

Los resultados de pH y toxicidad aguda no deberán estar fuera del límite permisible en ninguna de las muestras simples.

Vinculación: *El laboratorio acreditado tomará muestras simples en condiciones representativas del proceso de generación de aguas residuales. Las condiciones de operación al momento del muestreo serán registradas y documentadas conforme a la norma.*

6.4. Asimismo, el laboratorio deberá tomar las coordenadas geográficas, con el geoposicionador global, con el Datum cuyas especificaciones se encontrarán en el sistema electrónico que para tal efecto la Comisión utilice para el registro de las descargas, establecido en el segundo párrafo del numeral 6.2 y deberán incorporarse en el informe de resultados de muestreo y análisis para su correcta identificación, así como cerciorarse y reportar sí el cuerpo receptor donde efectivamente se descarga el agua residual por el responsable es el autorizado en el permiso de descarga expedido por la Comisión.

Vinculación: *Durante el muestreo se registrarán coordenadas geográficas del punto de descarga autorizado, así como del puerto de muestreo emitido en el permiso por la CONAGUA. Este dato formará parte del informe técnico.*

6.5. En el caso del parámetro de pH se debe reportar el valor tomado en campo durante la colecta de cada muestra simple.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.6. En el caso del parámetro de toxicidad aguda, se deben reportar los valores obtenidos de cada muestra simple.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.7. En el caso del parámetro temperatura el valor Promedio Diario será el resultado del promedio aritmético de los valores tomados en campo en la colecta de cada una de las muestras simples.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.8. En el caso del parámetro grasas y aceites el valor Promedio Diario será el resultado del promedio ponderado en función del caudal de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples colectadas para conformar la muestra compuesta.

Para determinar el promedio ponderado en función del caudal se deberán obtener las participaciones porcentuales "w_i" del caudal de cada muestra simple "Q_i" respecto de la sumatoria de los caudales de todas las muestras simples, lo cual se expresa de la siguiente forma:

$$w_i = \frac{Q_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_t}$$

Donde
w_i = Ponderador o participación porcentual del caudal de la muestra simple "i"
w_i= Caudal medido en la descarga en el momento de colectar la muestra simple, en litros por segundo

Una vez obtenido el ponderador del caudal de la muestra simple "i" se deberá multiplicar por el resultado del parámetro grasas y aceites de cada muestra simple que corresponda, para posteriormente sumar todos los productos obtenidos, de acuerdo a lo siguiente:

$$PP = \sum_{t=1}^{n} w_i \quad \times \quad R\,{}^{x}_{i}$$

Donde
PP = Promedio ponderado en función del caudal del parámetro "x" expresado en miligramos por litro
w_i =Ponderador o participación porcentual del caudal de la muestra simple "i"
$R\,{}^{x}_{i}$=Resultado del parámetro "x" expresado en miligramos por litro

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.9. Para el caso de los parámetros *Escherichia coli* y Enterococos fecales, el valor Promedio Diario será el resultado de la media geométrica de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples colectadas para conformar la muestra compuesta.

La media geométrica de los parámetros *Escherichia coli* y Enterococos fecales se calcula con la raíz "n" del producto de los "n" resultados del parámetro que corresponda obtenidos en cada muestra simple "i", lo cual se expresa de la siguiente manera:

$$\acute{x} = \sqrt[n]{\prod_{t=1}^{n} x_i}$$

Donde
$\acute{x}$ = Media geométrica, como número más probable (NMP) por cada cien mililitros.
x_i= Resultado obtenido en el parámetro que corresponda en cada muestra simple "i", como número más probable (NMP) por cada cien mililitros.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.10. El valor Promedio Diario de los parámetros previstos en las Tablas 1 y 2 diferentes a los señalados en los numerales del 6.5 al 6.9 será el resultado del análisis de la muestra compuesta.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.11. El valor Promedio Mensual de los parámetros contenidos en las Tablas 1 y 2, será el resultado del promedio ponderado en función del caudal de los valores en Promedio Diario que resulten del análisis de al menos dos muestras compuestas colectadas en el mismo mes calendario.

Para determinar el promedio ponderado en función del caudal se deberán obtener las participaciones porcentuales "wc" del caudal de cada muestra compuesta Promedio Diario "Qc" respecto de la sumatoria de los caudales de todas las muestras compuestas, lo cual se expresa de la siguiente forma:

$$w_c = \frac{Q_c}{\sum_{c=1}^{n} Q_c}$$

Donde
w_c = Ponderador o participación porcentual del caudal de la muestra compuesta "c"

Q_c = Caudal promedio aritmético de los caudales medidos en la descarga en el momento de colectar cada una de las muestras simples, en litros por segundo

Una vez obtenido el ponderador del caudal de la muestra compuesta "c" se deberá multiplicar por el resultado en Promedio Diario del parámetro que corresponda a la misma muestra compuesta, para posteriormente sumar todos los productos obtenidos, de acuerdo a lo siguiente:

$$PP = \sum_{c=1}^{n} w_c \quad \times \quad PD_c^x$$

Donde
PP = Promedio ponderado en función del caudal del parámetro "x" expresado en la unidad de medida que le corresponda
w_c= Ponderador o participación porcentual del caudal de la muestra compuesta "c"
PD_c^x= Resultado en Promedio Diario del parámetro "x" expresado en la unidad de medida que le corresponda.

Vinculación: *El Promedio Mensual se calculará con base en al menos dos muestras compuestas representativas del mes, ponderadas según el caudal, garantizando una evaluación fiel del comportamiento de la descarga.*

6.12. La cadena de custodia, la hoja de campo y las demás evidencias que soporten los informes de resultados de muestreo y análisis deberán mantenerse por el laboratorio para su consulta por un periodo de 5 años posteriores a su emisión, registro y firma.

Vinculación: *Se mantendrán los documentos de respaldo (cadena de custodia, hojas de campo, etc.) por un periodo mínimo de cinco años, conforme a lo requerido, disponibles para auditoría o verificación por la autoridad.*

6.13. Los responsables de la descarga de aguas residuales a cualquier cuerpo receptor deberán prever en el sitio autorizado en el permiso de descarga emitido por la Comisión, la existencia de infraestructura fija, segura y adecuada para que pueda realizarse la colecta de muestras, conforme a lo establecido en el Apéndice Normativo.

Vinculación: *El proyecto contempla infraestructura adecuada y segura cercana al sitio de descarga autorizado, que permita la toma representativa de muestras por parte de laboratorios acreditados, conforme al Apéndice Normativo. Cabe señalar que una vez determinado el punto de ubicación geográfica del puerto de muestreo se presentaran a la Comisión las coordenadas exactas, anexas a la solicitud del permiso de descarga.*

6.14. Cuando durante la realización de la toma de muestras se observe por parte del signatario autorizado que no se tiene flujo en la descarga, lo deberá asentar como tal en la cadena de custodia del muestreo correspondiente. Y esa muestra no debe considerarse en ninguno de los cálculos del presente capitulo.

Vinculación: *Si en una visita programada no se detecta flujo de descarga, esto será registrado en la cadena de custodia y dicho muestreo no se considerará para los cálculos, conforme a lo establecido.*

II.5.2. 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 vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.

Vinculación: *Para dar cumplimiento a la normatividad expuesta, durante el desarrollo del proyecto se supervisará que todos los vehículos empleados presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmósfera. Por lo que las camionetas utilizadas contarán con mantenimiento periódico.*

NOM-045-SEMARNAT-2017. Esta norma que establece Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Y los niveles máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (D.O.F. 08/Marzo/2018).

Vinculación: *Los vehículos utilizados durante la preparación del sitio y operación, 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. Aunque esta norma no es aplicable a la maquinaria, y el uso de esta será en un lapso corto de tiempo, se verificará que estos cuenten con un mantenimiento periódico.*

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 (D.O.F. 13/Enero/1995).

Vinculación: *Las camionetas que sean empleadas durante la obra serán objeto de mantenimiento periódico, 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. Se considera que la mayor generación de ruido es por parte de los vehículos y maquinaria serán menores y se considera que estas no rebasan los 65 dB además que solo laboran de día.*

II.5.3. EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

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.

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. *Los residuos peligrosos que se llegarán a generar durante las actividades de construcción del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones de estas normas y del Reglamento de la LGPGIR.*

En especial es relevante verificar el cumplimiento de la NOM-054-SEMARNAT-1993 para determinar las incompatibilidades de los residuos almacenados en el área de sólidos, para garantizar un adecuado manejo de los mismos dentro del predio.

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 de la empresa. Se aplicará el ***Procedimiento de manejo de residuos peligrosos,*** *el cual se puede observar en el* ***Anexo 5*** *del estudio en cuestión.*

EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA

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

Vinculación: *Se examinó la presencia de especies bajo protección en la flora y fauna presente en el área de estudio, como se describe en la sección de flora y fauna del Capítulo III que en el área no se tuvo registro de especies de flora o fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, dichas especies tienen una amplia distribución en la península. Los programas de rescate de fauna que se realizarán antes de las etapas de preparación del sitio y construcción incluyen el ahuyenta miento de estas, para que puedan transitar a los predios adyacentes con cobertura vegetal. De igual forma, se pretende establecer áreas verdes permanentes que posteriormente podrán ser recolonizadas por estas especies.*

Estas actividades serán realizadas mediante la implementación del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver ***Anexo 6B*** *de este estudio). Cabe mencionar que también se llevarán a cabo el Programa de acción para la protección de la flora silvestre. Dichos programas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.*

II.6 DECRETOS, REGIONES PRIORITARIAS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

II.6.2. ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS).

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. El programa tiene el propósito de ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación. Dentro de las 243 AICAS resultantes es posible observar al 94.53% de las aves de México, 97.29% de las especies incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y todas las especies endémicas, semi endémicas y cuasi endémicas.

Vinculación: *Con base a la ubicación del proyecto, éste NO se encuentra dentro de algún área de importancia para la conservación de las aves. No obstante, el proyecto considera áreas verdes que favorecerán la disposición de áreas de percheo y anidación para aves. Con base en lo anterior se puede indicar que el presente proyecto es congruente con el ambiente.*

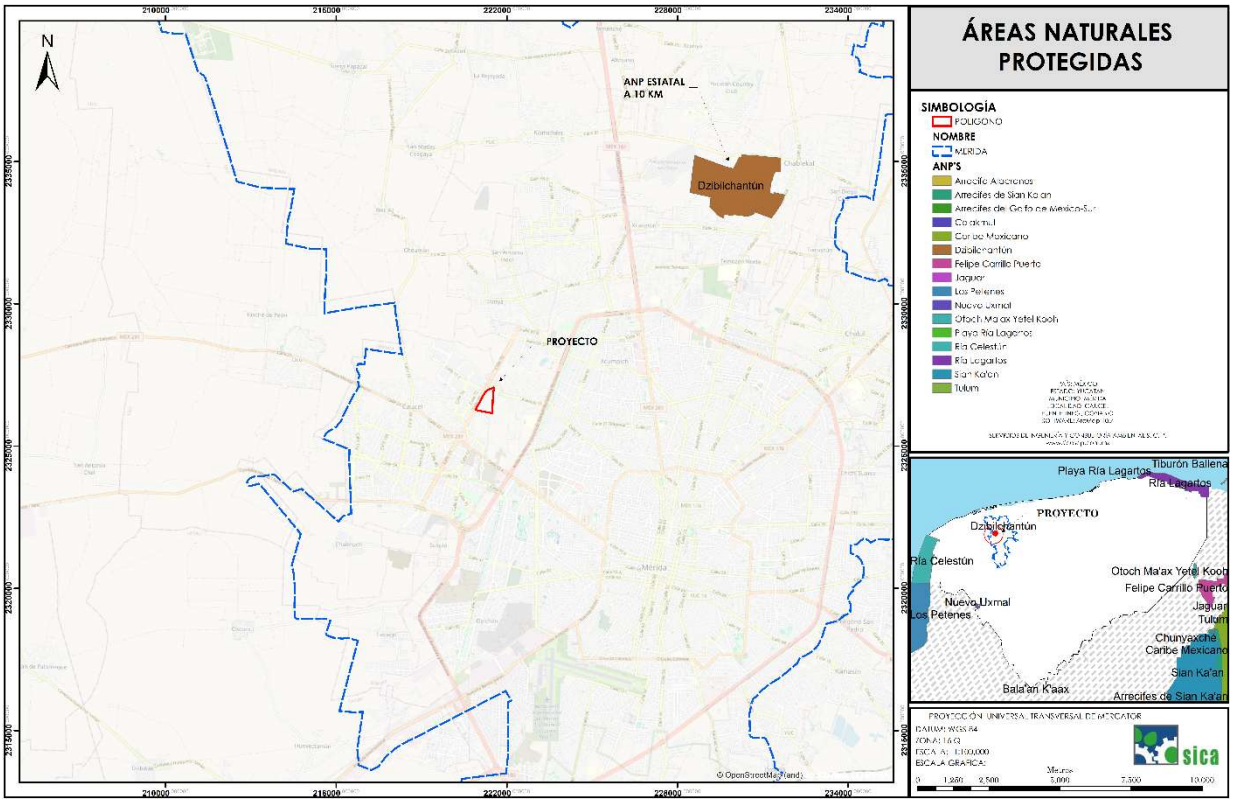


Figura II.10. Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

II.6.3. REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA (RTP)

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. Se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El proyecto cuenta con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km^2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio, y cuyas fichas técnicas aparecen en esta página.

Vinculación: El *área del proyecto se encuentra fuera de cualquier región terrestre prioritaria. No obstante, el presente proyecto contempla Programas de acción para la protección de la flora y fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio). Con todo lo anterior, se puede indicar que el proyecto contempla la protección y conservación de la flora, fauna silvestre y formas de vida de la región, y por ende de los servicios ambientales que prestan en la zona.*

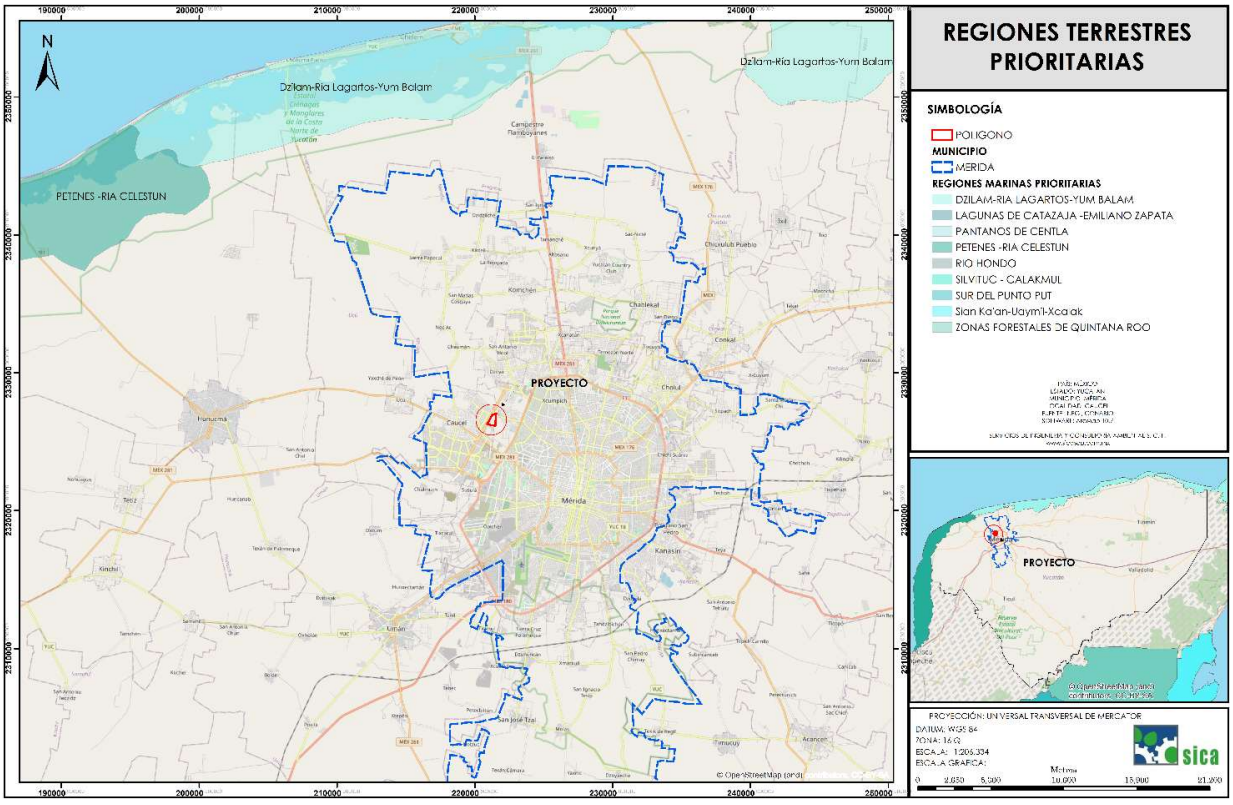


Figura II. 11. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

II.6.4. REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA (RHP)

Las RHP se refieren a la parte alta, media o baja de una cuenca o subcuenca o de un cuerpo de agua individual, significativa por sus recursos hídricos y biológicos, los cuales son factibles de ser conservados y en donde ocurren

o pueden ocurrir impactos negativos resultado de las actividades de uso y explotación de los mismos por parte de los sectores público o privado.

El programa tiene el objetivo de tener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. El programa cuenta con 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza.

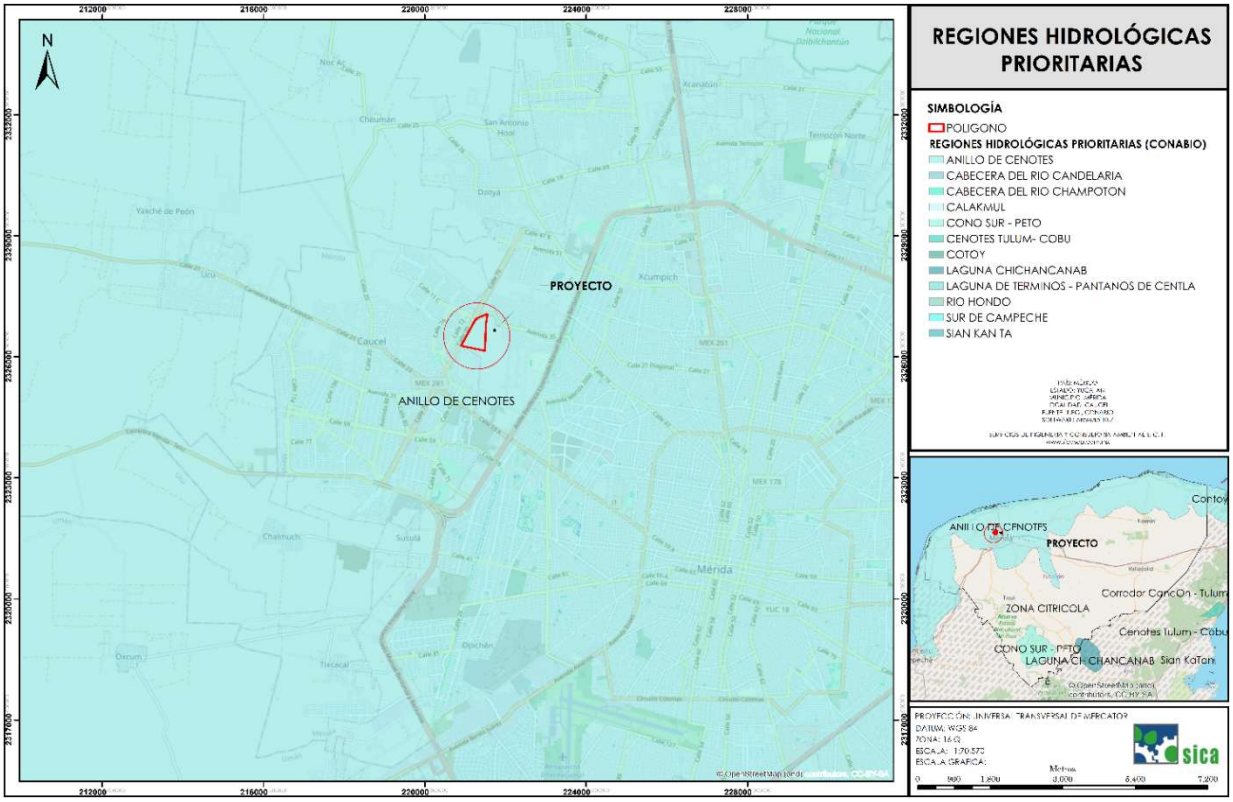


Figura II. 12. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones hidrológicas prioritarias.

Vinculación: *El predio bajo estudio se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 102. ANILLO DE CENOTES, que abarca una superficie de 16,214.82 m2 (Latitud 21°37'48" - 19°48'36" N-Longitud 90°29'24" - 87°15'36" W. Esta región posee un el clima seco muy cálido, semiseco semicálido y cálido subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 oC. Precipitación total anual 400-1100 mm. Vientos Alisios del SE. Frecuente ocurrencia de huracanes entre junio y diciembre.*

A pesar de que el predio se encuentra inmerso en esta región donde abundan los cenotes, en el área y en sus colindancias inmediatas, no se encontró ningún cuerpo de agua natural que pudiera afectarse por la implementación de las obras de este proyecto en el área del proyecto o en su zona de influencia. El predio se encuentra en una zona de tránsito y no de recarga del acuífero, en la subzona geohidrológica metropolitana. Sin embargo, se tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales de origen sanitario; para la etapa de preparación de sitio y construcción de obras, se emplearán sanitarios portátiles en los frentes de trabajo que

serán de uso obligatorio. Así mismo, durante la operación del proyecto se contará con conexión a PTAR JAPAY Gran Santa Fé Norte, que permita el tratamiento de las aguas residuales, generando un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente (ver factibilidad del servicio de JAPAY en el anexo 8F). 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 de Yucatán. No se usarán plaguicidas o herbicidas, durante todas las etapas del proyecto que puedan comprometer al sistema hidrológico.

II.6.5. REGIÓN MARINA PRIORITARIA (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.). El programa cuenta con 70 áreas costeras y oceánicas consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad.

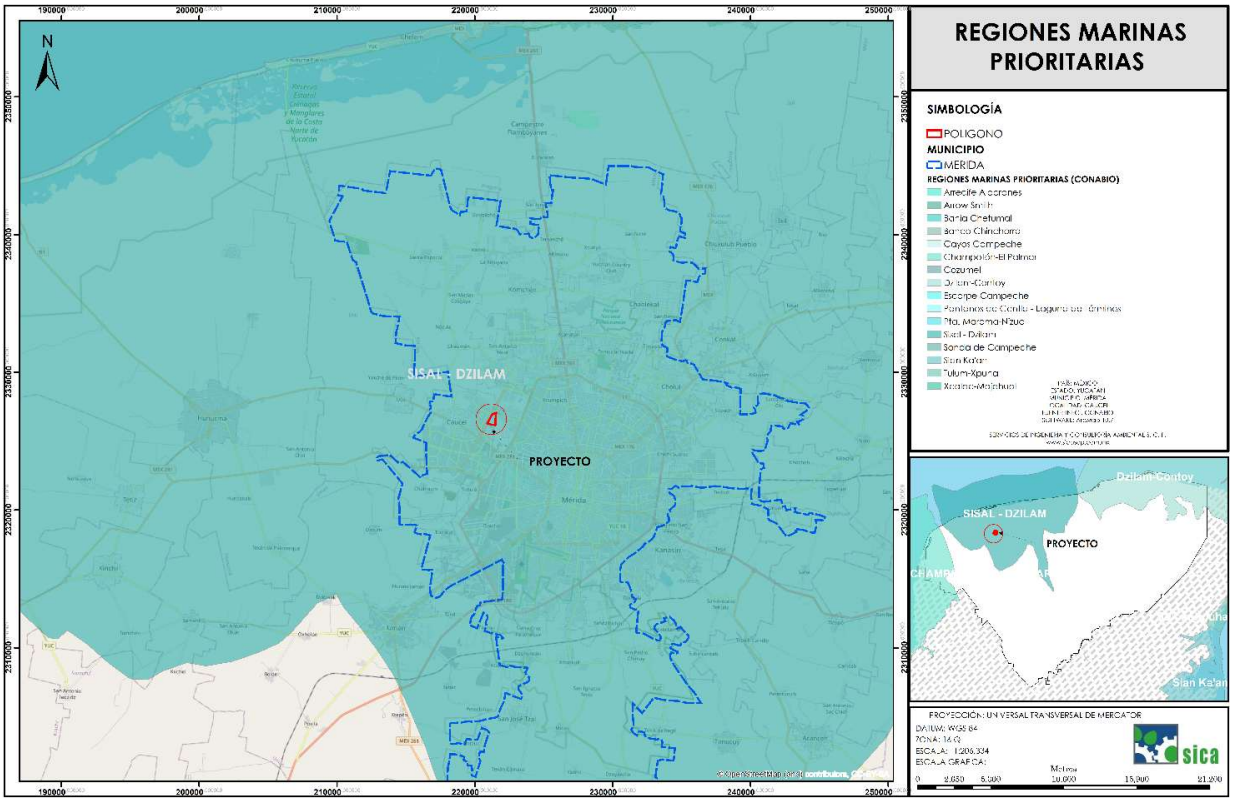


Figura II. 13. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias.

Vinculación: *Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra en la **RMP 61. Sisal-Dzilam**, la cual tiene las siguientes características: un clima cálido subhúmedo a semiárido con lluvias en verano, alta precipitación y evaporación. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren huracanes, nortes, tiene zona costera con dunas, petenes. Posee potencial turístico creciente. Zona de pesca intensa organizada en sindicatos, cooperativas y libres, con explotación de crustáceos (Farfantepenaeus duorarum, F. setiferus, Menippe mercenaria) y peces (sierra, pargo, huachinango, robalo, mero, cherna, cobia.*

*A pesar de que el proyecto se encuentra en la RMP **61. Sisal-Dzilam**, el proyectó no la afectará, ya que el predio no se localiza en un área costera, la línea de costa más próxima al proyecto se encuentra a más de 30 km de la zona costera. Dentro del predio o en el área de influencia no se encuentran ecosistemas marinos o costeros. Por lo tanto, el proyecto no afectará a los organismos protegidos y contemplados dentro de esta región. Cabe recalcar que el proyecto tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales mediante el uso obligatorio de sanitarios portátiles y mediante el tratamiento de aguas residuales. 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 congruente con el ambiente.

II.6.6. CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM)

El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) procura la unión de los ecosistemas de Norteamérica con los de Sudamérica a través del Istmo Centroamericano, uniendo ecosistemas naturales y poco alterados, así como, áreas con uso sustentable de los recursos naturales. El Corredor involucra a México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, y Panamá, y tiene su sede en la ciudad de Managua, Nicaragua.

En México, el proyecto contempla 5 corredores biológicos entre los que figuran: Selva Maya Zoque (Norte de Chiapas), Sierra Madre del Sur (Sur de Chiapas), Calakmul – Bala'an K'aax (Campeche), Sian Ka'an - Bala'an K'aax (Quintana Roo) y Costa Norte de Yucatán (Yucatán).

El objetivo del CBM en México es fortalecer las capacidades locales en el uso sustentable de los recursos naturales y promover la conservación de los mismos para que las futuras generaciones puedan aprovecharlos. También, el objetivo del proyecto es servir como instrumento para que los recursos del gobierno apoyen a las comunidades y a la conservación de la biodiversidad.

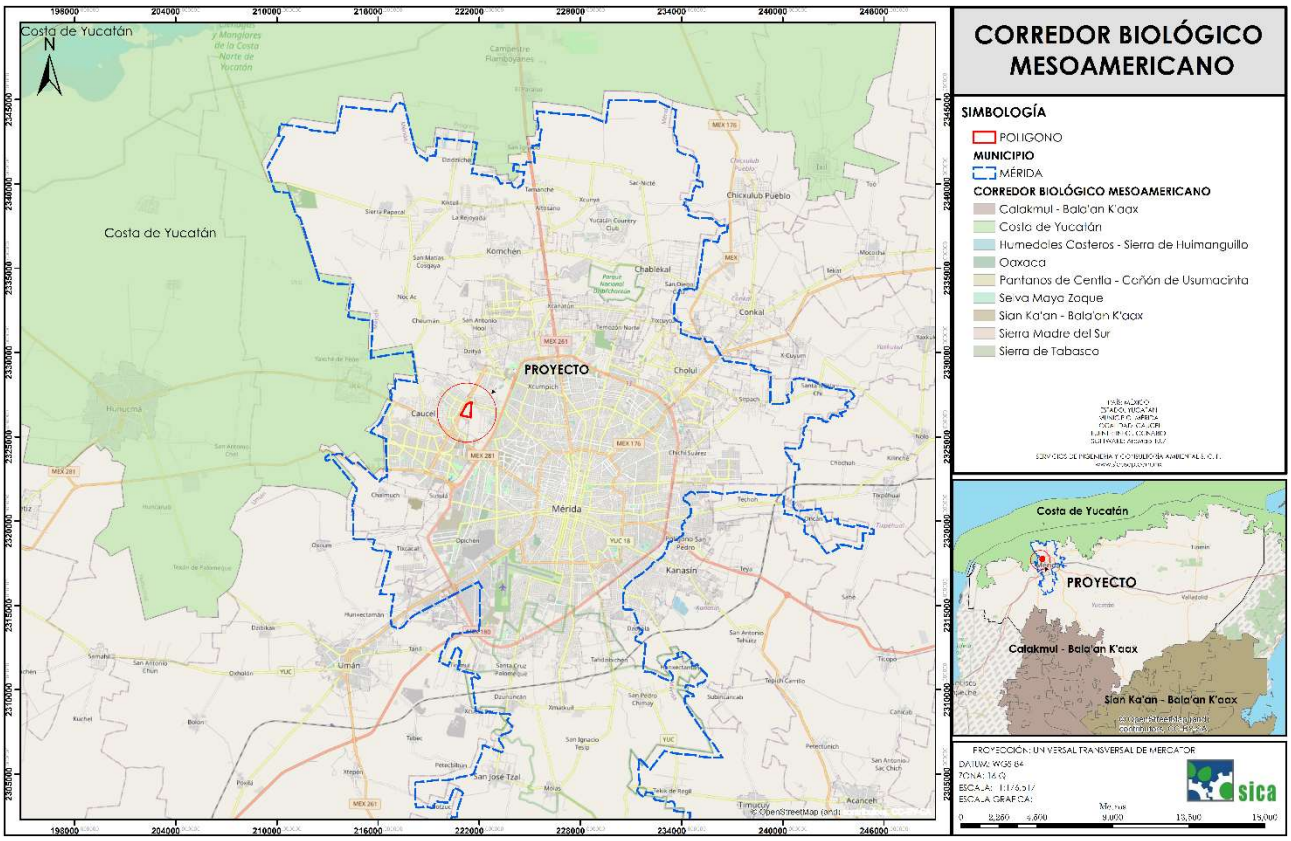


Figura II. 14. Ubicación del proyecto en relación al Corredor Biológico Mesoamericano.

Vinculación. *El proyecto es totalmente congruente con los objetivos del CBM México, con respecto al uso sustentable de los recursos, promoviendo su conservación para las generaciones futuras. Debido a que el proyecto busca la sustentabilidad al realizar una conversión productiva de un área de vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia a un proyecto de desarrollo urbano, el cual traerá fuentes de empleo temporales y permanentes para los habitantes cercanos y por ende, mejora en la calidad de vida de los pobladores y de la región.*

Por otro lado, el proyecto promueve la conservación de los ecosistemas a afectar a través del mantenimiento de áreas verdes con vegetación, suelo y paisaje natural, así como áreas verdes que permitirán la continuidad de la prestación de servicios ambientales tales como la captación de agua en calidad y cantidad, protección y

formación de suelos, recuperación de la vegetación forestal y la conectividad para la fauna silvestre típica de la región. Una vez expuesto lo anterior, es importante concluir que el proyecto es totalmente congruente con los objetivos del CBM México, siendo totalmente viable.

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 alguna región terrestre prioritaria.	**SI CUMPLE**
Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)	No está dentro de algún área de importancia para la conservación de las aves (AICAS).	**SI CUMPLE**
Regiones Marinas Prioritarias	Se encuentra inmerso dentro del RMP 61 Sisal - Dzilam, pero cuenta con actividades para reducir los impactos posibles.	**SI CUMPLE**
Región Hidrológica Prioritaria	Se encuentra inmerso dentro del RHP 102 Anillo de Cenotes; pero, cuenta con actividades para reducir los impactos posibles.	**SI CUMPLE**
Corredor Biológico Mesoaméricano	No se encuentra inmerso dentro de algún corredor biológico.	**SI CUMPLE**

II.7 OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

A continuación, se presenta la vinculación con otros instrumentos,

III.7.1. LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

Esta Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto:

- **I.** Garantizar el derecho de todos los habitantes del Estado a disfrutar de un ambiente ecológicamente equilibrado y saludable, que les permita una vida digna;
- **II.** Definir los principios de la política ecológica y ambiental y establecer los instrumentos para su aplicación;
- **III.** Preservar y restaurar el equilibrio ecológico, para el mejoramiento del ambiente en el Estado;
- **IV.** Establecer, regular, administrar y vigilar las áreas naturales protegidas de competencia estatal;
- **V.** Establecer las competencias y atribuciones del Estado y de los Municipios, conforme a los lineamientos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Constitución Política del Estado de Yucatán, esta Ley y su Reglamento.

CAPÍTULO V
DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Artículo 31. El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia Federal, será evaluado por la Secretaría y sujeto a la autorización de ésta, con la participación de los municipios respectivos, en los términos de esta Ley y su Reglamento cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos.

Las personas físicas o morales, que pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables en la materia, previo a su inicio, deberán obtener la autorización del Poder Ejecutivo, por conducto de la Secretaría, en los términos de esta Ley y su Reglamento, así como cumplir con los requisitos que se les impongan.

Artículo 32. Requieren la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades:
XI. La construcción de conjuntos habitacionales, fraccionamientos y nuevos centros de población;

Vinculación: *El presente documento al referirse a la Construcción del Desarrollo Inmobiliario habitacional de tipo fraccionamiento Paraíso Santa Fe II, requerirá de la autorización, motivo por el cual se entrega además del presente documento de impacto ambiental en su modalidad particular, este documento para su evaluación y aprobación de manera que con esto se dé el cumplimiento al presente artículo.*

Artículo 41. Las personas que presten sus servicios profesionales para la realización de estudios de impacto y riesgo ambientales, serán responsables ante la Secretaría de los Informes Preventivos, las Manifestaciones de Impacto Ambiental y Estudios de Riesgo que elaboren; para ello, manifestarán, bajo protesta de decir verdad, que en dichos informes, manifestaciones y estudios se incorporen las características de las obras y/o actividades así como del sitio, mejoras técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

Vinculación: *Al respecto se anexa una carta bajo protesta de decir la verdad del proyecto, así mismo, se han implementado los mejores métodos, técnicas y medidas para la presente manifestación de impacto ambiental, dando por cumplido lo referido en el presente artículo.*

CAPÍTULO VII
DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Artículo 95. Las emisiones contaminantes a la atmósfera tales como humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica, no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las Normas Oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales y en las demás disposiciones locales aplicables en el Estado de Yucatán.

Los propietarios de fuentes fijas y móviles que generen cualquiera de estos contaminantes, están obligados a instalar mecanismos para la recuperación y disminución de las emisiones contaminantes.

Vinculación: *Para la elaboración de este proyecto se promoverá la verificación de todos los vehículos que se encuentren relacionados directamente de igual manera, se efectuarán periódicamente mantenimiento a los sistemas de la unidad.*

Artículo 102. No se permitirá la circulación de vehículos automotores que emitan gases, humos o polvos, cuyos niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera, rebasen los máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y en las normas técnicas ambientales vigentes en el Estado.

Artículo 105. Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad, tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y con las condiciones que el poder ejecutivo establezca. De igual forma será obligatorio el uso del silenciador y demás aditamentos necesarios para evitar contaminación al ambiente, en los términos que establezca el reglamento de esta ley. Los propietarios o poseedores que se presenten a verificar fuera de los plazos señalados en el programa correspondiente, serán sancionados en los términos de esta ley. Si los vehículos en circulación rebasan los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes fijados por las normas correspondientes, después de haber realizado la verificación dos veces sin haberla aprobado, se le solicitará a la autoridad competente que no permita la circulación de dichos vehículos, hasta que acrediten haber dado cumplimiento a las citadas normas.

La omisión de dicha verificación o la falta de cumplimiento de las medidas que para el control de las emisiones se establezcan, será objeto de sanción en los términos establecidos en esta ley y su reglamento.

Vinculación: *De acuerdo con lo indicado en los artículos 102 y 105, se promoverá la verificación de los vehículos que se empleen en el proyecto para el control de las emisiones generadas, efectuando periódicamente mantenimiento a los sistemas de la unidad. Además, se contará con una bitácora de supervisión para el control de dicho punto. En el procedimiento de manejo de residuos que se implementará para el proyecto se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos. Los residuos sólidos serán controlados, clasificados y manejados adecuadamente.*

Artículo 107. Queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de residuos.

I. Para acciones de adiestramiento y capacitación de personal encargado del combate de incendios, y
II. Cuando con esta medida se evite un riesgo mayor a la comunidad o los elementos naturales y medie recomendación de alguna autoridad de atención a emergencias.

Las quemas agropecuarias y forestales deberán sujetarse a las disposiciones legales de la materia.

Vinculación*: Los residuos resultantes de las actividades de limpieza, no serán quemados, estos deberán ser triturados y depositados en las áreas verdes del proyecto, y los sobrantes se destinarán a disposición de sitios autorizados. Los residuos sólidos urbanos son almacenados en contenedores hasta su disposición final en el relleno sanitario municipal, por lo que el proyecto no considera realizar ningún tipo de quemas a cielo abierto.*

CAPÍTULO IX
DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

Artículo 111. La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación, conlleva la responsabilidad de su tratamiento previo a su uso, reúso o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable.

Vinculación: *La generación de aguas residuales que se tendrá por la ocupación de las viviendas será enviado a través de una red de drenaje sanitario que estará conectado al sistema integral de tratamiento de agua residual (JAPAY PTAR Gran Santa Fe Norte) más cercano al área (ver factibilidad del servicio de JAPAY en el anexo 8F), ubicado específicamente a 800 metros del predio cumpliendo con lo establecido en la presente ley.*

Articulo 210.- Las áreas verdes serán establecidas por la Secretaría (Secretaria de Desarrollo Sustentable SDS) y se fijarán de acuerdo a la proporción de la zona afectada o por afectar, por el desarrollo de obras o actividades y deberá ser, al menos el 15% de la extensión total de la zona, o en su caso, se observará lo establecido en los ordenamientos específicos que establezcan porcentajes para dichas superficies.

Vinculación: *El proyecto cumple cabalmente con lo estipulado en lineamientos normativos al mantener áreas verdes. Sin embargo, dado que el proyecto consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario acata el porcentaje de permanencia de áreas verdes respecto a la superficie total del terreno manifestada en la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.*

III.7.2. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

El Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán, publicado en el Diario Oficial del Estado el jueves 26 de mayo del 2011 y actualizado en su última reforma el 26 de mayo de 2017, se vincula al proyecto específicamente con los siguientes artículos:

TÍTULO SEGUNDO
INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA ECOLÓGICA

Artículo 9. Las autoridades o los particulares que realicen obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, deberán consultar y vincularse con los Programas de Ordenamiento Ecológico vigentes en el Territorio del Estado antes de realizar cualquier acción, para determinar si la vocación del suelo es compatible con la obra o actividad propuesta; para ello deberán solicitar a la Secretaría que emita su opinión sobre la compatibilidad del proyecto, mediante un dictamen de factibilidad urbana ambiental, previa presentación de la información que se indica en el artículo 28 de este Reglamento.

Una vez que se obtenga el dictamen de factibilidad urbana ambiental, se podrá iniciar el procedimiento para solicitar las autorizaciones, licencias o permisos de uso de suelo municipales correspondientes. La Secretaría, dará a conocer a los Ayuntamientos respectivos la respuesta entregada al solicitante de la factibilidad.

Vinculación. *En el presente capítulo se realiza la vinculación del proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán, con el fin de demostrar la compatibilidad del proyecto con la vocación del suelo.*

CAPÍTULO II
DE LA REGULACIÓN ECOLÓGICA EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

Artículo 11. Las obras y actividades que lleven a cabo autoridades o particulares para equipar y proveer servicios en los asentamientos humanos del Estado; deberán propiciar la salud, la seguridad de las personas y el uso racional de los recursos naturales, ser congruentes con los planes y programas de desarrollo urbano en la entidad y el municipio y atender a los principios de prevención de riesgos en el medio urbano y natural.

Vinculación: *El proyecto cumple con este reglamento toda vez que se provea la seguridad, la salud y el uso de los recursos naturales, y además será congruente con los planes y programas de desarrollo urbano en la entidad y el municipio. Se atenderán los principios de prevención de riesgos en el medio urbano y natural.*

Artículo 12. Las vialidades y el equipamiento urbano deberán promover la integración social y la convivencia. La Secretaría promoverá en los centros de asentamientos humanos el uso del transporte público, la movilidad no motorizada y los usos mixtos compatibles.

Vinculación: El *proyecto contempla en su diseño que las vialidades comuniquen por medio de una vialidad principal, de esta manera cumple con este requisito normativo.*

Artículo 13. Los conjuntos habitacionales, desarrollos inmobiliarios y fraccionamientos deberán tener acceso a los servicios de agua potable, drenaje sanitario, alcantarillado, electrificación y alumbrado público, de acuerdo a los proyectos autorizados por las autoridades competentes.

Vinculación: *El proyecto contará con todos aquellos servicios a los que se refiere el presente artículo. Las aguas residuales de cada vivienda habitacional serán colectadas a través de una red de drenaje sanitario del propio desarrollo y posteriormente enviadas a un sistema de tratamiento de aguas residuales que para este caso es la PTAR Gran Santa Fé Norte (ver factibilidad del servicio de JAPAY en el anexo 8F).*

Artículo 15. Las personas físicas o morales que lleven a cabo obras o actividades, establecidas en el artículo 32 de la Ley instrumentarán para la protección y conservación del medio ambiente las siguientes medidas:

I. La vegetación no forestal derivada de la remoción de suelos en las actividades relacionadas con los conjuntos habitacionales y desarrollos inmobiliarios o actividades de otra índole, deberá ser triturada y dispuesta en los términos del artículo 207 de este Reglamento;
II. Por lo menos 50% de los pavimentos no techados deberán contar con 29 de índice de reflexión solar (iris) al menos;
III. Por lo menos 50% de los estacionamientos (fuera de las calles) deberán estar cubiertos (ya sea en sótanos o a nivel con techos y árboles de sombra);
IV. Incorporar sistemas de generación de energía en sitio y de abastecimiento remoto con una capacidad de por lo menos 5% de la energía necesaria para iluminar áreas públicas y vialidades, y
V. En los desarrollos inmobiliarios se deberá procurar utilizar materiales y aditamentos que reduzcan impactos al medio ambiente procurando ante todo el desarrollo sustentable.

Vinculación: *El presente proyecto a desarrollar cumplirá con cada uno de los apartados del presente artículo, triturando la vegetación y disponiéndola en los sitios que la Secretaria determine, instalando pavimento con 29 de índice de reflexión solar; así mismo se contempla utilizar materiales y aditamentos que reduzcan impactos al medio ambiente.*

Artículo 17. Cualquier uso habitacional deberá estar alejado desde el límite del predio como mínimo a:

I. 30 metros de cualquier ducto de petróleo o sus derivados, o la distancia que establezcan las normas específicas aplicables al caso de que se trate;
II. 15 metros de los ejes de vías férreas;
III. 20 metros del límite de una vialidad primaria de acceso controlado
IV. 15 metros del eje de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión;
V. 200 metros del límite de zonas industriales pesadas o semipesadas y zonas de almacenaje a gran escala de bajo riesgo;
VI. 250 metros del límite de zonas industriales o de almacenaje de alto riesgo;
VII. 100 metros del límite de zonas industriales ligeras o medianas;
VIII. 500 metros de los límites de rellenos sanitarios con vientos a sotavento y 1000 metros con vientos a barlovento, y
IX. 250 metros de los sistemas de los pozos de captación de agua potable.

Vinculación: El *desarrollo se ubican a más de 30 m de cualquier ducto de petróleo o sus derivados, también se ubica a más de 15 m (a 240 m) los ejes de vías férreas, se encuentra a más 20 metros del límite de una vialidad primaria de acceso controlado, a más de 200 metros del límite de zonas industriales pesadas o semipesadas y zonas de almacenaje a gran escala de bajo riesgo, 250 metros del límite de zonas industriales o de almacenaje de alto riesgo, 100 metros del límite de zonas industriales ligeras o medianas 500 metros de los límites de rellenos sanitarios con vientos a sotavento y 1000 metros con vientos a barlovento, y a 250 metros de los sistemas de los pozos de captación de agua potable por lo que el presente proyecto cumple con los límites establecidos.*

Artículo 19. Los conjuntos habitacionales y desarrollos inmobiliarios con vivienda multifamiliar horizontal o vertical deberán de contar con áreas verdes con cubierta vegetal arbolada para uso común de sus habitantes, en un porcentaje proporcional a lo estipulado para desarrollos habitacionales unifamiliares.

Vinculación: *El proyecto cumple con el artículo en cuestión al poseer áreas verdes que mantendrán la vegetación nativa.*

Artículo 35. Para los efectos de la autorización a que se refiere el artículo 31 de la Ley, son obras o actividades que deben sujetarse necesariamente al procedimiento de evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental o, en su caso, del Estudio de Riesgo las siguientes:

VIII. La construcción de Desarrollos Inmobiliarios, mayores a 5000 metros cuadrados o nuevos centros de población.

Vinculación: *Dado que el proyecto contempla una superficie mayor a lo indicado en el párrafo anterior, el proyecto deberá ser sujeto a un estudio y evaluación de impacto ambiental. De manera que el presente documento se realiza para dar cumplimiento a este artículo.*

Artículo 134. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permitidos, por tipo de contaminante o por fuente de contaminación, de conformidad con lo establecido en las Normas oficiales mexicanas aplicables.

Artículo 152. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, emitidas por el escape de los vehículos automotores que circulen en el Estado y que utilicen gasolina, diésel biogás o gas licuado del petróleo como combustible, no deberán exceder los niveles máximos permitidos de emisiones, establecidos en las Normas Oficiales Vigentes.

Artículo 153. Para efectos de lo establecido en el artículo anterior, los propietarios o poseedores de vehículos que circulen en el Estado, deberán tomar las medidas que señale la Secretaría, para asegurar que las emisiones de éstos no rebasen los niveles máximos permitidos.

Artículo 155. Los vehículos automotores que están registrados en el estado, deberán someterse obligatoriamente a verificación en las fechas que fije la Secretaria en los programas que para el efecto publicará.

Vinculación: *Con respecto a los artículos anteriores, los vehículos empleados en la etapa de preparación del sitio, construcción y operación deberán contar con mantenimientos periódicos registrándolos a través de bitácoras.*

Artículo 195. Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas sépticas o algún sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.

Artículo 196. Las aguas residuales domésticas tratadas mediante fosas sépticas, deberán se vertidas a campos de absorción o irrigación, cuya profundidad esté entre tres y cuatro metros sobre el manto freático del lugar. Cuando esto no sea posible, las aguas deberán ser sometidas a algún otro método de tratamiento con eficiencia similar a los sistemas descritos.

Vinculación: *Durante la etapa de preparación del sitio, así como por la construcción del proyecto se dispondrán de letrinas móviles, las cuales serán adquiridas de empresas autorizadas para el mantenimiento de sus equipos, así mismo durante la operación las aguas residuales serán transportadas a través de la red de drenaje sanitario del desarrollo, vertiendo las aguas residuales a la PTAR más cercana de la zona (JAPAY, PTAR Gran Santa Fé Norte) (ver factibilidad del servicio de JAPAY en el anexo 8F).*

Artículo 209. En los proyectos para la realización de obras en el territorio del Estado, se deberá contemplar el establecimiento de las áreas verdes, cuyo objeto será el de cumplir con la función de generar oxígeno, mantener el clima de la zona y compensar la afectación del área por el desarrollo de la obra o actividad.

Articulo 210.- Las áreas verdes serán establecidas por la Secretaria (Secretaria de Desarrollo Sustentable SDS) y se fijarán de acuerdo a la proporción de la zona afectada o por afectar, por el desarrollo de obras o actividades y deberá ser, al menos el 15% de la extensión total de la zona, o en su caso, se observará lo establecido en los ordenamientos específicos que establezcan porcentajes para dichas superficies.

Vinculación: *El proyecto en comento contemplará y mantendrá áreas verdes para contribuir con las funciones mencionadas en dicho artículo.*

III.7.3.LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE YUCATÁN.

Capítulo II
Principios y causas de utilidad pública

Artículo 6. La planeación, regulación y gestión de los centros de población y de los asentamientos humanos, así como su ordenamiento territorial, planeación territorial y gestión urbana, tienen como objetivo el desarrollo territorial y la política pública en la materia, debe conducirse en apego a los siguientes principios:

I. Accesibilidad universal y movilidad: promover una adecuada accesibilidad universal que genere cercanía y favorezca la relación entre diferentes actividades urbanas con medidas como la flexibilidad de usos del suelo compatibles y densidades sustentables, un patrón coherente de redes viales primarias, la distribución jerarquizada de los equipamientos y una efectiva movilidad que privilegie las calles completas, el transporte público, peatonal y no motorizado.

Vinculación: *El diseño del proyecto contempla accesos internos, andadores peatonales y conexión con la red vial existente, favoreciendo la movilidad segura de los usuarios. La ubicación dentro de una zona urbana consolidada permite el acceso a servicios y equipamientos sin requerir la apertura de nuevas vialidades o infraestructura de gran escala.*

Este principio deberá ser observado también para los destinos

II. Coherencia y racionalidad. Adoptar perspectivas que promuevan el ordenamiento territorial y el Desarrollo Urbano de manera equilibrada, armónica, racional y congruente, acorde a los planes y políticas nacionales; así como procurar la eficiencia y transparencia en el uso de los recursos públicos;

Vinculación: *El proyecto es congruente con los instrumentos de planeación territorial y urbana vigentes, incluyendo los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano aplicables al municipio de Mérida. Asimismo, aprovecha infraestructura existente y evita la expansión desordenada de la mancha urbana, favoreciendo un crecimiento racional y compatible con las políticas de ordenamiento territorial.*

IV. Derecho a la ciudad. Garantizar a todos los habitantes de un Asentamiento Humano o Centros de Población el acceso a la vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios básicos, a partir de los derechos reconocidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los tratados internacionales suscritos por México en la materia;

Vinculación: *El proyecto contribuye al fortalecimiento de la oferta habitacional dentro de un centro de población consolidado, mediante la construcción de un desarrollo inmobiliario con futuras viviendas unifamiliares. La ubicación del proyecto permite el acceso a infraestructura urbana existente, servicios básicos, equipamiento*

urbano y vialidades, favoreciendo el ejercicio del derecho a la vivienda y el acceso a servicios esenciales conforme a los principios establecidos en la presente Ley.

II. Equidad e inclusión. Garantizar el ejercicio pleno de derechos en condiciones de igualdad, promoviendo la cohesión social a través de medidas que impidan la discriminación, segregación o marginación de individuos o grupos. Promover el respeto de los derechos de los grupos vulnerables, la perspectiva de género y que todos los habitantes puedan decidir entre una oferta diversa de suelo, viviendas, servicios, equipamientos, infraestructura y actividades económicas de acuerdo a sus preferencias, necesidades y capacidades;

Vinculación: *El proyecto se desarrollará en una zona con acceso a infraestructura y servicios urbanos, sin restringir el acceso o disfrute de los mismos por parte de la población local. Asimismo, no promueve prácticas discriminatorias ni genera segregación territorial, contribuyendo al aprovechamiento ordenado del suelo urbano y a la disponibilidad de opciones habitacionales dentro del municipio de Mérida.*

V. Derecho a la propiedad urbana. Garantizar los derechos de propiedad inmobiliaria con la intención de que los propietarios tengan protegidos sus derechos, pero también asuman responsabilidades específicas con el estado y con la sociedad, respetando los derechos y límites previstos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y esta Ley. El interés público prevalecerá en la ocupación y aprovechamiento del territorio;

Vinculación: *El proyecto se desarrollará en un predio de propiedad privada, acreditándose legalmente la tenencia del inmueble y respetando las disposiciones de uso de suelo, desarrollo urbano y protección ambiental aplicables. Su ejecución se realizará conforme a la normatividad vigente, garantizando el ejercicio legítimo del derecho de propiedad sin menoscabo del interés público ni del equilibrio ambiental.*

XVI. Sustentabilidad ambiental. Promover prioritariamente, el uso racional del agua y de los recursos naturales renovables y no renovables, para evitar comprometer la capacidad de futuras generaciones. Así como evitar rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas y que el Crecimiento urbano ocurra sobresuelos agropecuarios de alta calidad, áreas naturales protegidas y bosques.

Vinculación: *El proyecto incorpora medidas orientadas al uso eficiente de los recursos naturales, incluyendo el manejo adecuado de aguas residuales, la conservación de áreas verdes, el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y la implementación de medidas de mitigación ambiental. Asimismo, se desarrollará dentro de un predio urbano previamente intervenido, evitando la ocupación de áreas naturales protegidas o ecosistemas conservados.*

Capítulo II
Principios y causas de utilidad pública

Artículo 7. En términos de lo dispuesto en el artículo 27, párrafo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, son de interés público y de beneficio social los actos públicos tendentes a establecer provisiones, reservas, usos del suelo y destinos de áreas y predios de los centros de población, contenida en los instrumentos de planeación territorial.

Artículo 8. Causas de utilidad pública:

I. La Fundación, Conservación, Mejoramiento, consolidación y Crecimiento de los Centros de Población;

Vinculación: *El proyecto contribuye a la consolidación del centro de población de Caucel, en el municipio de Mérida, Yucatán mediante el aprovechamiento de suelo urbano disponible, fortaleciendo la oferta de vivienda y promoviendo el desarrollo ordenado de la localidad.*

II. La ejecución y cumplimiento de los instrumentos de planeación territorial a que se refiere la ley general y esta ley.

Vinculación: *El proyecto es compatible con los instrumentos de planeación territorial y ambiental aplicables, por lo que contribuye al cumplimiento de las estrategias de ocupación y aprovechamiento del suelo previstas en dichos instrumentos.*

III. La constitución de Reservas territoriales para el Desarrollo Urbano;

Vinculación: *La presente fracción no resulta aplicable de manera directa, toda vez que el proyecto se desarrollará en un predio privado previamente incorporado al desarrollo urbano y no implica la creación de nuevas reservas territoriales.*

IV. La regularización de la tenencia de la tierra en los Centros de Población;

Vinculación: *No aplica de manera directa, ya que el predio cuenta con régimen de propiedad definido y no forma parte de procesos de regularización.*

V. La ejecución de obras de infraestructura, de equipamiento, de Servicios Urbanos y metropolitanos, así como el impulso de aquéllas destinadas para la Movilidad;

Vinculación: *El proyecto contempla la instalación y aprovechamiento de infraestructura básica para la prestación de servicios urbanos, incluyendo sistemas hidráulicos, sanitarios, eléctricos y accesos internos compatibles con el entorno urbano existente.*

VI. La protección del Patrimonio Natural y Cultural de los Centros de Población;

Vinculación: *Durante la ejecución del proyecto se implementarán medidas de protección ambiental encaminadas a conservar los elementos naturales presentes en el predio, incluyendo programas de rescate de flora y fauna silvestre, programa de reforestación y permanencia de áreas verdes.*

VII. La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente en los Centros de Población;

Vinculación: *La Manifestación de Impacto Ambiental identifica los impactos potenciales derivados del proyecto y establece medidas preventivas y de mitigación destinadas a preservar el equilibrio ecológico y minimizar los efectos sobre los componentes ambientales del área de influencia.*

VIII. La creación, recuperación, mantenimiento y defensa del Espacio Público para uso comunitario y para la Movilidad;

Vinculación: *El proyecto no contempla la ocupación o modificación de espacios públicos existentes. Por el contrario, se desarrollará íntegramente dentro de un predio privado respetando la infraestructura y vialidades públicas existentes.*

IX. La atención de situaciones de emergencia debidas al cambio climático y fenómenos naturales, y

Vinculación: *Considerando la ubicación del proyecto, el diseño constructivo incorpora criterios de seguridad estructural y medidas orientadas a reducir la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos, particularmente huracanes, inundaciones y eventos de nortes característicos de Yucatán.*

X. La delimitación de zonas de riesgo y el establecimiento de polígonos de protección, amortiguamiento y salvaguarda para garantizar la seguridad de las personas y de las instalaciones estratégicas de seguridad nacional.

En términos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

Vinculación: *La caracterización ambiental desarrollada en la MIA-P incluye el análisis de riesgos naturales asociados al sitio (Ver anexo 8b), permitiendo la implementación de medidas preventivas y criterios constructivos que contribuyen a la seguridad de los usuarios y de las instalaciones.*

TÍTULO III
RESILIENCIA URBANA
Capítulo Único
Resiliencia Urbana, Prevención y Reducción de Riesgos en los Asentamientos Humanos

Artículo 151. Uso, aprovechamiento y custodia del espacio público. El uso, aprovechamiento y custodia del espacio público se consideran componentes transversales de los procesos de ordenamiento territorial, planeación territorial y gestión urbana, tendientes a promover el desarrollo territorial en los asentamientos humanos, centros de población, zonas metropolitanas, conurbaciones y regiones del estado, por lo que los instrumentos de planeación territorial, las políticas y acciones en materia de desarrollo territorial, y las acciones urbanísticas que incidan en el espacio público, se apegarán a lo dispuesto en la ley general, esta ley, su reglamento, la normativa urbana y demás disposiciones aplicables.

Vinculación: *El proyecto considera las condiciones ambientales y los riesgos hidrometeorológicos presentes en la región de la Península de Yucatán, particularmente aquellos relacionados con huracanes, vientos intensos, inundaciones y elevación temporal del nivel freático. Las obras se desarrollarán conforme a los criterios técnicos y constructivos aplicables, reduciendo riesgos para las personas y sus bienes.*

Los planes o programas municipales de Desarrollo Urbano, de conurbaciones y de zonas metropolitanas definirán la dotación de Espacio Público en cantidades no menores a lo establecido por las normas oficiales mexicanas aplicables. Privilegiarán la dotación y preservación del espacio para el tránsito de los peatones y para las bicicletas, y criterios de conectividad entre vialidades que propicien la Movilidad; igualmente, los espacios abiertos para el deporte, los parques y las plazas de manera que cada colonia, Barrio y localidad cuente con la dotación igual o mayor a la establecida en las normas mencionadas.

Los planes o programas municipales de Desarrollo Urbano incluirán los aspectos relacionados con el uso, aprovechamiento y custodia del Espacio Público, contemplando la participación social efectiva a través de la consulta, la opinión y la deliberación con las personas y sus organizaciones e instituciones, para determinar las prioridades y los proyectos sobre Espacio Público y para dar seguimiento a la ejecución de obras, la evaluación de los programas y la operación y funcionamiento de dichos espacios y entre otras acciones, las siguientes:
I. Establecer las medidas para la identificación y mejor localización de los espacios públicos con relación a la función que tendrán y a la ubicación de los beneficiarios, atendiendo las normas nacionales en la materia;

Vinculación: *El proyecto se integra a una zona urbana con infraestructura vial existente y adecuada accesibilidad para los usuarios.*

II. Crear y defender el Espacio Público, la calidad de su entorno y las alternativas para su expansión;

Vinculación: *No se afectarán espacios públicos existentes, manteniéndose las condiciones actuales de uso y acceso para la población.*

III. Definir las características del Espacio Público y el trazo de la red vial de manera que ésta garantice la conectividad adecuada para la Movilidad y su adaptación a diferentes densidades en el tiempo;

Vinculación: *El proyecto aprovecha la estructura vial existente, sin modificar la conectividad urbana de la zona.*

IV. Definir la mejor localización y dimensiones de los equipamientos colectivos de interés público o social en cada Barrio con relación a la función que tendrán y a la ubicación de los beneficiarios, como centros docentes y de salud, Espacios Públicos para la recreación, el deporte y zonas verdes destinados a parques, plazas, jardines o zonas de esparcimiento, respetando las normas y lineamientos vigentes, y

Vinculación: *La localización del proyecto permite el acceso a equipamientos urbanos, educativos, comerciales y de servicios ya establecidos dentro de la localidad.*

V. Establecer los instrumentos bajo los cuales se podrá autorizar la ocupación del espacio público, que únicamente podrá ser de carácter temporal y uso definido. Los municipios serán los encargados de velar, vigilar y proteger la seguridad, integridad y calidad del espacio público.

Vinculación: *El proyecto no contempla ocupaciones temporales ni permanentes de espacios públicos fuera de las autorizaciones que, en su caso, correspondan durante la etapa constructiva.*

Artículo 152. El uso, aprovechamiento y custodia del Espacio Público se sujetará a lo siguiente:
I. Prevalecerá el interés general sobre el particular;

Vinculación: *Las actividades del proyecto respetan el interés público al desarrollarse conforme a la normatividad ambiental y urbana vigente.*

II. Se deberá promover la equidad en su uso y disfrute;

Vinculación: *El proyecto no limita el acceso o disfrute de espacios públicos por parte de la población.*

III. Se deberá asegurar la accesibilidad universal y libre circulación de todas las personas, promoviendo espacios públicos que sirvan como transición y conexión entre barrios y fomenten la pluralidad y la cohesión social;

Vinculación: *Los accesos y andadores internos favorecerán condiciones adecuadas de circulación para los usuarios.*

V. Se procurará mantener el equilibrio entre las áreas verdes y la construcción de la infraestructura, tomando como base de cálculo las normas nacionales en la materia;

Vinculación: *Se conservarán áreas verdes y superficies permeables que contribuyen al equilibrio entre infraestructura y componentes naturales.*

VI. Los espacios públicos originalmente destinados a la recreación, el deporte y zonas verdes destinados a parques, jardines o zonas de esparcimiento, no podrán ser destinados a otro uso;

Vinculación: *No se modificará el uso de áreas públicas destinadas a recreación o esparcimiento.*

VII. Los instrumentos en los que se autorice la ocupación del Espacio Público solo confiere a sus titulares el derecho sobre la ocupación temporal y para el uso definido;

Vinculación: *No aplica, al no contemplarse ocupación permanente o temporal de espacios públicos.*

VIII. Se promoverá la adecuación de los reglamentos municipales que garanticen comodidad y seguridad en el Espacio Público, sobre todo para los peatones, con una equidad entre los espacios edificables y los no edificables;

Vinculación: *El proyecto respetará las disposiciones municipales relativas a seguridad y movilidad peatonal.*

IX. Se deberán definir los instrumentos, públicos o privados, que promuevan la creación de espacios públicos de dimensiones adecuadas para integrar barrios, de tal manera que su ubicación y beneficios sean accesibles a distancias peatonales para sus habitantes;

Vinculación: *No aplica de manera directa; sin embargo, el proyecto se inserta en una zona que cuenta con espacios públicos accesibles para la población.*

X. Se establecerán los lineamientos para que el diseño y traza de vialidades en los Centros de Población asegure su continuidad, procurando una cantidad mínima de intersecciones, que fomente la Movilidad, de acuerdo a las características topográficas y culturales de cada región;

Vinculación: *El desarrollo mantiene la continuidad de la red vial existente y no altera la movilidad urbana de la localidad.*

XI. Se deberá asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, la calidad formal e imagen urbana, la Conservación de los monumentos y el paisaje y mobiliario urbano, y

Vinculación: *Las medidas ambientales propuestas contribuyen a la conservación del paisaje urbano y al mantenimiento del equilibrio ecológico local.*

XII. En caso de tener que utilizar suelo destinado a Espacio Público para otros fines, la autoridad tendrá que justificar sus acciones para dicho cambio en el uso de suelo, además de sustituirlo por otro de características, ubicación y dimensiones similares.

Los municipios vigilarán y protegerán la seguridad, integridad, calidad, mantenimiento y promoverán la gestión del Espacio Público con cobertura suficiente.

Todos los habitantes tienen el derecho de denunciar, ante las autoridades correspondientes, cualquier acción que atente contra la integridad y condiciones de uso, goce y disfrute del Espacio Público.

Vinculación: *El proyecto no contempla cambios de uso o afectaciones sobre espacios públicos existentes.*

Artículo 76. Las leyes locales establecerán las disposiciones tendientes a que los planes y programas de Desarrollo Urbano que implementen acciones de Densificación, garanticen una dotación suficiente de espacios públicos por habitante y conectividad con base en las normas aplicables, por medio de la adquisición y habilitación de espacios públicos adicionales a los existentes dentro del polígono sujeto a Densificación. Igualmente establecerán que los predios que, con base en la normatividad aplicable, los fraccionadores y desarrolladores estén obligados a ceder al municipio para ser destinados a áreas verdes y equipamientos, no puedan ser residuales, estar ubicados en zonas inundables o de riesgos, o presentar condiciones topográficas más complicadas que el promedio del fraccionamiento o conjunto urbano.

Vinculación: *El proyecto corresponde a un desarrollo habitacional de baja densidad ubicado en un predio urbano consolidado. Asimismo, las áreas verdes y espacios libres previstos dentro del diseño no se localizan en zonas de riesgo, inundación o condiciones topográficas desfavorables, siendo congruentes con los criterios de ordenamiento urbano y sustentabilidad aplicables.*

Capítulo IV

CONTENIDO

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

III.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO....1

III.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA REGIÓN ECOLÓGICA....2

III.2.1 MEDIO ABIÓTICO....2

III.2.2.1. CLIMA....2

III.2.2.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA....11

III.2.2.3. LITOLOGÍA....18

III.2.2.4. PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAMIENTOS....19

III.2.2.5. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A: Sismicidad, derrumbes e inundaciones....21

III.2.2.6. SUELOS....21

III.2.2.7. FISIOGRAFÍA....23

III.2.2.8. HIDROLOGÍA....24

III.2.2.9. ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA....26

III.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS....28

III.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE....28

III.2.2.2. FAUNA SILVESTRE....83

III.2.2.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO....126

III.2.2.4. PAISAJE....132

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

Es importante mencionar que el objetivo del presente apartado, es determinar los atributos peculiares del área donde se circunscribe el proyecto, de modo que claramente se distingan los elementos bióticos y abióticos. Por lo que en este apartado se describen y analizan los componentes del medio donde actualmente se encuentra establecido el proyecto denominado **Desarrollo Inmobiliario Habitacional Paraíso Santa Fe II,** conforme a la ley en materia de impacto ambiental, a los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Yucatán, Normas Oficiales Mexicanas y demás ordenamientos que regulen materias relacionadas con la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

III.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

El aspecto ecológico del medio ambiente se circunscribe a la flora, fauna, agua, tierra y aire, siendo sólo una parte del medio ambiente, por lo que debe tenerse especial atención en tomar en cuenta la totalidad de los impactos. Ante esta situación se describirá y analizará de manera integral el Sistema Ambiental Regional "Región Ecológica" de estudio, en el que se encuentra el proyecto.

El polígono donde se pretende llevar a cabo el proyecto se localiza en el predio comprendido en el tablaje catastral 41744, de la localidad y municipio de Mérida, Yucatán.

Para poder determinar estos impactos, su generación y repercusiones posteriores, fue necesario determinar un área elemental que pueda ser evaluada, para ello se desarrolló un análisis de las condiciones abióticas y bióticas (aspecto ecológico) de la Región Ecológica (RE) de estudio en el cual se encuentra inmerso el proyecto.

Por lo que para de precisar los límites de la RE, así como el identificar las condiciones físico-bióticas que prevalecen en ellas, se realizó un análisis de las regionalizaciones establecidas por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) de los ordenamientos ecológicos territoriales, decretados y publicados en el Diario Oficial de la Federación, en los cuales se encuentra inmerso el predio en donde se pretende la elaboración del proyecto. Así como también una Región Ecológica basada en la vegetación más representativa de la zona, tipos de suelo, geomorfología, climatología, así como la zona urbana o de asentamientos humanos como está considerada, tomando como base los datos obtenidos del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, serie VII, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

De acuerdo a lo anterior la RE cuenta con una superficie de 230,225,384 m². A continuación, se puede observar dicha Región Ecológica delimitada (las coordenadas se presentan en el anexo 7).

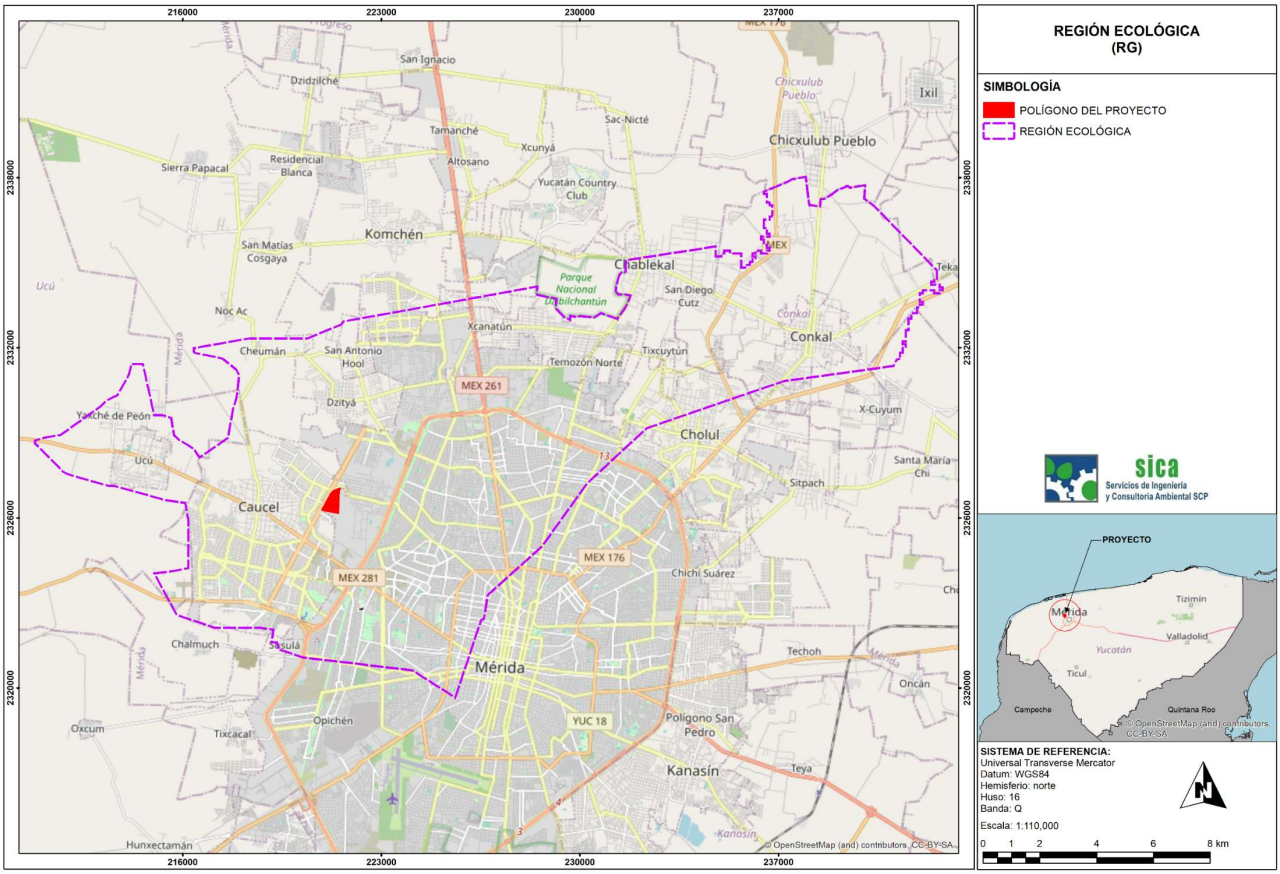


Figura III.1. Delimitación de la Región Ecológica del proyecto.

III.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

Como referencia para la descripción de la Región Ecológica y los elementos físicos y biológicos que forman parte de dicho sistema, también se llevó a cabo un análisis de componentes ambientales basados en las prospecciones del monitoreo de flora y fauna en el área donde se llevará a cabo el proyecto. De igual forma se tomó en cuenta la información bibliográfica conocida de la zona y, por último, para el apartado socioeconómico se analizaron datos del municipio de Mérida, dependiendo directamente de la disposición de información.

III.2.1 MEDIO ABIÓTICO

III.2.2.1. CLIMA

En términos generales, la península es de clima cálido, siendo el grado de pluviosidad descendente hacia el norte y ascendente hacia el sur. Las cantidades promedio de lluvia están dadas por la penetración de las masas de aire que arrastran nubosidad producida en la superficie del océano atlántico y mar Caribe y son regidas por los vientos alisios, las depresiones tropicales y las masas de aire polar modificadas.

La península se encuentra entre dos zonas matrices de depresiones tropicales que eventualmente forman tormentas o huracanes: la sonda de Campeche y el Mar de las Antillas. Muchos huracanes han dejado su huella

en la región por los daños ocasionados y han tenido influencia sobre las líneas de costa, la vegetación y las actividades humanas.

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

La clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García es un sistema utilizado para clasificar los climas de México, adaptando el sistema original de Köppen a las condiciones climáticas y ambientales particulares del país. Se basas en las condiciones de temperatura (media anual, mes más frio, mes más cálido, oscilación de la temperatura) y precipitación pluvial (total anual, mes más seco, mes más húmedo, régimen de lluvias). Esta clasificación mundial fue adaptada a las condiciones de México, con la introducción de criterios adicionales (solamente se mencionan a los presentes en la Península de Yucatán) como: a) utilización de temperatura media como primer parámetro para dividir grupos, b) se considera el índice de Lang o P/T (precipitación total anual entre temperatura media anual), c) porcentaje de lluvia invernal para definir los regímenes de lluvia, d) se introducen límites para las condiciones de temperatura de climas semiáridos y áridos, e) se revaloraron los límites de oscilación de la temperatura (diferencia entre el mes más cálido y el mes más frío). En la Península de Yucatán están representados dos grupos climáticos que se dividen en varios tipos (grupo + régimen de lluvias) y subtipos (variantes climáticas con condiciones de temperatura y régimen de lluvias, canícula, oscilación térmica y marcha de la temperatura).

En la figura siguiente se observan los diferentes tipos de clima que se distribuyen en el Estado de Yucatán. Esta clasificación es tomada del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán. Como se observa en la figura el tipo de clima que se presenta en el área de estudio es el **tipo Aw0**.

El tipo de **clima Aw0** es un subtipo climático, que se distingue por ser el más seco (o menos húmedo) de los climas cálidos-subhúmedos con lluvias en verano. La temperatura media anual varía entre 24.5 y 27 °C, mientras que la temperatura media del mes más frío en ningún caso desciende más allá de los 20.5°C. En relación a la precipitación, se aprecia una amplia variación entre 838 y 1,128 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor de 10.2 pero siempre mayor de 6. Por lo regular el mes más lluvioso es septiembre cuyo monto es consistentemente 10 veces mayor que el del mes más seco.

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 Awo 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 las 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.

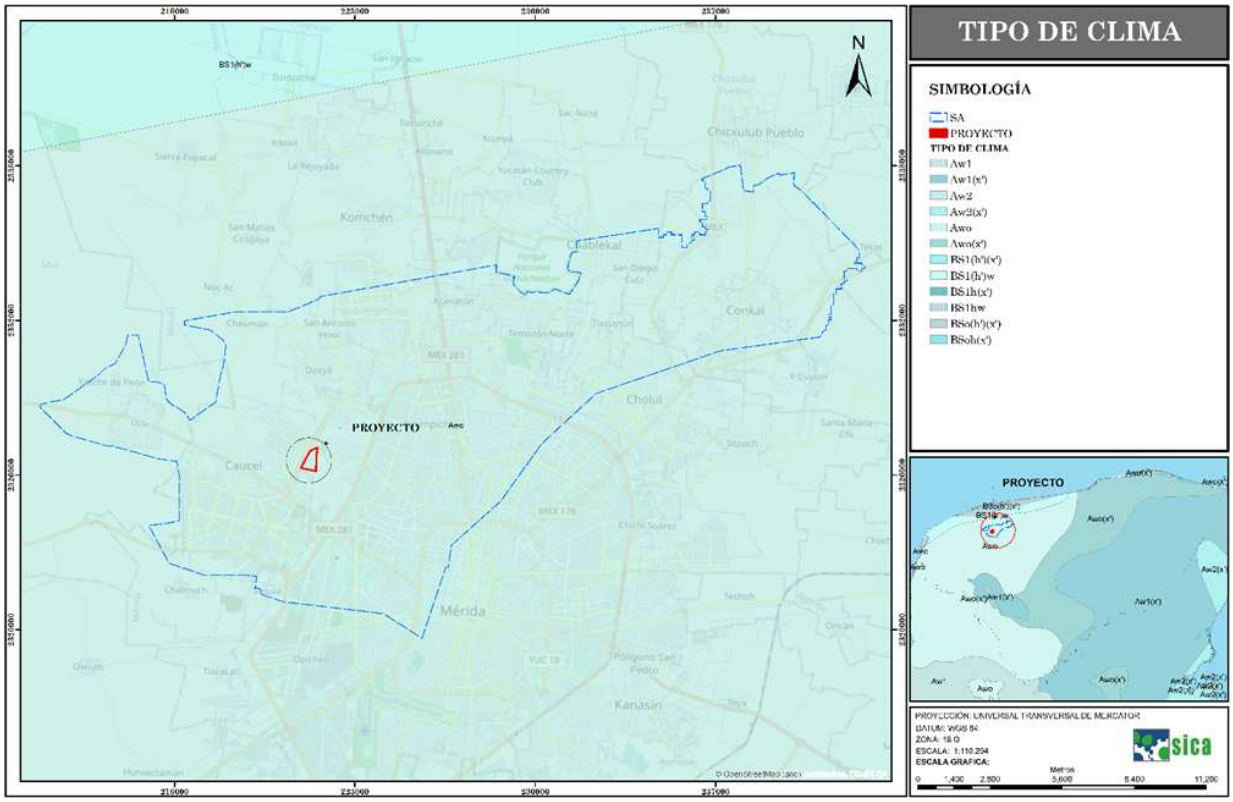


Figura III.2. Tipo de clima en el área de estudio.

TEMPERATURA PROMEDIO Y PRECIPITACIÓN

De acuerdo a los registros de la Estación Meteorológica 00031097 MERIDA (CONAGUA) en los años de 1951-2010 se tienen los siguientes datos para el área de estudio.

A. Temperatura promedio mensuales, anuales y extremas (°C)

De acuerdo a las estaciones meteorológicas ubicadas en el municipio de Mérida (estación meteorológica 00031097 MÉRIDA (CONAGUA): Normales climatológicas, (período 1981-2010) la temperatura media anual es de 26.29 °C, teniéndose que la temperatura máxima anual en el área es de 33.41 °C y la temperatura mínima anual es de 19.17 °C.

Tabla III.1. Temperatura máxima, media y mínima histórica en la zona de estudio (Periodo 1981-2010).

TEMPERATURA	MESES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
MÁXIMA (°C)	30.8	31.8	33.4	35.1	35.7	35.1	34.8	34.8	34.3	32.9	31.5	30.7	33.41
MEDIA (°C)	23.6	24.4	25.5	27.1	28.4	28	27.8	27.8	27.6	26.5	25	23.8	26.29
MÍNIMA (°C)	16.4	17	17.5	19.1	21.1	20.9	20.8	20.8	20.9	20.1	18.6	16.8	19.17

En cuanto a la información de CONAGUA, en la estación climática C31019-Estación Mérida, ubicada dentro de los límites municipales, para el periodo 1951-2020, se registró un promedio de temperatura máxima de 35.9°C en el mes de mayo, así como la mayo, así como la mayor precipitación promedio en el mes de septiembre de 165.4 mm, tal como se observa en la siguiente gráfica:

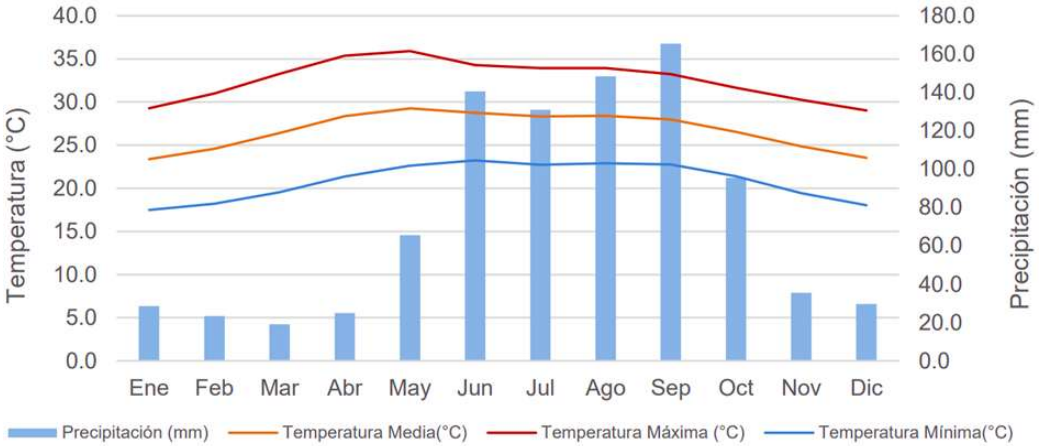


Figura III.3. Climatograma de la estación Mérida C31019, periodo 1951-2020 (Elaborado por Ayuntamiento de Mérida con datos de Conagua, 2022).

B. Precipitación promedio mensual, anual y extrema (mm).

La precipitación media anual para la zona del proyecto es de 1016.20 mm, con una precipitación de hasta 162.7 mm en el mes de septiembre y más lluvioso y de 25.5 mm en el mes (enero) más seco. Se puede considerar que la estación de lluvias abarca el mes de abril hasta el mes de noviembre y por su parte la época de secas comienza en el mes de diciembre y termina en el mes de mayo. La época de sequía tiene una duración aproximada de 5 meses. Las lluvias ligeras son típicas de la temporada de nortes.

Tabla III.2. Temperatura máxima, media y mínima histórica en la zona de estudio (Periodo 1981-2010).

	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	
MEDIA (mm)	37.1	31.2	28.4	25.5	74.4	148.4	153.7	138.9	162.7	117.5	54	44.4	1016.2

De acuerdo al Atlas de riesgos Mérida, las áreas donde hubo menor precipitación del municipio de Mérida fueron localidades de la zona norte, por Tamanché, Sierra Papacal, Xcunyá y Sac Nicté, con un rango de precipitación anual de 500 a 850 mm. La parte de mayor precipitación pluvial fue en el Sur (Texán cámara, Petac, San Antonio Tzacalá) y Noroeste del municipio (San Antonio Hool, Cheuman y Noc Ac) con una precipitación anual de 850 a 1100 mm.

BALANCE HÍDRICO (EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN).

Es importante recordar que el Balance Hídrico no es más que una evaluación de las ganancias y pérdidas de agua sufrida por el suelo en periodos de tiempo definidos, donde las ganancias de agua están representadas por las precipitaciones registradas en las estaciones meteorológicas y las perdidas están constituidas por las escorrentías superficiales (que en Yucatán son ausentes), las percolaciones y la evaporación desde la superficie del suelo. Es importante hacer notar que, bajo estas condiciones de intensa evaporación, es muy difícil que la escasa precipitación encuentre las condiciones propicias para infiltrarse. Antes de que esto pueda ocurrir el calor y el viento se encargan de impedir su transmisión a las capas del subsuelo. Sin embargo, durante los meses de junio a noviembre, la precipitación pluvial incrementa, situación que debe considerarse para la zona del proyecto.

EVAPORACIÓN

De acuerdo a la información de las estaciones climatológicas durante el periodo de 1961 a 2004, la evaporación total anual oscilo entre los 805.4 a 1120.5 mm, presentándose una menor evaporación en la parte Sur del municipio, donde se presenta una mayor cobertura vegetal que juega un papel muy importante en la regulación de la temperatura y la evaporación.

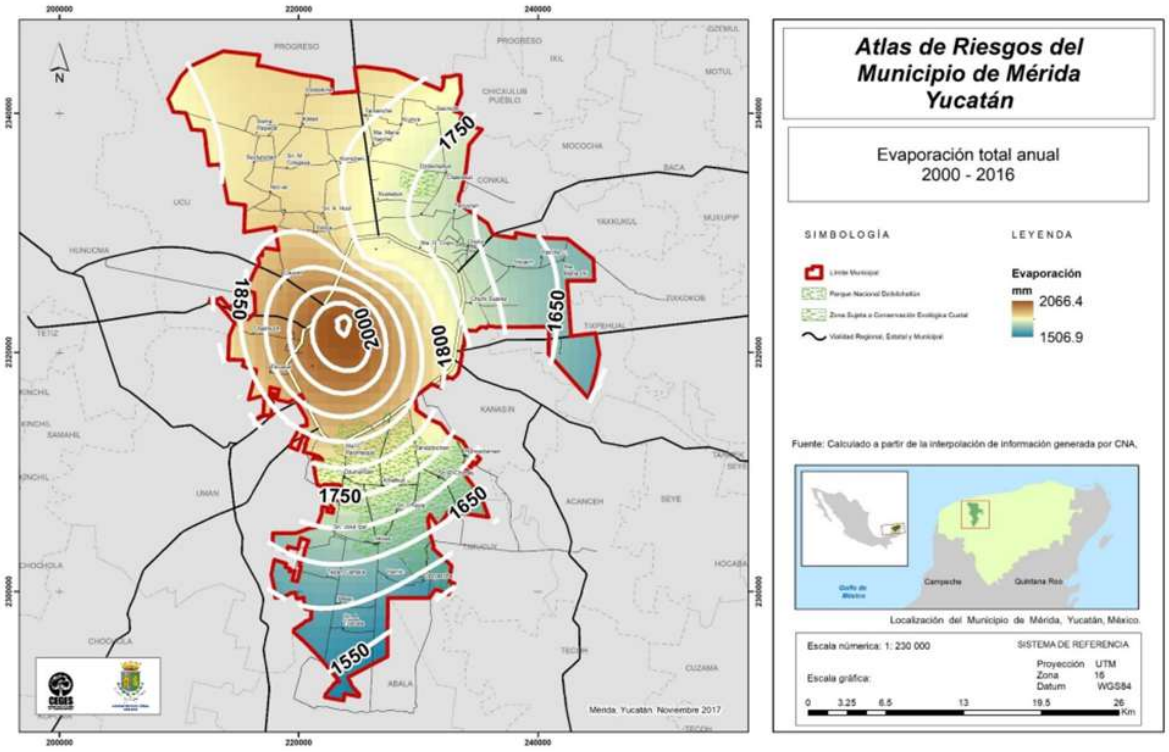


Figura III.4. Evaporación total anual periodo de 2000-2016.

De acuerdo al mapa anterior acerca de evaporación total anual en mm (2000-2016), se aprecia que está presente un gradiente de Sur a Norte, en el que los valores más bajos van de 1650 a 2100 mm. El Sur presenta los menores valores y la zona urbana está entre 1800 y 2100 mm. La reserva de Cuxtal está ubicada en una zona entre 1700 y 1800 mm.

HUMEDAD RELATIVA

Según los registros de la CNA la humedad relativa promedio de los últimos 30 años en la zona de estudio ha sido de 71.5%. Registrándose septiembre como el mes más húmedo (78%) y abril como el menos húmedo (63%). Por lo tanto, el mes de septiembre es en el que se registra la mayor incidencia pluvial promedio, así como en el que se ha registrado la mayor humedad relativa promedio.

El contenido de humedad en los vientos depende principalmente de la superficie sobre la cual soplan, los vientos del sureste, cuya trayectoria es sobre la parte continental de la península se caracterizan por ser más secos, mientras que los provenientes del norte y que cruzan el Golfo de México presentan mayor humedad. Sin embargo, la capacidad del aire para contener vapor de agua depende de la temperatura, de esta manera el aire caliente tiene una mayor capacidad de vapor de agua que el aire frío, por lo que la saturación del aire caliente origina una precipitación mucho más abundante. Cuanto mayor sea la cantidad de vapor de agua en la atmósfera, mayor será su capacidad de producir tormentas eléctricas.

INTEMPERISMOS CLIMÁTICOS 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.

En el municipio de Mérida los vientos dominantes son del Sureste y Noroeste, casi en un 75% de los días del año, y son considerados vientos débiles. Por la ubicación del municipio, éste logra mantenerse fresco casi todo el año. En el periodo de septiembre a febrero son comunes los "nortes" denominados así por la predominancia de vientos del Norte a causa de la presencia de masas de aire de origen polar (Duch, 1988). Por su cercanía con la costa, la humedad relativa puede alcanzar más del 75%.

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.

Sequías. La sequía es un fenómeno climático recurrente determinado principalmente por una reducción en la precipitación pluvial que no presenta comportamientos definidos y tiende a extenderse de manera irregular a través del tiempo y el espacio.

En la Ciudad de Mérida se han tenido registros de manera mensual de sequías hidrológicas. El impacto no es significativo debido a que se cuenta con un acuífero con cantidades bastas en el recurso hídrico. No obstante, es importante llevar a cabo un uso racional del agua, así como vigilar las descargas de aguas residuales sin tratar al subsuelo (CONAGUA, 2015).

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 norte 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). Es importante señalar que el sitio de proyecto se encuentra ubicado en la parte norte del estado.

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.

El municipio de Mérida está ubicado en la Península de Yucatán, una zona geográficamente ubicada en la trayectoria de los huracanes que se forman en las costas de África frente a Cabo verde, en el Marc Caribe Oriental y el Golfo de México (Ayuntamiento de Mérida, 2018a); en esta zona se presenta la temporada de huracanes en el periodo que abarca del 1 de junio al 30 de noviembre (Ayuntamiento de Mérida, 2022).

De acuerdo con la figura IV.5. en el Atlas de Riesgos del Municipio de Mérida, Yucatán, se expresa espacialmente la ocurrencia y la probabilidad de eventos en un radio de 150 km en torno al Municipio de Mérida. Para este cálculo se trabajaron dos periodos uno de 56 años (1960-2016) y un periodo de 10 años (2000-2016). Los resultados obtenidos muestran la presencia de 24 eventos en 40 años que representa una probabilidad de 0.6% y la presencia de 10 eventos en 16 años 0.62%. Como se aprecia en la figura de tormentas tropicales y huracanes, los valores más altos se localizan hacia la zona del Canal de Yucatán, la costa de Quintana Roo y al Sur de la Península

Yucateca. La presencia de estos eventos ha tenido un efecto variable en función de las trayectorias que siguen, cualquiera que pueda ser su categoría (Tormenta tropical, huracán 1,2,3,4,5).

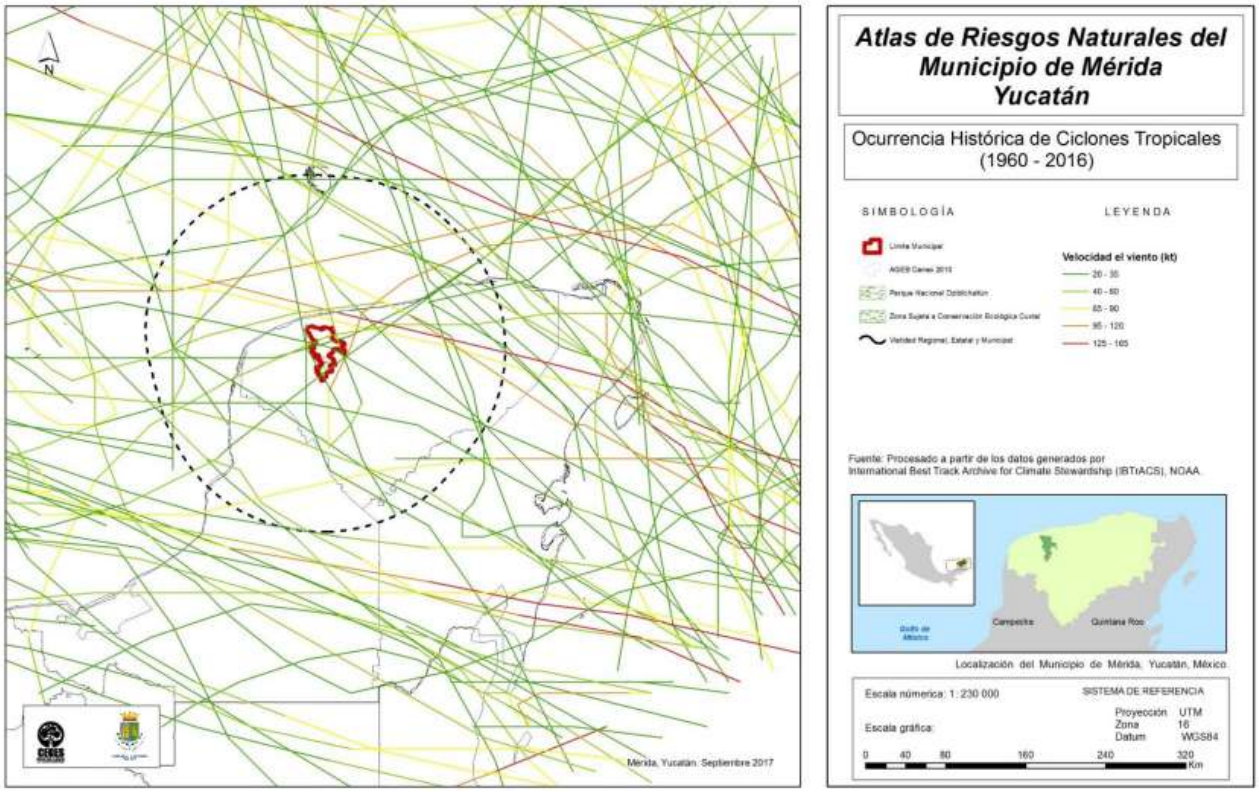
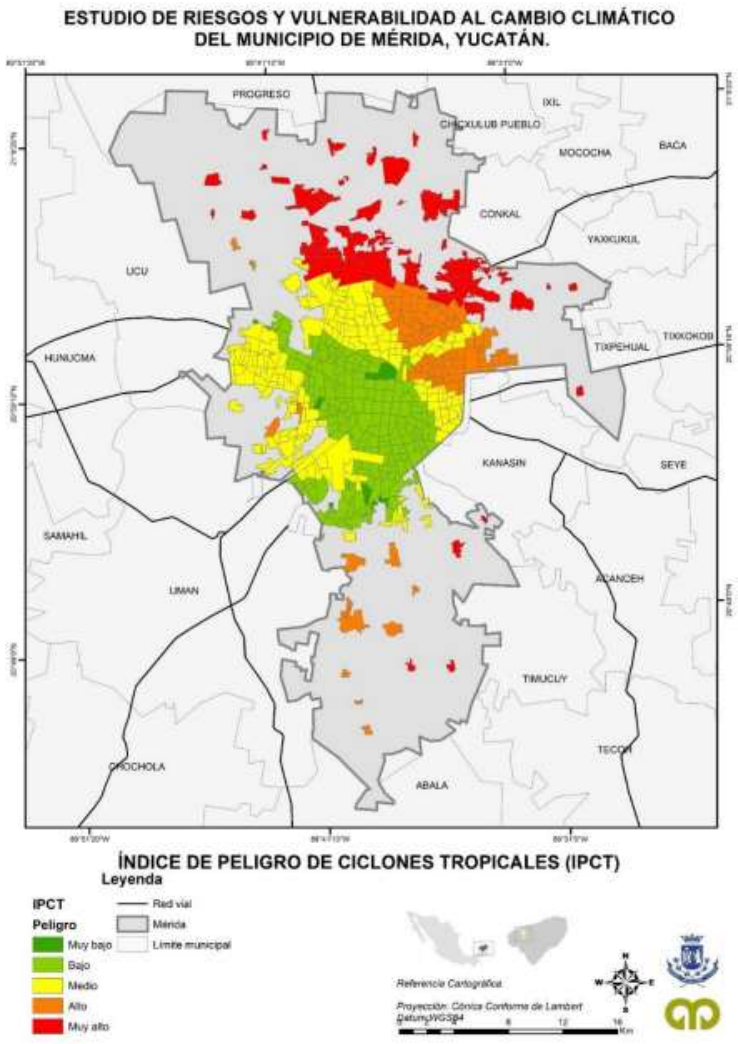


Figura III. 5. Ocurrencia histórica de Ciclones Tropicales (1960-2016).

Tal como se observa en la **figura IV.5.**, para el municipio de Mérida se puede observar que el mayor peligro se concentra hacia las zonas norte y noroeste del municipio, lo cual concuerda con las trayectorias de los fenómenos de mayor intensidad presentadas en el periodo analizado. Por otro lado, se observa que en la zona sur del municipio se ubican los rangos de menor peligro.



Fuente: Elaboración propia con datos de NOAA (2021).

Figura III. 6. Mapa de peligro de ciclones tropicales en el municipio de Mérida, Yucatán.

Si bien, en el municipio de Mérida no ha registrado dentro de su territorio trayectorias de fenómenos con altas intensidades, si se han presentado fenómenos de intensidades considerables como depresiones o tormentas tropicales. Además, ha registrado daños, por fenómenos de intensidades altas ocurridos dentro de la península (Ayuntamiento de Mérida, 2023).

Se presenta el estudio de análisis de riesgo por inundaciones (Ver anexo 8b).

III.2.2.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

GEOLOGÍA

El estado de Yucatán tiene las mismas características geológicas que los otros dos estados que componen la Península de Yucatán; en este estado la roca sedimentaria cubre 95.8% de su territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6%, se localiza en todo el estado excepto en su parte

norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo. Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

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 *et al.,* 1999).

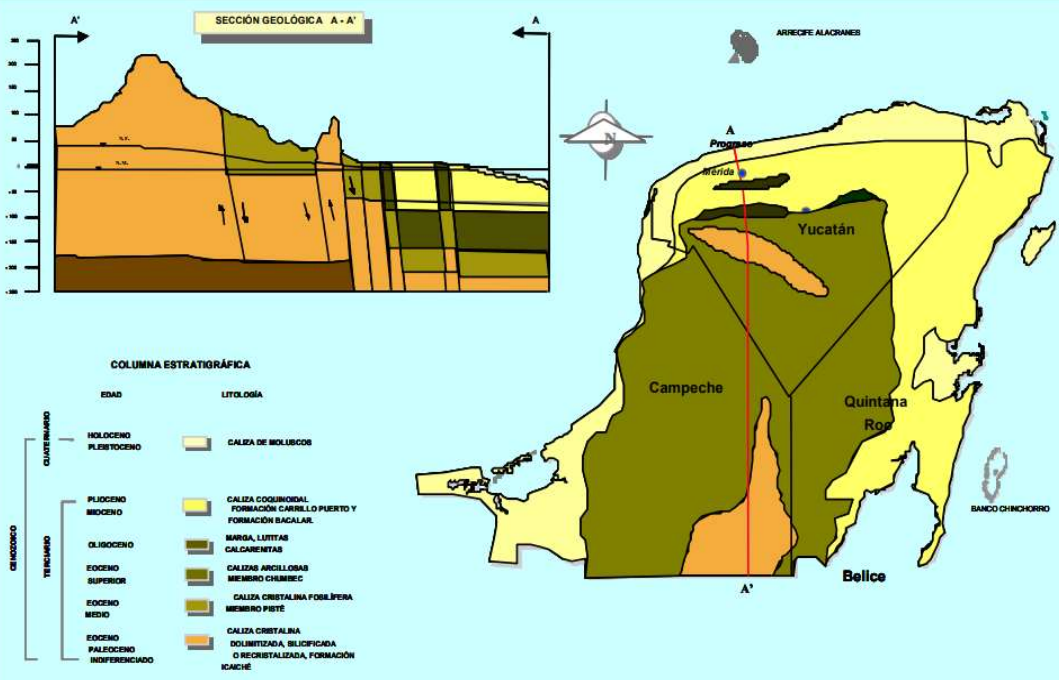


Figura III.7. Estructura geológica de la Península de Yucatán
(Fuente: Villasuso, M y Méndez, 1996).

Las calizas en la superficie se encuentran formando una coraza calcárea o reblandecida; en ambos casos se trata del intemperismo químico que las ha modificado en un grosor de varios metros. La coraza calcárea es de extrema dureza y constituye la superficie del relieve en grandes territorios. También existen calizas blandas que llevan el nombre maya de sascab (tierra blanca). Estas constituyen un rasgo característico de la litología del estado, y representan una transición en la evolución de la roca dura original al reblandecimiento, para posteriormente transformarse en la cabeza calcárea; además favorecen el desarrollo de las formas cársticas subterráneas (Duch-Gary, 1991a).

Como se comentó anteriormente, 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).
En cuanto a las unidades geológicas que afloran en el Municipio de Mérida son parte de una extensa plataforma caliza denominada Plataforma de Yucatán, la cual se formó a partir de depósitos o sedimentos calcáreos de ambientes marinos someros. Dichos sedimentos están sobrepuestos sobre un basamento de rocas metamórficas e ígneas del Paleozoico (Bauer-Gottwein et al. 2011).

La plataforma calcárea tiene una posición horizontal y constituye una plataforma estable. En la zona en donde se ubica el Municipio de Mérida afloran rocas calizas fosilíferas que alternan con delgadas capas de calizas densas recristalizadas y margas calcáreas, probablemente equivalentes a la formación Carrillo Puerto, que han sido interpretadas como Caliche (Buckley et al., 1994). Las bajas porosidades de estas capas han sido inferidas, con base en la elevada resistividad de estas.

Buckley *et al.* (1994) consideran que es aún existe poco conocimiento sobre la secuencia estratigráfica, que estas rocas estuvieron expuestas en la superficie, y que hubo fenómenos de intemperización por lo que los procesos que forman este tipo de roca estuvieran activos. La SARH (1989), reporta la presencia de gruesas capas de margas, lutitas y calcarenita coquinoidea pulvurulenta a profundidades de 150 m. Hacia el Sur de Mérida aflora un horizonte de calizas y calcarenitas pulvurlentas del Oligoceno.

La extensa disolución de carbonatos ha ocasionado que existan numerosos conductos en el sistema litológico. La formación sobreyace discordantemente a las rocas calcáreas del Pleistoceno. Morfológicamente se presenta como lomeríos de relieve suave y aflora a lo largo de la zona (INEGI, 2002).

Con base a lo descrito, se identifican dos tipos de calizas que conforman el sistema geológico del municipio: las calizas del Oligoceno y las calizas del Plioceno. Éstas son compactas y recristalizadas, de ambiente marino de facies blanco y litoral, con textura que varía de modstone a packstone, dispuestas en capas masivas de color beige y blanco, de textura micrítica, con abundantes macrofósiles conservados a mayor parte de las veces como moldes externos de pelecípodos y restos de corales hexagolanes; también se presentan algunos microfósiles y miliólidos indeterminados.

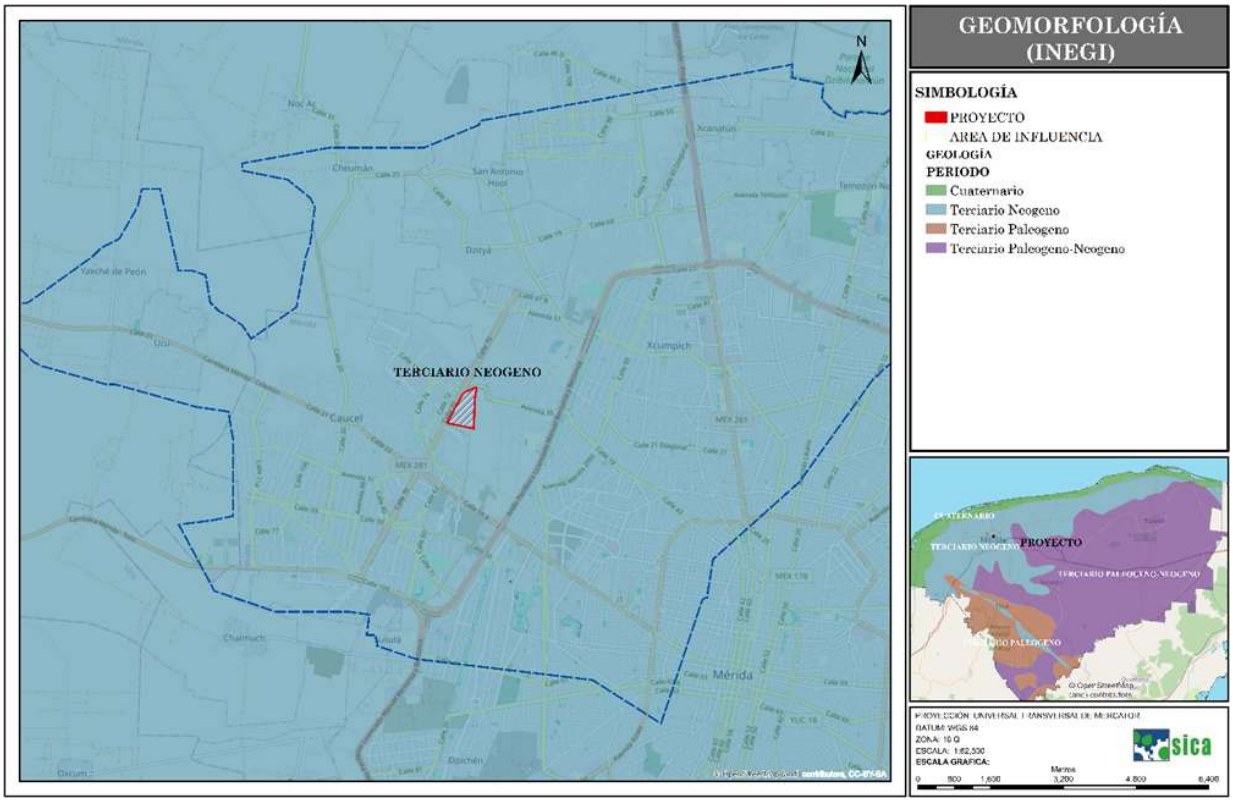


Figura III.8. Geomorfología del área de estudio (Terciario Neogeno).

La extensa disolución de carbonatos ha ocasionado que existan numerosos conductos en el sistema litológico. La formación sobreyace discordantemente a los depósitos eocénicos no aflorantes en esta zona, y subyace concordantemente a las rocas calcáreas del Pleistoceno. Morfológicamente se presenta como lomeríos de relieve suave y aflora a lo largo de la zona (INEGI, 2022).

Con base a lo expuesto, se identifican dos tipos de calizas que conforman el sistema geológico del municipio: las calizas del Oligoceno y las calizas del Plioceno. Éstas son compactas y recristalizadas, de ambiente marino de facies blanco y litoral, con textura que varía de mudstone a packstone, dispuestas en capas masivas de color beige y blanco, de textura micrítica, con abundantes macrofósiles conservados la mayor parte de las veces como moldes externos de pelecípodos y restos de corales hexagonales; también se presentan algunos microfósiles y miliólidos indeterminados.

Esta unidad geológica presenta algunos estratos calcáreo-arcillosos friables, con intemperismo diferencial, también existen margas blancas muy friables. Esta secuencia calcárea presenta relieve cárstico y está cubierta por una costra de caliche de hasta 60 cm de espesor. Buckley et al. (1994) establecieron a partir de perforaciones realizadas por diversos autores una secuencia litológica.

GEOMORFOLOGÍA

La península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, encontrándose cubierta por un mar de poca profundidad, que emergió poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve llana o plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Llega a conformar parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, que a su vez se divide en dos subprovincias: la 62, Carso Yucateco y la 63, Carso y Lomeríos de Campeche; que es una plataforma rocosa, donde la parte más elevada se encuentra al sur, denominada Cordón Puuc, también conocida localmente como "Sierrita de Ticul", dominando notoriamente la llanura baja y casi monótona que la limita al norte; presenta la mayor parte de las grutas y cavernas del estado, así como los niveles estáticos más profundos, pues éstos se encuentran en algunos casos a más de 100 m de profundidad. El cordón Puuc, con rumbo NE – SE y buzamiento al NE, presenta en la parte alta del camino Uxmal – Muna una discreta estructura en forma anticlinal, mas esta condición no la observamos en los cortes al sur de Oxkutzcab y Tekax. La planicie al norte del Cordón Puuc tiene ondulaciones al este, con echados de tres a cinco grados, aunque por movimientos locales hay fuertes inclinaciones en las capas de algunos sitios.

La región ha sido esculpida de una plataforma calcárea estable, en donde es posible diferenciar tres zonas donde actúan diversos procesos: la litoral, la planicie central y la de los cerros y valles; la primera se encuentra al norte, en la costa, donde tiene lugar la creación de franjas arenosas que corresponden a barras arenosas, islas, antiguas líneas de costa y desarrollo de planicies de inundación y lacustres; la segunda, en la porción central abarca la mayor parte del estado, se observa el desarrollo de una topografía cárstica, en su mayor parte baja y ondulada, en la que frecuentemente se localizan cavidades de disolución con afloramiento del nivel freático, que son conocidas en la región como cenotes; la tercera zona corresponde a la de mayor contraste morfológico, se ubica en la porción suroeste e incluye el cordón Puuc, en ella se ha desarrollado un relieve de lomeríos suaves, producido por la erosión de las rocas carbonatadas, el relieve solo se ve interrumpido por la

presencia de dolinas y pequeñas planicies residuales producto de la acumulación de arcillas de descalcificación en las depresiones. De acuerdo con las características morfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima subhúmedo.

Estratigrafía

Las unidades litológicas superficiales en el estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Eoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el sur y conforme se avanza rumbo al norte las unidades se van haciendo más jóvenes.

Rocas Sedimentarias

Eoceno

Es una unidad constituida por calizas blancas a cremosas y rojas, las primeras son microcristalinas con textura reportada en el laboratorio de biomicrita y biomicrudita, a veces ligeramente recristalizadas, o bien son espáticas con textura de bioespatita y biointraespatita. Estas calizas son compactas y en otras muy deleznables, en la porción sur están dispuestas en estratos delgados intercalados con capas gruesas de brecha calcárea cementada con nódulos de caliza silicificada; y en la porción norte de su distribución en capas medianas y gruesas, en algunas ocasiones son compactas y en otras muy deleznables. Contienen gran cantidad de fósiles pelecípodos, gasterópodos, corales, diversos foraminíferos y abundantes guj; las segundas son calcarenitas espáticas de grano fino, se presentan recristalizadas, silicificadas, y dolomitizadas, con pocos fósiles o sin ellos, son masivas y se encuentran distribuidas al suroeste de área a lo largo del Cordón Puuc.

Esta unidad sobreyace en unidades paleocénicas y subyace discordantemente a la unidad calcárea del Terciario Superior, corresponde a los miembros Pisté y Chumbec de la formación Chichen Itza y a las Calizas Petén. Por el conjunto fosilífero y demás características texturales que presentan estas rocas, se les considera depositadas en un ambiente marino de banco a litoral; morfológicamente es una planicie ondulada con escarpes de pequeña altura en las porciones sur y suroeste.

Terciario superior

Unidad constituida por calizas compactas recristalizadas de ambiente marino de facies de banco y litoral o lagunar de plataforma, textura que varía de mudstone a packstone, dispuesta al norte en capas masivas de color beige y blanco; al sur y este de su área de distribución se encuentra en estratos horizontales delgados a gruesos; con macrofósiles conservados como moldes externos de pelecípodos, gasterópodos y restos de hexacorales. Presenta algunos estratos calcáreos-arcillosos friables, con intemperismo diferencial. Esta secuencia está cubierta por una costra de caliche de 60 cm o más.

Estos sedimentos calcáreos pertenecen a la formación Carrillo Puerto, de edad comprendida entre el Mioceno Superior y el Plioceno, sobreyaciendo discordantemente a los depósitos Eocénicos, subyaciente concordantemente a las rocas calcáreas del Pleistoceno y discordantemente a los sedimentos resientes sin consolidar. La unidad se presenta fuertemente fracturada conforme a dos sistemas con orientación noroeste – sureste y noreste – suroeste a

lo largo de cuyas fracturas se han desarrollado una gran cantidad de estructuras de disolución. Morfológicamente es una extensa planicie ondulada con lomeríos de relieve suave.

Cuaternario

Afloran en la franja litoral al norte del estado, calizas con fósiles y fragmentos de estos (calizas coquiníferas) de ambiente litoral, de textura que varía de packstone a grainstone, semiconsolidadas y algunas veces muy deleznables; las primeras probablemente del Pleistoceno presentan capas de 1.5 m y las deleznables del Holoceno de 2 a 3 m de espesor, su color es beige con tonos amarillo ocre. Esta unidad sobreyace concordantemente a la formación Carrillo Puerto y subyace discordantemente a los depósitos sin consolidar del reciente, presenta una morfología plana.

Geología Estructural

Las rocas calcáreas del Terciario y Cuaternario que han permanecido prácticamente sin deformar, están ampliamente expuestas en el área, dispuestas en estratos casi horizontales, excepto en la porción suroeste en donde éstas observan estructuras ligeramente onduladas, forman una plataforma estable que descansa sobre un basamento de rocas metamórficas del Paleozoico.

En el área se definen con claridad dos sistemas estructurales: el primero con orientación noroeste – sureste que presenta un sistema de fallas normales y fracturas, que coinciden con la orientación del Cordón Puuc manifestación de una de estas fallas, aunque también se cree que pudiese ser la expresión topográfica de un anticlinal con buzamiento al noroeste; reforzada esta teoría por la presencia de ondulaciones al sur de la mencionada geoforma más o menos paralelos a ésta, que a su vez parecen la expresión de pequeños anticlinales, que indican la existencia de un plegamiento cuyas estructuras se orientan en la misma dirección. El otro sistema es de únicamente de fracturas de orientación noreste – suroeste.

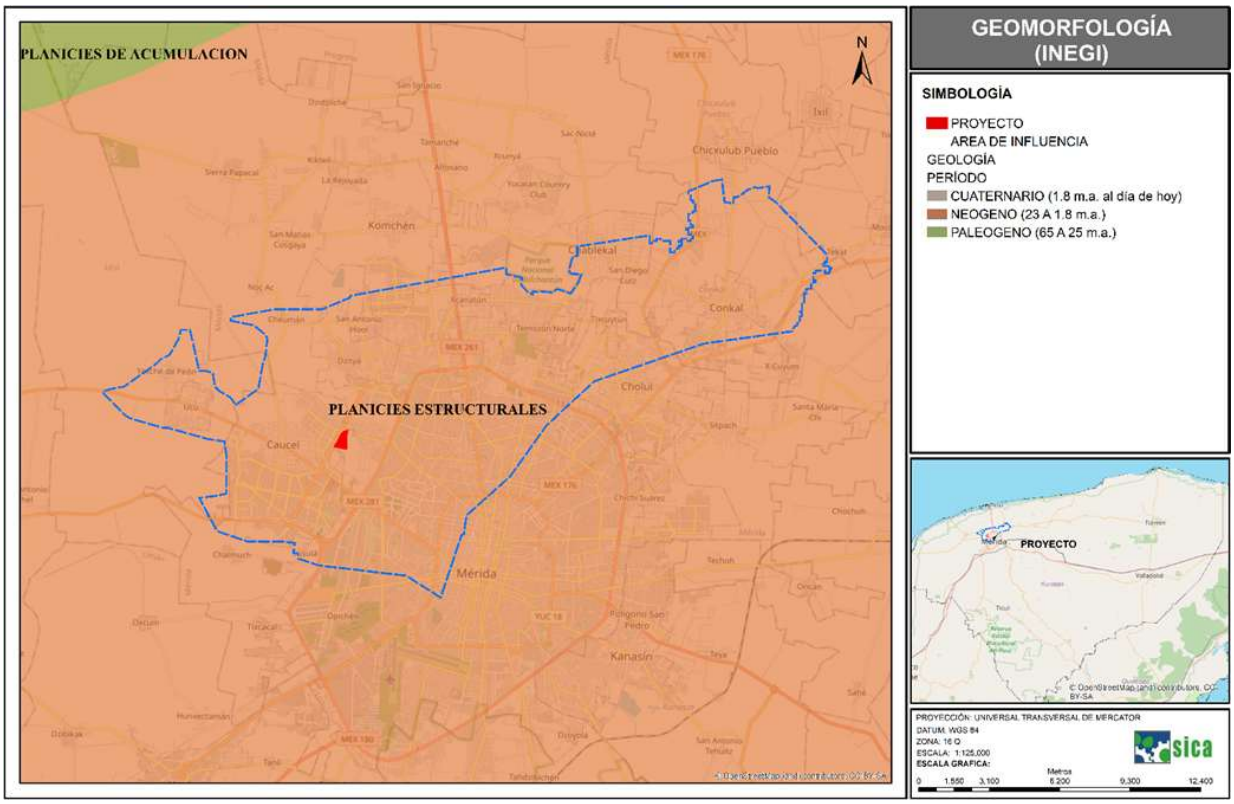


Figura III.9. Geomorfología del área del proyecto "Planicies Estructurales".

El primer sistema, que aparece en rocas eocénicas, pudiera estar ligado a la orogénesis del Eoceno Superior durante una fase tectónica compresiva, que afecto notablemente a las islas Antillas y en Yucatán sólo produjo un pequeño abombamiento y mínimas deformaciones; el segundo sistema a la orogénesis Miocénica – Pliocénica fase distensiva que altero a esta región de México.

Como se observa en la figura siguiente la unidad geomorfológica que se presentan en el área de estudio es el tipo planicies estructurales, la cual corresponden a capas de calizas casi horizontales, se disponen fundamentalmente en la porción septentrional de la península. Representan una gran unidad que se subdivide en función de la altura sobre el nivel del mar, lo que teóricamente corresponde con la intensidad diversa del levantamiento tectónico.

III.2.2.3. LITOLOGÍA

Las unidades carbonatadas que constituyen el subsuelo de Mérida y sus alrededores comprenden un acuífero libre de doble porosidad, el cual tiene una litología que varía de coquinas a *calcilutitas* blanquecinas bien cementadas, parcialmente recristalizadas de caliza detrítica. Las diversas unidades litológicas que conforman el acuífero se reflejan en la alta variabilidad de las propiedades hidráulicas.

La porosidad efectiva de la roca caliza, en los primeros 50 m de profundidad, del acuífero de Mérida varía en un rango de 0.4% al 55% (Brewerton, 1993). Las porosidades más bajas corresponden a una caliza bien cementada y parcialmente recristalizada (caliche) y los valores más altos son característicos de una caliza fosilífera. Brewerton (1993), encontró que la porosidad y la permeabilidad no varían de manera bien establecida con la profundidad ni con su distancia a la línea de costa. La porosidad efectiva de 16 muestras de roca, colectadas a nivel freático a partir de la costa y hasta 87 km al sur del área de estudio, varía del 15% al 55% con un valor medio equivalente al 33% (Brewerton, 1993).

La extensa disolución de carbonatos ha ocasionado que existan numerosos conductos en el sistema litológico. Aunque se conocen varias cavernas dentro de la ciudad y se conoce el nivel del agua, sus dimensiones no han sido bien determinadas, por lo que la distribución horizontal y vertical del Karst no es conocida.
El origen geológico del Municipio de Mérida, corresponde al área tectónica de reciente formación a finales de la era Terciaria. Los suelos son sumamente calcáreos y pedregosos; están formados por material calizo permeable, margas calcíferas y de una capa vegetal superficial de pequeña profundidad (50 cm). Existen suelos de tipo redzina al Norte, Sur y el centro de tipo litoral. Los sedimentos calizos que forman la parte superior de la losa yucateca, son depósitos pertenecientes al Cenozoico. La losa caliza debido a sus condiciones de sedimentación y origen principalmente orgánico, carece de estratificaciones claras y bien definidas, posiblemente por los efectos de compresión por tectonismo.

El Municipio de Mérida, también se encuentra cubierto por rocas de la formación Carrillo Puerto del Mioceno-Plioceno, formando una extensa llanura sin accidentes topográficos (Méndez et al., 1997). Esta formación está constituida por coquinas cubiertas por calizas alteradas que subyacen a calizas cada vez más impuras, que tienden a ser arcillosas, presentándose una escasa capa de suelo de aproximadamente 20 cm (Méndez *et al.* 1997).

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.

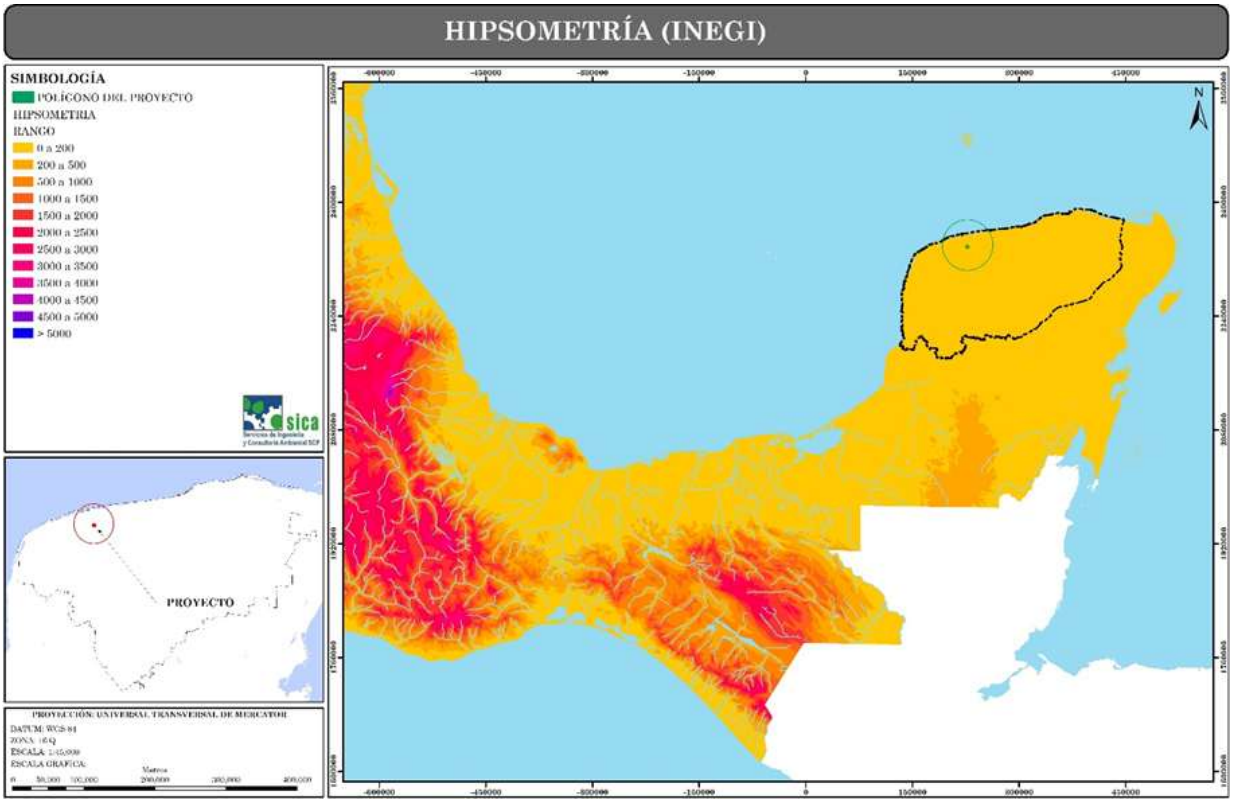


Figura III. 10. Plano de hipsometría en la Península de Yucatán.

III.2.2.4. PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAMIENTOS

Los lineamientos principales del Estado de Yucatán, son el "anillo de cenotes" y las fallas de Ticul. El anillo de cenotes conforma una red cavernosa muy compleja. Una de sus mitades se encuentra tierra adentro en la región de Chicxulub, abarcando en su parte Oeste el municipio y puerto de Celestún hasta la porción Este en el municipio y puerto de Dzilam de Bravo, son en estos puntos donde el agua subterránea se descarga hacia el mar, por medio de manantiales, algunos conocidos como "ojos de agua". Esta estructura se reconoce como una unidad hidrogeoquímica por separada, debido a su gran influencia sobre los flujos preferenciales de las aguas subterráneas (Perry et al., 2002; Delgado et al., 2010) como se describirá más adelante en la sección de "Hidrología subterránea". El anillo de cenotes es la expresión superficial de un cráter enterrado y se relaciona con procesos tectónicos que fracturaron las rocas sedimentarias; específicamente corresponden a dolinas principalmente de colapso asociadas con las fracturas producto del impacto de un asteroide o un cometa hace 65 ma; este anillo de cenotes tiene 165 ± 5 km de diámetro. Limita la frontera entre calizas no fracturadas dentro del anillo -zona con

dominancia de lapiaz y tubos de disolución- y calizas fracturadas fuera de él (Pope et al., 1993) principalmente centro-oriente del Estado, esta zona presentan mayor densidad y tipos de depresiones, razón por la cual se observa con una mayor "rugosidad" que corresponden a Planicies kársticas onduladas, con presencia de montículos de hasta 5 m y una gran cantidad de hondonadas y cenotes, este tipo de planicies ocupan la mayor parte de Yucatán (Bautista *et al.,* 2010).

La "Sierrita de Ticul" es uno de los principales ejes estructurales de la Península de Yucatán que corresponde a una falla de tipo normal. Se ubica desde el municipio de Maxcanú hasta Oxkutzcab y se extiende hacia toda la porción sursuroeste (SSW) de la Península; está asociada a un levantamiento diferencial y a procesos de diaparismo. La zona está constituida básicamente por las calizas del miembro Pisté del Eoceno medio, en afloramiento de la Sierrita de Ticul, y por las calizas y yesos del Paleoceno-Eoceno no diferenciado (Marín et al., 2004).

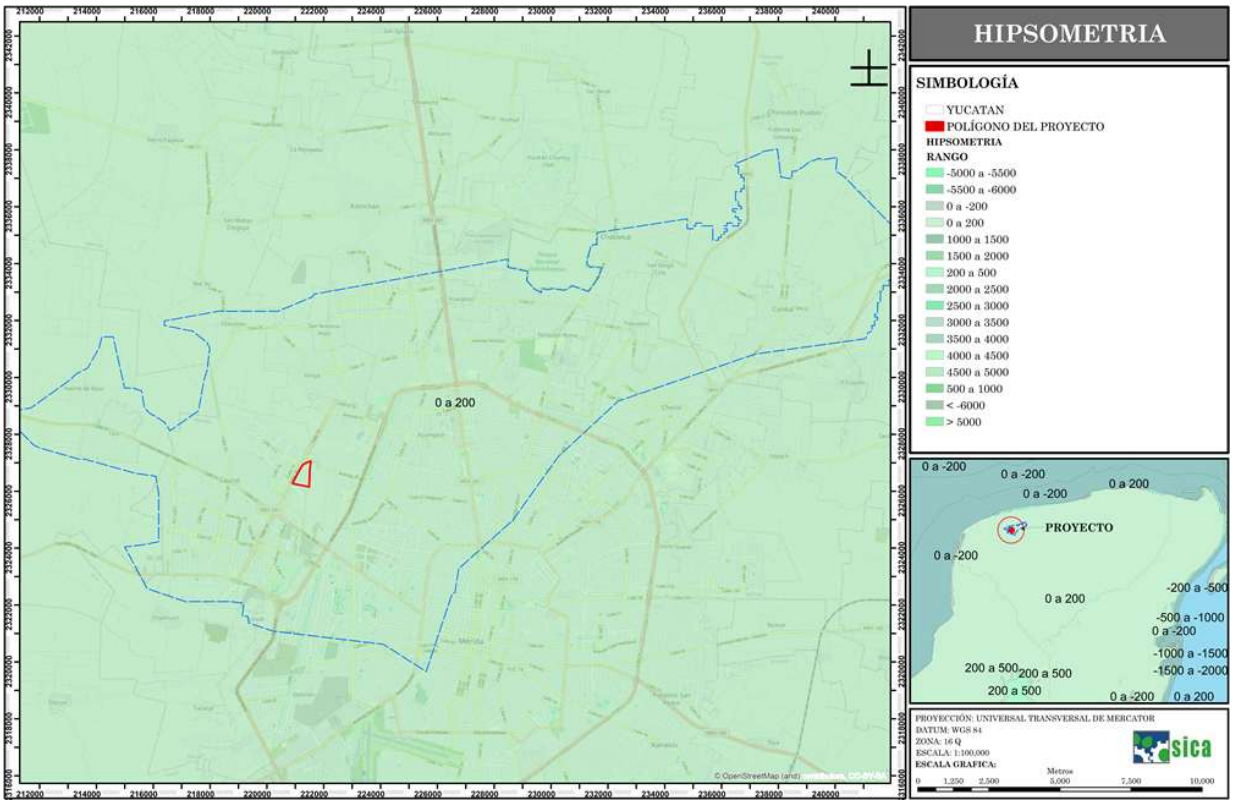


Figura III.11. Mapa que representa la hipsometría del área del proyecto.

La Sierrita de Ticul "divide" a Yucatán en dos grandes subregiones, la mayor parte representada por el norte (zona costera) y continúa hacia el sureste donde dominan una serie de planicies kársticas que no rebasan los 40 msnm. Desde la Sierrita de Ticul hacia el sur, las elevaciones topográficas son mayores a 50 m, alcanzando 300 m en algunos puntos, es decir, hay un relieve mucho más marcado y un desarrollo del karst más maduro, dominando montículos alternando con planicies.

III.2.2.5. 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 en la zona del proyecto, debido a la alta permeabilidad del suelo. Pero si se registran al sur de Yucatán principalmente después de eventos de precipitación extrema (Ihl et al., 2007). De acuerdo al Diagnóstico de riesgo emitido por Protección Civil Estatal, la zona. En general se estima que los principales peligros que se generan son debido a los fenómenos de índole natural y por las actividades del hombre, en el caso de referencia serán de los siguientes tipos:

- Hidrometeorológicos (Ciclones Tropicales, Lluvias torrenciales, vientos fuertes, granizada, etc.),
- Socio Organizativo (Motín, acto delictivo, accidente de vehículos que involucren vehículos terrestres y de transporte).
- Químico Tecnológico (Incendio forestal, explosión, fuga de gases, incendio urbano).
- Geológico (no existe).
- Fenómenos Astronómicos (impacto de meteoritos).
- Sanitario/Ecológico (Enfermedades contagiosas).

Nivel de Vulnerabilidad

Se determina que es baja siendo que dicha construcción no se ve adectada directamente, ante cualquier fenómeno perturbador de acuerdo al análisis que se encontró en el referido sitio.

III.2.2.6. SUELOS

Los suelos sobre la superficie de la tierra sufren cambios continuamente, los cuales escapan a un estudio casual del suelo. Cada suelo tiene un ciclo de vida en términos del tiempo cronológico. La intemperización del lecho rocoso produce residuos no consolidados que sirven como un material de origen para la evolución del perfil del suelo que finalmente refleja el efecto conjunto del clima, materia viva, relieve y del tiempo.

La exposición del material original a las condiciones del tiempo bajo condiciones favorables dará como resultado el establecimiento de plantas que realizan la fotosíntesis y cuyo crecimiento resultará en la acumulación de algunos residuos orgánicos. Animales, bacterias y hongos posteriormente se unirán en una comunidad biológica y se nutrirán de estos residuos orgánicos.

Con base en los conocimientos sobre los suelos de la Península Yucateca, en general podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos sin grandes accidentes geográficos y de formación reciente. Los suelos son de origen marino, con rocas calcáreas de reciente formación en el Mioceno y Pleistoceno. El material basal o roca madre, está constituido por arenisca calcárea con o sin material conchífero en el cordón litoral, vastos territorios cubiertos de margas calizas y calcíferas con inclusiones de dolomitas, óxido de hierro y arcillas de origen volcánico en el interior de la península. (Miranda, 1958).

México no cuenta con un sistema de clasificación de suelos propio, lo que origina que se tengan que adoptar sistemas de clasificación desarrollados en otros países. Por tal motivo se adoptó 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).

De manera particular, la distribución de los tipos de suelos del área del polígono del proyecto, según delimitaciones con el Programa Esri ArcMap Versión 10.0 (Esri Inc, 1999-2010) y conjunto de datos vectoriales del INEGI, este se encuentra dentro del tipo de suelo LEPTOSOL.

Se presenta a continuación las características más representativas de este tipo de suelo:

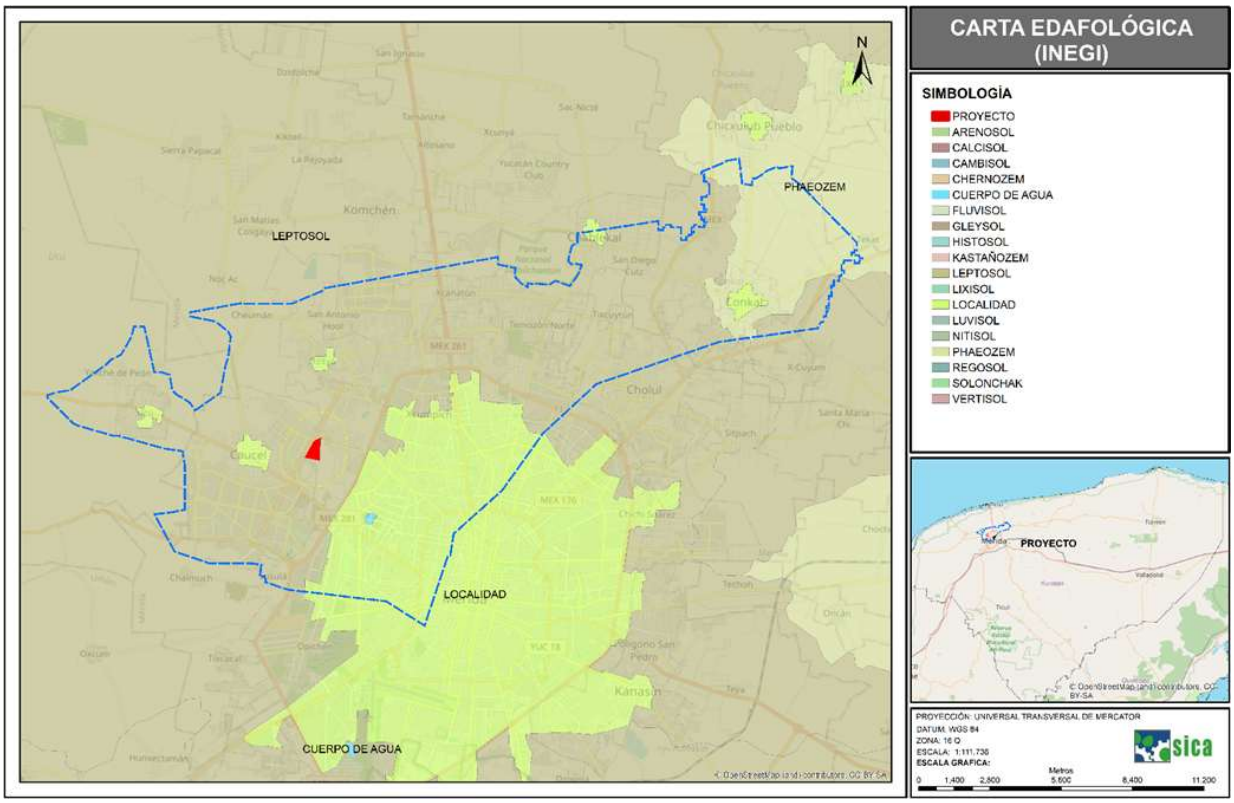


Figura III. 12. Tipos de suelos presentes en la Región Ecológica.

Leptosol. Suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente como la sierra La Giganta, Del Burro, La Paila, San Carlos, del Pinacate y la Sierra Lacandona. También son abundantes en la Mixteca Alta Oaxaqueña, el Carso Huasteco, al pie de la Sierra Madre Occidental y en todos los sistemas de cañones. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.

Se anexa estudio geotécnico (Ver anexo 8).

III.2.2.7. FISIOGRAFÍA

El Estado se encuentra en la porción Norte de la Provincia Fisiográfica "Península de Yucatán", que se caracteriza por ser una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que han venido emergiendo de las aguas desde hace muchos millones de años, siendo su parte norte la más reciente. Presenta una superficie plana y pequeñas cadenas montañosas orientadas NW-SE, con elevaciones del orden de los 300 m.s.n.m. Se subdivide en dos provincias: Carso Yucateco (casi el 88% del Estado) y Carso y Lomeríos de Campeche, en la parte sur de la entidad (12% del territorio yucateco) (INEGI, 2011).

Estas subprovincias están claramente divididas por la Sierrita de Ticul, que corresponde a una delgada cadena de lomas bajas, cuya altura varía de 50 a 100 m con respecto a la planicie y solo en las cercanías de Tekax llega a tener elevaciones de 150 m, que se expone en 110 km de longitud, con rumbo de NW-SE y se extienden desde Maxcanú hasta Peto. Al norte, este y sureste de dicha cadena, los terrenos son bastante planos y con suelos predominantemente someros sobre una plancha endurecida calcárea llamada "roca laja".

La **amplia planicie Mérida-Valladolid-Puerto Juárez,** comprende la parte norte de Yucatán, desde la sierrita de Ticul hasta el Golfo de México, se extiende con una pendiente suave de Norte a Sur, elevándose sólo unos cuantos metros del nivel del mar.
La **Planicie Central,** corresponde a una extensa área ubicada al Sur y Suroeste de la Sierrita de Ticul, donde predominan terrenos de cerros bajos con terrenos planos de suelos muy arcillosos, originalmente lechos de antiguas lagunas costeras, estos terrenos planos ligeramente rigosos y ondulado según las rocas aflorantes no tienen orientación fija, a excepción de algunas locas en la parte Sur y SE de Quintana Roo que se unen y forman pequeñas cadenas orientadas de Norte a Sur (INEGI, 2011).

El proyecto se ubica en la provincia fisiográfica Península de Yucatán, específicamente dentro de la subprovincia fisiográficas Karst Yucateco. En esta área se distingue una topografía suave con inclinación de sur a norte y altitud inferior a los 100 m, asociada a formas Kársticas de absorción, suelos pedregosos, altamente permeable, que produce infiltraciones al subsuelo constituyendo la recarga al acuífero, el cual es la única fuente de abastecimiento de agua en la entidad (CONAGUA, 2018), también es posible distinguir formaciones kársticas, llamadas cenotes, que se refieren geomorfológicamente a dolinas de sustrato soluble por colapso (Gutiérrez y Peña, 1979; Guerrero et al., 2004; 2006).

III.2.2.8. HIDROLOGÍA

Actualmente, la Comisión Nacional del Agua delimita el territorio mexicano en 37 regiones hidrológicas.

La región hidrológica 32 se conforma a su vez de dos cuencas: A) Cuenca Quintana Roo y B) Cuenca Yucatán, que abarcan superficies de los estados de Yucatán (69% de la subregión), Campeche (10.34%) y Quintana Roo (20.65%). Comprende los municipios de Yucatán (106), los municipios de Calkiní, Hecelchakán y de Campeche. En Quintana Roo abarca los municipios de Benito Juárez, Cozumel, Solidaridad, Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Debido a su naturaleza kárstica y al proceso de disolución de la roca (karstificación), el Estado de Yucatán no cuenta con ríos, embalses o lagos; en lugar de esto, existe un complejo sistema hidrogeológico, es decir, se presentan las aguas subterráneas de acuíferos kársticos, que se recargan a través del agua de lluvia, alrededor del 90% se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea y el 10% complementario es interceptado por la cobertura vegetal retornando después a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración.

El agua que se encuentra en el subsuelo circula a través de las fracturas y conductos de disolución (conductos cársticos) que están a diferentes profundidades en el manto freático. Debido a que no existen otras fuentes de agua en la región, es el agua subterránea la que se utiliza para todos los fines, es decir, es la única fuente de abastecimiento para toda la población yucateca. La expresión superficial del karst, se observa a través de los diferentes tipos de depresiones (hondonadas), cuevas, oquedades (hoyos de absorción) y cenotes que se presentan en toda la región (tema tratado en la geomorfología y relieve).
El predio no presenta ninguno de estos cuerpos de agua. Por lo tanto, el único recurso hidráulico presente en la zona, corresponde al manto acuífero que subyace en toda la península de Yucatán. De acuerdo al POETY (2006) a Yucatán le corresponden cuatro zonas geohidrológicas: 1) Zona costera, 2) Semicírculo de cenotes, 3) Planicie Interior y 4) Cerros y valles.

De acuerdo a esta información, el sitio del proyecto se ubica en la zona geohidrológica “Semicírculo de cenotes”. Sin embargo, investigaciones recientes realizados por Perry *et al.,* (2002) y Delgado *et al.,* (2010), reportan nuevos conocimientos con respecto a la estructura y dinámica de la hidrogeología de Yucatán. Perry *et al.,* (2002) dividen al “Semicírculo de cenotes” en dos zonas hidrogeoquímicas diferentes: la “Cuenca sedimentaria de Chicxulub” y el “Anillo de cenotes” propiamente dicho. La Cuenca sedimentaria de Chicxulub corresponde a la zona de calizas no fracturadas o débilmente fracturadas, que presentan baja permeabilidad debido a que domina la coraza calcárea (conocida localmente como “laja”) que aflora en la superficie y está resquebrejada, fragmentada, con fisuras y conductos tubulares, por los que circula el agua infiltrada hacia la caliza blanda subsuperficial, esto hace posible que según los autores- domine el proceso de infiltración por fisura. Es en esta zona hidrogeoquímica en el cual se ubica el sitio del proyecto cabe destacar que, aunque de manera general el tipo de filtración es de tipo difusa, en esta zona también se registran pocos cenotes, generalmente pequeños, pero que constituyen zonas de filtración puntual y directa de agua y contaminantes.

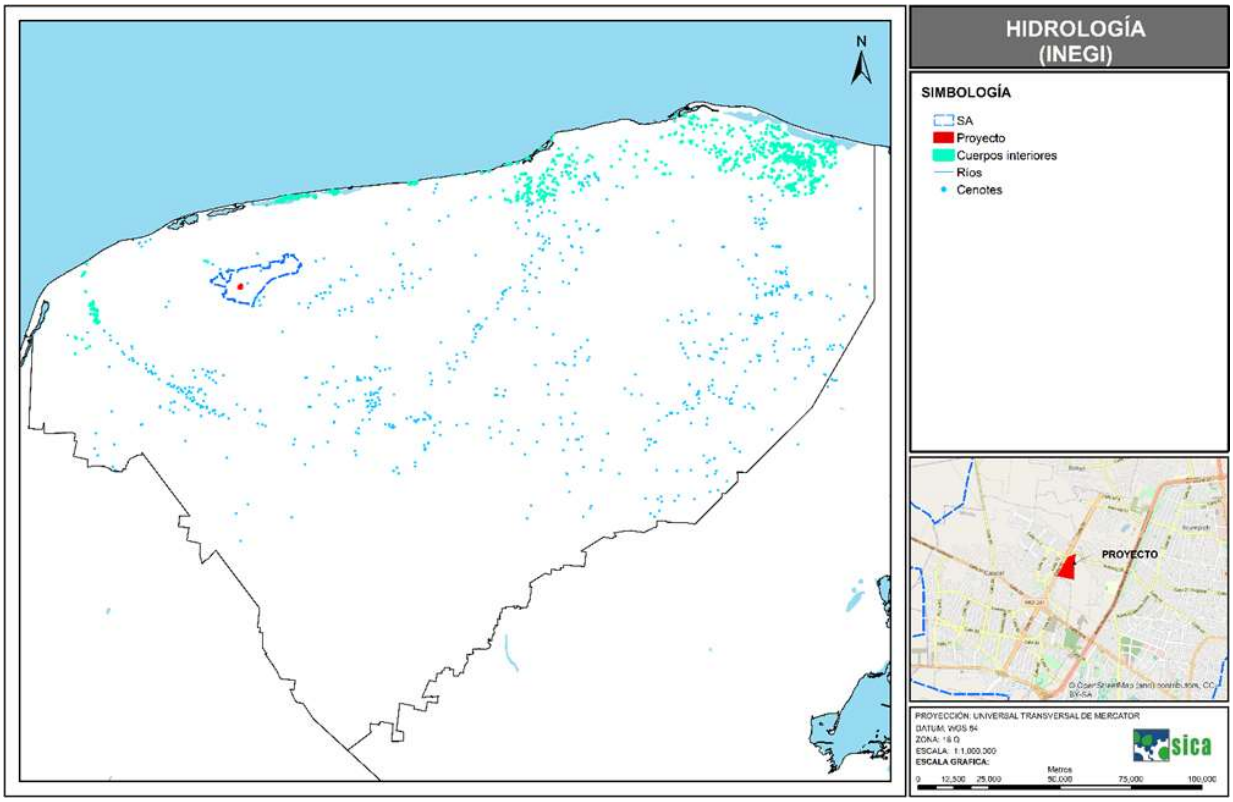


Figura III. 13. Zonas geohidrólogicas de Yucatán.

En la zona metropolitana, la profundidad al manto freático es de 13 m y se considera somero. El acuífero contiene una lente de agua dulce de 40 m de espesor en promedio, que flota sobre agua salada. La zona de mezcla o interfase salina tiene 37 m de espesor (entre 28 a 65 m de profundidad) está degradada por las grandes cantidades de aguas residuales y pluviales descargadas. Lo anterior es importante si se considera la existencia de tres conductos kársticos de flujo preferencial de agua subterránea a las profundidades de 8-12 m, 20-22 m y 28 m, asociados con antiguas posiciones del nivel freático, directamente relacionados con variaciones del nivel del mar durante el Pleistoceno. Es un acuífero que presenta una gran porosidad secundaria almacenando grandes volúmenes de agua y donde el gradiente hidráulico es muy pequeño, lo que significa que el agua se mueve en promedio algunos metros por día (Villasuso y Méndez, 2000 en Bautista *et al*., 2005).

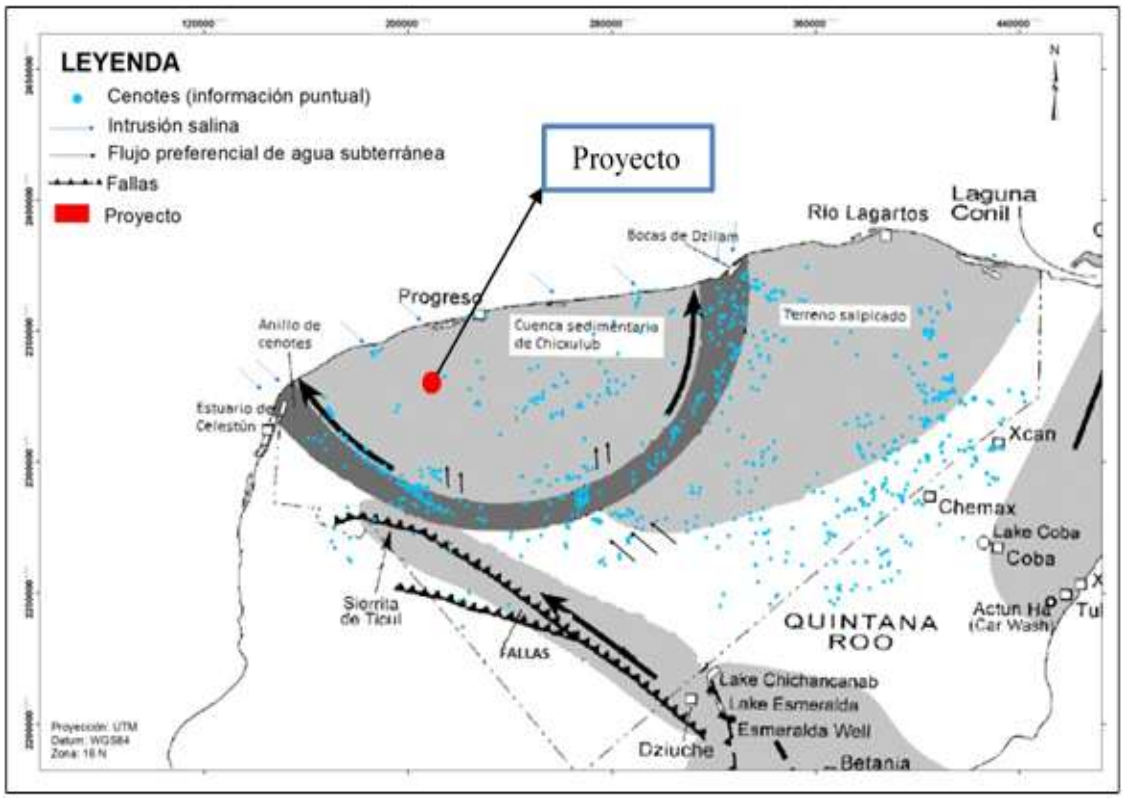


Figura III.14. Flujos preferenciales de agua subterránea (Tomado y modificado de Perry *et al.,* 2002 y Delgado et al., 2010).

La Cuenca sedimentaria de Chicxulub se encuentra delimitada por el Anillo de cenotes que Perry *et al.,* (1995 y 2002) la reconocen como una región hidrogeoquímica/fisiográfica separada. El Anillo de cenotes es una red cavernosa muy compleja, hidrológicamente ejerce una importante influencia sobre los flujos subterráneos, actúa como un vertedero y línea de conducción de grandes masas de agua, conduce las aguas del sur, las transporta y descarga hacia la costa noroeste y noreste, estero de Celestún y Bocas de Dzilám del Bravo, respectivamente, la evidencia es la presencia de agua dulce (ojos de agua), que se trata de manantiales subterráneos o desembocaduras de las aguas subterráneas que comunican los cenotes entre sí (Hall, 1936).

Se anexa estudio hidrológico e hidráulico (Ver anexo 8).

III.2.2.9. ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA

Con respecto a la calidad del agua subterránea, Pacheco *et al*., (2004) realizaron un diagnóstico en los pozos de extracción de las 106 cabeceras municipales de Yucatán, evaluando la calidad química y bacteriológica del agua subterránea. Los parámetros fueron comparados con los límites permisibles reportados por las normas oficiales.

De manera general, la calidad química del agua subterránea con fines de abastecimiento en los sistemas municipales es aceptable para la mayoría de los municipios, ya que, de los 22 parámetros químicos estudiados, solo cinco (nitratos, cloruros, sodio, dureza total y cadmio) excedieron los límites máximos permisibles por la Norma (NOM-127-SSA1-1994), sin embargo, la calidad bacteriológica no es aceptable. Esto se debe a que la naturaleza fisurada del subsuelo hace que el movimiento del agua hacia el nivel freático sea más rápido por lo que

la zona insaturada (o vadosa) casi no tiene capacidad de atenuación, en especial, en lo que se refiere a la contaminación microbiológica, ya que la apertura de las fisuras es mayor que los microorganismos patógenos (Pacheco *et al.,* 2004). En la Tabla IV.3 se presentan los valores de los parámetros químicos para los municipios de Mérida.

Tabla III. 3. Valores de los parámetros químicos para los municipios de Mérida, reportados por Pacheco*, et al.,* 2014.

PARÁMETRO	MÉRIDA
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	0-10 (Aceptable)
Nitratos (mg/l)	25.01 – 45.00
Cloruros (mg/l)	201 - 250
Sodio (mg/l)	32 - 150
Dureza total (mg/l)	501 - 820
Cadmio (mg/l)	0.021 - 0.062
Nivel de contaminación	Medio

Como se puede observar, en la Tabla anterior, el municipio de Mérida presenta valores de coliformes fecales que van de 0 a 10 ppm, cuyos niveles se consideran como aceptables.

Los niveles de nitratos es otro parámetro de gran consideración, pues es probable tomarlo como un indicador del rápido crecimiento poblacional (Pacheco *et al.,* 2004), y, por lo tanto, el fomento de la urbanización conllevará también a un aumento en los niveles de nitratos principalmente si no se establece un adecuado tratamiento de las aguas residuales.

Usos principales

En la península, prácticamente toda el agua que se utiliza proviene del acuífero y de acuerdo con datos del REPDA al 15 de junio de 2020 se tiene un volumen comprometido (concesionado y asignado) de 4,762.30 millones de metros cúbicos. La Tabla muestra los volúmenes comprometidos de aguas nacionales que se realizan en las diferentes actividades económicas a nivel de la PY y por entidad federativa. Yucatán supera por mucho la extracción total, con 2,130.67 Mm^3/año (el 46%), seguido por Campeche con 28% y Quintana Roo con el 26%.

Tabla III. 4. Extracción y usos del agua en la Península de Yucatán y entidades federativas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Actividad	Campeche Mm³/año	Yucatán Mm³/año	Quintana Roo Mm³/año	Total	% del total.
Acuacultura	18.54	2.34	1.32	22.20	0.4700
Agrícola	1 068.14	1 751.95	347.94	3 168.03	68.3000
Agroindustrial	0.18	0.04	0.05	0.27	0.0050
Doméstico	0.11	0.20		0.31	0.0050
Industrial	20.06	51.74	15.39	87.19	1.8800
Otros	0.02			0.02	0.0005
Pecuario	9.99	41.73	0.94	52.66	1.1300
Público Urbano	173.09	249.37	211.18	633.64	13.60
Servicios	6.96	22.26	626.66	655.88	14.10
En blanco	1.39	7.68	5.02	14.09	0.30
Múltiples.		2.50		2.50	0.05
Total	1 298.50	2 130.67	1 208.51	4 637.68	100.00
% del total	28%	46%	26%		

Fuente: REPDA (Junio 2020).

Como se observa en la tabla anterior, del volumen total de agua concesionado en 2020 para Yucatán (2,130.67 Mm³/año), la actividad agrícola continúa siendo el principal consumidor, con 1,751.95 Mm³/año, lo que representa más del 80 %. Le siguen en importancia los usos público urbano (249.37 Mm³/año), industrial (51.74 Mm³/año) y pecuario (41.73 Mm³/año). Es importante señalar que el uso múltiple comprende todos los títulos de concesión que abarcan más de un uso del recurso hídrico. En la PY, estos se destinan predominantemente a actividades agrícolas y pecuarias, lo que implica que el volumen de agua asignado al sector agropecuario es superior al registrado en cada uso específico de forma individual.

III.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS

III.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE

La vegetación Peninsular es de tipo tropical, y la mayor parte de su extensión está cubierta por selvas de tipo caducifolio y subcaducifolio, mientras que las selvas subperennifolias y perennifolias ocupan un área muy reducida. En la Península se han identificado nueve diferentes tipos de vegetación cuya distribución se encuentra en íntima relación con las zonas fisiográficas y con los factores ambientales, principalmente el clima (temperatura y humedad) y el suelo.

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI serie VII y a la caracterización realizada, el tipo de vegetación que se presenta en el área de estudio es clasificada como **Vegetación secundaria de selva baja caducifolia**. Este tipo de vegetación es típica de la península de Yucatán y se distingue por presentar especies que pierden sus hojas durante la temporada de secas, adaptadas a suelos delgados y pedregosos sobre roca caliza.

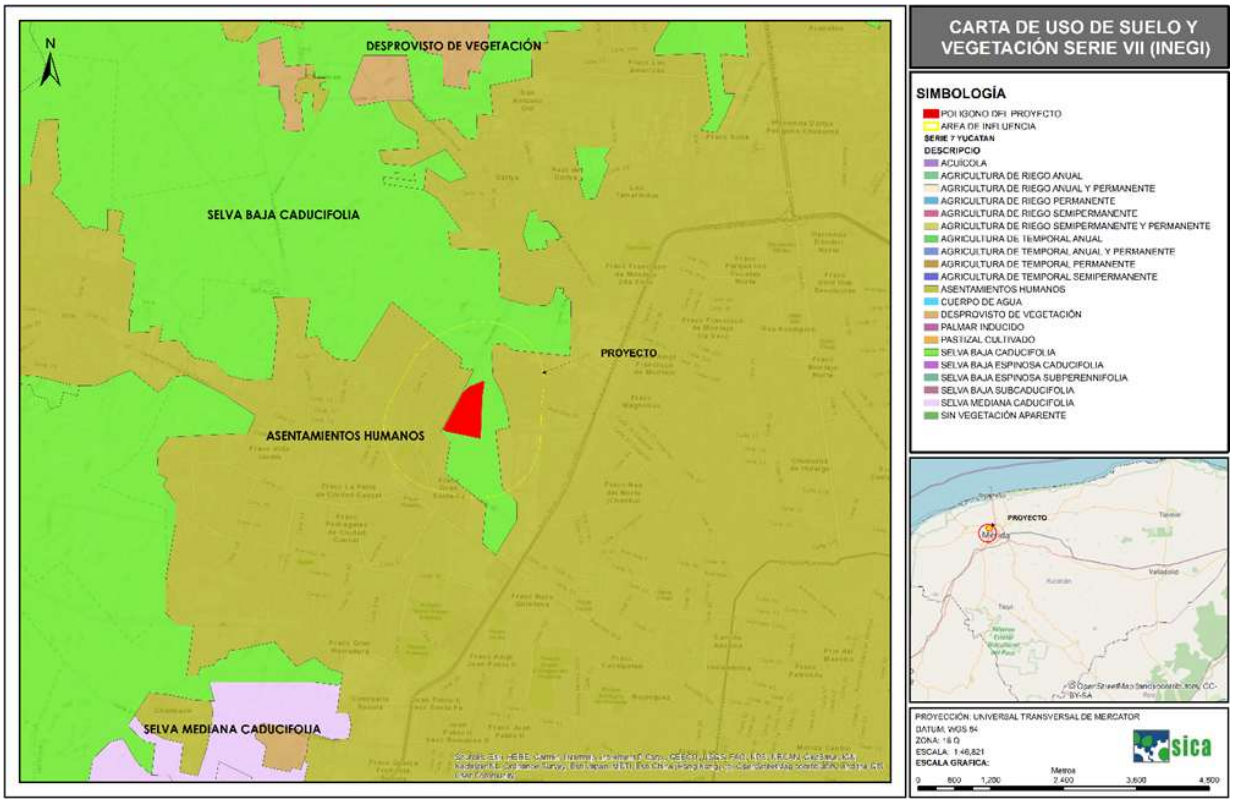


Figura III. 15. Tipos de vegetación del área de estudio con respecto a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI serie VII.

TIPO DE VEGETACIÓN EN EL PREDIO Y EN LA RE

En el entorno urbano en el que se encuentra inmerso la vegetación natural se caracteriza por poseer elementos de flora nativa en los bordes no urbanizados o en áreas cercanas, donde se presentan especies comunes en la región como el Chaká (*Bursera simaruba*), el Jabín (*Piscidia piscipula*) y diversas especies de leguminosas. Sin embargo, el área de influencia es un área de Asentamientos humanos. Esto significa que la vegetación en la zona está directamente ligada a los desarrollos humanos, principalmente de tipo urbano. Según el INEGI (Serie VII), este tipo de uso de suelo se refiere a un conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. A continuación, se presenta algunas fotografías que permiten visualizar los usos presentes en las colindancias inmediatas del área de estudio:



Fotografía III. 1. Tipo de vegetación observada en el predio.



Fotografía III. 2. Panorama de la vegetación arbustiva y arbórea observada dentro del terreno.



Fotografía III. 3. Vista de residuos sólidos urbanos arrojados en el predio y muro perimetral colindante con el terreno.

En la fotografía 1 y 2 se puede observar que la vegetación del área del proyecto está compuesta principalmente por elementos arbustivos intercalados con algunos individuos arbóreos. Por otra parte, en algunas áreas se observa la presencia de diferentes especies herbáceas, esto se debe a que el predio se encuentra inmerso en una zona residencial. Del mismo modo se encuentran áreas impactadas por las actividades urbanas, y se observa la presencia de residuos sólidos urbanos.

A continuación, se presenta la descripción del uso de suelo y/o vegetación, identificado en la superficie que se solicita para el Cambio de Uso de Suelo del Terreno Forestal.

Selva baja caducifolia. Es un ecosistema característico de regiones tropicales con una marcada estacionalidad, como ocurre en buena parte de la península de Yucatán. Este tipo de vegetación se distingue por su fisonomía densa, pero de baja altura, con árboles que rara vez superan los 15 metros y que, en su mayoría, pierden sus hojas durante la temporada seca como estrategia de adaptación para conservar agua. Entre las especies vegetales más representativas se encuentran el chaká (*Bursera simaruba*), el jabín (*Piscidia piscipula*), y diversas leguminosas, todas adaptadas a suelos pobres y condiciones de alta radiación solar. En cuanto a sus características abióticas, la selva baja caducifolia se desarrolla en climas tropicales suabhúmedos, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 700 y 1200 mm, y temperaturas medias que rondan los 25 a 28 °C. Los suelos son delgados, pedregosos y de origen calizo, con baja capacidad de retención de agua, lo que condiciona la estructura y composición de la vegetación. La topografía es generalmente plana, con presencia de formaciones kársticas como cenotes y dolinas, típicas del paisaje yucateco.

Para la caracterización de la vegetación que se desarrolla en la superficie del proyecto, se llevó a cabo un inventario florístico, cuya metodología se describe en el siguiente apartado:

CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

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 recorridos en el área del proyecto y se llevó a cabo un inventario a través de muestreos. En total se llevó a cabo un inventario basado en el levantamiento de datos en 9 puntos de muestreo (9 cuadrantes). Estos cuadrantes se trazaron de 200 m2 (20 x 10 m) para el estrato arbóreo, de 25 m2 (5 x 5 m) para el estrato arbustivo y 4 m2 (2 x 2 m) para el estrato herbáceo. Esto para la estimación de la composición, estructura y diversidad de las especies por estratos de la comunidad vegetal a afectar por el presente proyecto y para la obtención del valor de importancia relativa (VIR).



Fotografía III. 4. Delimitación de cuadrantes en área de muestreo del predio.

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.**



Fotografía III. 5. Toma de datos de la vegetación en campo.

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN VEGETAL

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:

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

Dónde:

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

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

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.

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

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.

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

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 respecto al mismo ecosistema encontrado en el RE, se realizarón muestreos siguiendo la misma metodología de muestreo para que sean comparables.

Ubicación de los puntos de muestreo en el RE

Se realizó un levantamiento de datos en puntos de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en el RE. Se trazaron nueve cuadrantes de 200 m^2 (10 m x 20 m) para la estimación de la composición, estructura y diversidad de las especies.

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

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
1	1	219076.4539	2328662.4970
	2	219080.0613	2328682.1689
	3	219099.7333	2328678.5616
	4	219096.1259	2328658.8896
	1	219076.4539	2328662.4970
2	1	219024.6780	2328591.1127
	2	219030.9021	2328610.1196
	3	219049.9089	2328603.8955
	4	219043.6849	2328584.8886
	1	219024.6780	2328591.1127
3	1	218714.9651	2328445.9653
	2	218717.4793	2328465.8066
	3	218737.3206	2328463.2924
	4	218734.8064	2328443.4510
	1	218714.9651	2328445.9653
4	1	219247.6782	2328576.9872
	2	219250.1925	2328596.8285
	3	219270.0338	2328594.3143
	4	219267.5195	2328574.4730
	1	219247.6782	2328576.9872
5	1	219494.3014	2328750.5400
	2	219502.6574	2328768.7108
	3	219520.8282	2328760.3549
	4	219512.4722	2328742.1841
	1	219494.3014	2328750.5400
6	1	219639.7697	2328676.9857
	2	219648.1256	2328695.1565
	3	219666.2964	2328686.8005
	4	219657.9404	2328668.6297
	1	219639.7697	2328676.9857
7	1	221953.1441	2328437.5292
	2	221956.8763	2328457.1779
	3	221976.5250	2328453.4457
	4	221972.7928	2328433.7970
	1	221953.1441	2328437.5292
8	1	221949.0503	2328696.2621

CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
	2	221955.6556	2328715.1399
	3	221974.5333	2328708.5346
	4	221967.9281	2328689.6569
	1	221949.0503	2328696.2621
9	1	221907.7439	2328603.2192
	2	221912.2750	2328622.6992
	3	221931.7550	2328618.1680
	4	221927.2239	2328598.6881
	1	221907.7439	2328603.2192

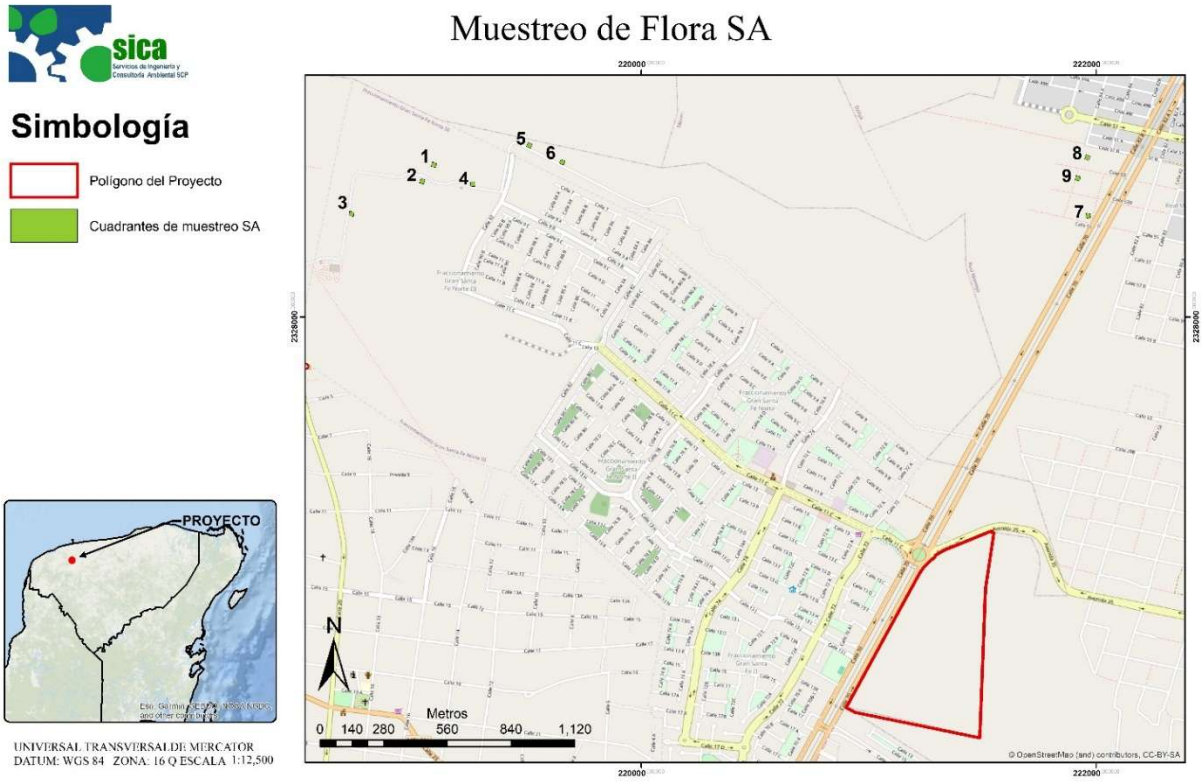


Figura III. 16. Distribución de los sitios de muestreo dentro del RE.

RESULTADO DE LOS MUESTREOS Y DEL ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN

Listado de especies registradas

En total se observó en el RE la presencia de 41 especies de plantas pertenecientes a 40 géneros y 20 familias botánicas, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

Tabla III.6. Listado de especies registradas en la RE.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Ch'elem	Nativa	-
Bignoniaceae	*Fridericia floribunda*	Anik ak’	Nativa	-
Bignoniaceae	*Bignonia diversifolia*	Anilkab	Nativa	-
Boraginaceae	*Cordia gerascanthus*	Bojom	Nativa	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	Nativa	-
Cactaceae	*Pilosocereus gaumeri*	Nej kisin	Endémica	-
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Xnumtsuytsuy	Nativa	-
Capparaceae	*Crataeva tapia*	Kokché	Nativa	-
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Chum loob	Nativa	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	Nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	Endémica	-
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	Siliil	Endémica	-
Euphorbiaceae	*Dalechampia scandens*	Mo'olkoh	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	Endémica	-
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Ts' ulub took'	Nativa	-
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitim che'	Nativa	-
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	Nativa	-
Fabaceae	*Diphysa yucatanensis*	Ts' uts' uk	Endémica	-
Fabaceae	*Havardia albicans*	Chukum	Endémica	-
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxim	Nativa	-
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	Nativa	-
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Sak káatsim	Nativa	-
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	Nativa	-
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Box katsim	Endémica	-
Fabaceae	*Senna racemosa*	K'an lool	Nativa	-
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Subin che'	Nativa	-
Lamiaceae	*Hyptis suaveolens*	Xóolte' xnuuk	Nativa	-
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Béeb	Nativa	-
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Siit	Nativa	-
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	Nativa	-
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	Endémica	-

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Rhamnaceae	*Colubrina elliptica*	Sak na che	Nativa	-
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Subin t'eel	Nativa	-
Rubiaceae	*Hintonia octomera*	Xpay lu'uch	Nativa	-
Rubiaceae	*Machaonia lindeniana*	K'uch'eel	Endémica	-
Rubiaceae	*Morinda royoc*	Hoyoc	Nativa	-
Rubiaceae	*Randia obcordata*	Kat k'aax	Nativa	-
Rubiaceae	*Chiococca alba*	Chakan che'	Nativa	-
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	Endémica	-
Simaroubaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	Nativa	-
Theophrastaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	-

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 9 sitios de muestreo realizados en la RE.

HERBÁCEAS

A continuación, con el análisis de los datos obtenidos en campo, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla III.7. Resultados del cómputo con EstimateS para los 9 sitios de muestreo.

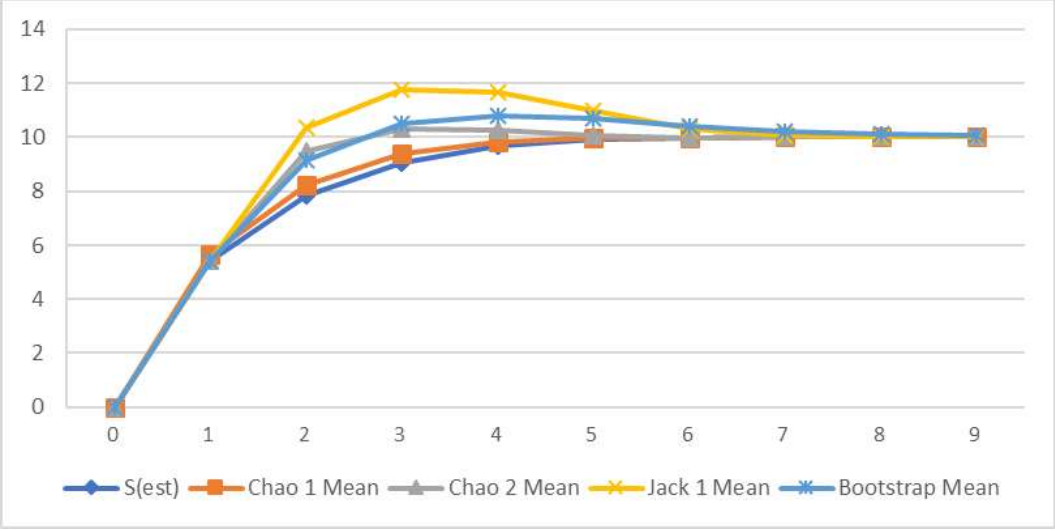
Sitio	ESTIMADORES				
	S(est)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	5.44	5.68	5.41	5.41	5.41
2	7.86	8.24	9.49	10.38	9.14
3	9.07	9.37	10.33	11.77	10.49
4	9.67	9.84	10.24	11.66	10.79
5	9.91	9.97	10.07	11.01	10.70
6	9.99	9.98	9.98	10.30	10.40
7	10.00	10.00	10.00	10.05	10.23
8	10.00	10.00	10.00	10.00	10.11
9	10.00	10.00	10.00	10.00	10.05

Tabla III.8. Tabla del Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
S(est)	10.00	
Chao 1 Mean	10.00	100.00%
Chao 2 Mean	10.00	100.00%
Jack 1 Mean	10.00	100.00%
Bootstrap Mean	10.05	99.50%

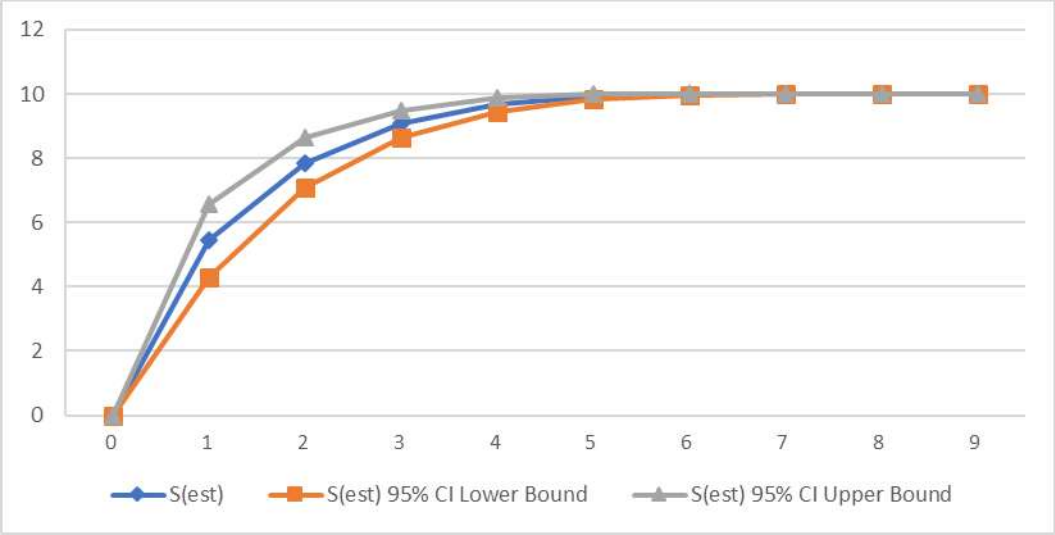
Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores se encuentran por arriba del 90 % de fiabilidad, el promedio fue del 99.88 % por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente.

A continuación, con base a los datos de los estimadores obtenidos que se observan en la Tabla anterior, se presenta la curva de acumulación de especies obtenida para los nueve sitios de muestreo realizados:



Gráfica III. 1 Curva de acumulación de las especies

Como se observa en la Figura anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 5, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 5 y 6.



Gráfica III. 2 Intervalos de confianza al 95 %

En la Gráfica anterior se observa que los datos de la serie S Means (runs) se encuentran dentro los intervalos de confianza al 95 %.

ARBUSTIVAS

A continuación, con el análisis de los datos obtenidos en campo, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla III. 9. Resultados del cómputo con EstimateS para los 9 sitios de muestreo en la RE.

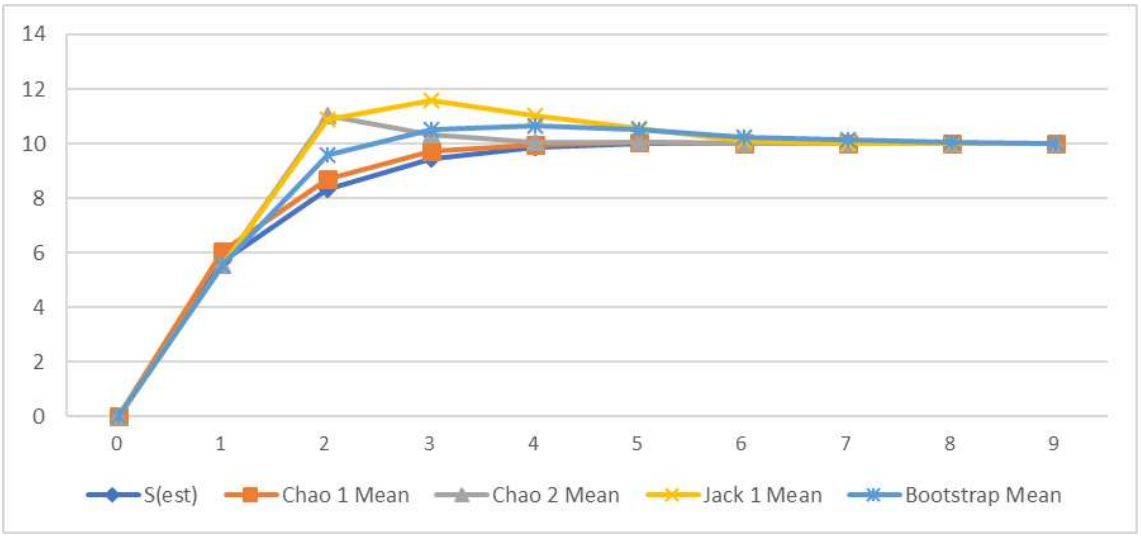
Sitio	ESTIMADORES				
	S(est)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	5.67	6.03	5.55	5.55	5.55
2	8.31	8.72	11	10.87	9.56
3	9.43	9.7	10.34	11.58	10.53
4	9.85	9.94	10.06	11.04	10.64
5	9.98	10.03	10.03	10.58	10.49
6	10	10	10	10.1	10.24
7	10	10	10	10	10.12
8	10	10	10	10	10.05
9	10	10	10	10	10.02

Tabla III. 10 Tabla del Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
S(est)	10.00	
Chao 1 Mean	10.00	100.00%
Chao 2 Mean	10.00	100.00%
Jack 1 Mean	10.00	100.00%
Bootstrap Mean	10.02	99.80%

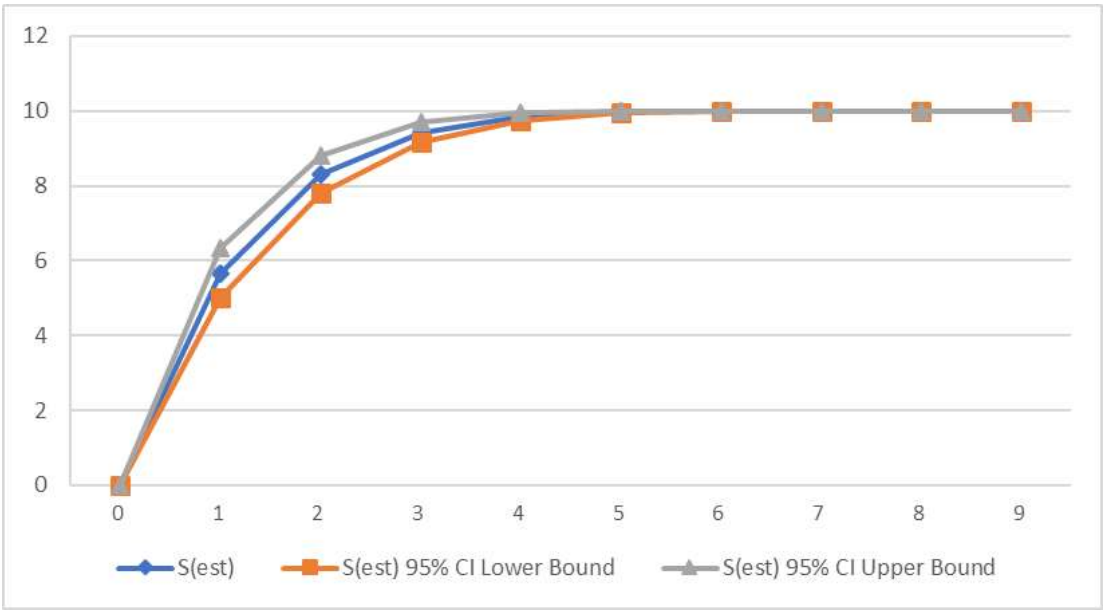
Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores se encuentran por arriba del 90 % de fiabilidad, el promedio fue del 99.95 % por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente.

A continuación, con base a los datos de los estimadores obtenidos que se observan en la Tabla anterior, se presenta la curva de acumulación de especies obtenida para los 9 sitios de muestreo realizados:



Gráfica III. 3. Curva de acumulación de las especies

Como se observa en la Figura anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 4, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 5 y 6.



Gráfica III. 4. Intervalos de confianza al 95 %.

En la Gráfica anterior se observa que los datos de la serie S Means (runs) se encuentran dentro los intervalos de confianza al 95 %.

ARBÓREAS

A continuación, con el análisis de los datos obtenidos en campo, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla III. 11. Resultados del cómputo con EstimateS para los 9 sitios de muestreo de la RE.

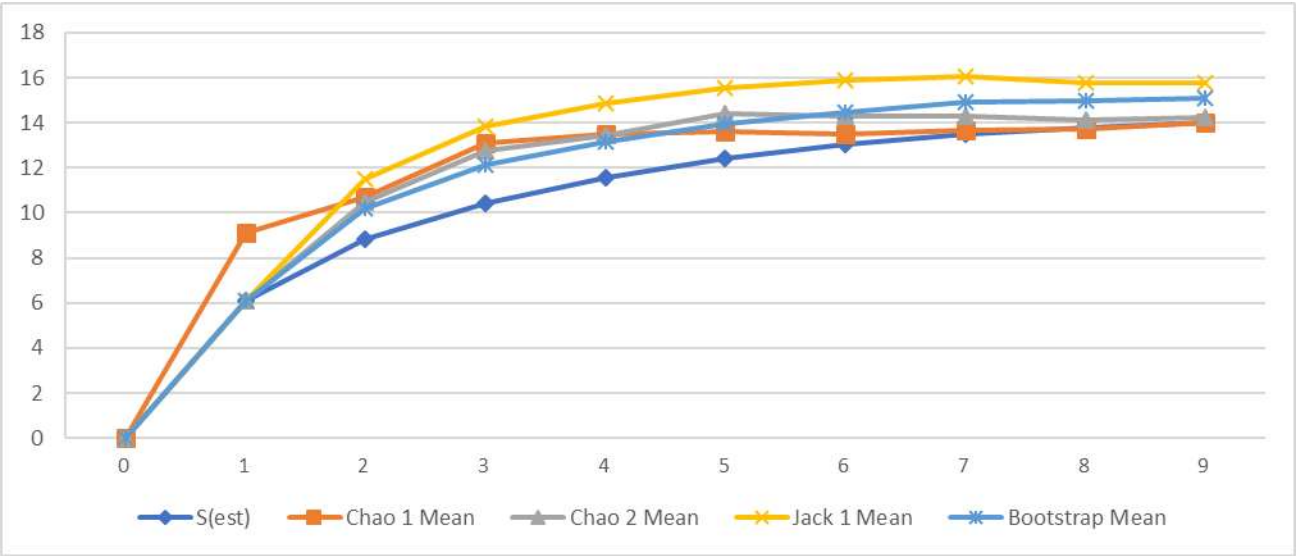
Sitio	ESTIMADORES				
	S(est)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	6.11	9.12	6.11	6.11	6.11
2	8.81	10.69	10.50	11.52	10.18
3	10.44	13.12	12.76	13.83	12.11
4	11.58	13.49	13.44	14.84	13.16
5	12.42	13.64	14.39	15.56	13.93
6	13.04	13.51	14.31	15.89	14.49
7	13.47	13.65	14.31	16.07	14.91
8	13.78	13.74	14.14	15.78	14.97
9	14.00	14.00	14.22	15.78	15.11

Tabla III. 12. Tabla del Índice de Completitud.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
S(est)	14.00	
Chao 1 Mean	14.00	100.00%
Chao 2 Mean	14.22	98.45%
Jack 1 Mean	15.78	88.72%
Bootstrap Mean	15.11	92.65%

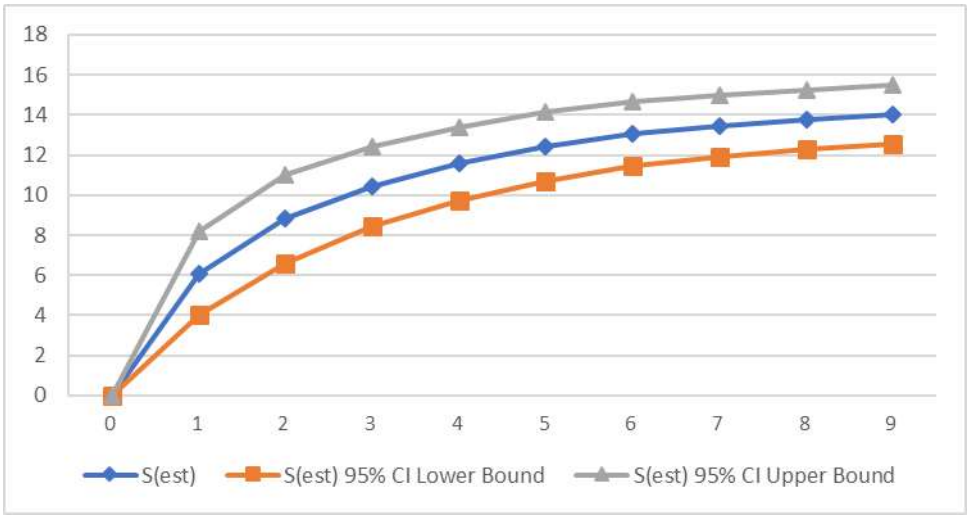
Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores se encuentran por arriba del 90 % de fiabilidad, el promedio fue del 94.96 % por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente.

A continuación, con base a los datos de los estimadores obtenidos que se observan en la Tabla anterior, se presenta la curva de acumulación de especies obtenida para los 9 sitios de muestreo realizados para la RE:



Gráfica III. 5. Curva de acumulación de las especies

Como se observa en la Figura anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 7, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 7 y 8.

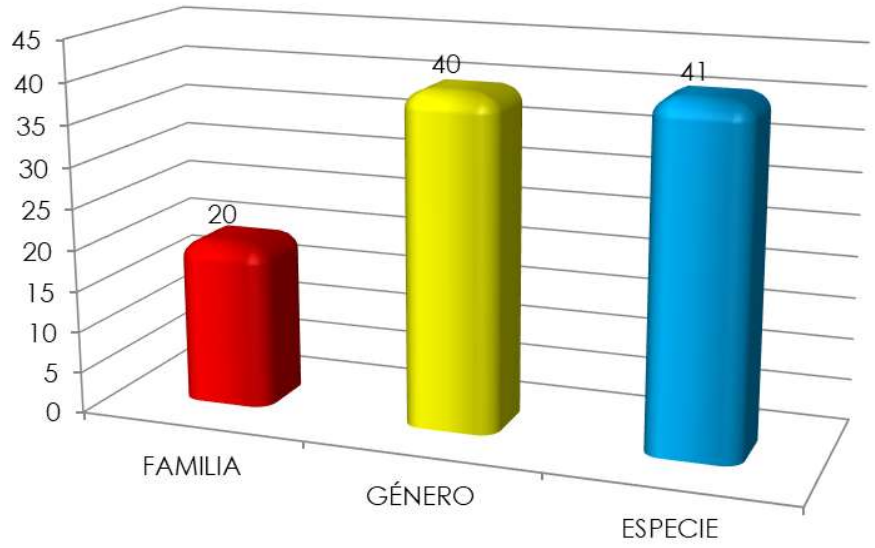


Gráfica III. 6 Intervalos de confianza al 95 %

En la Gráfica anterior se observa que los datos de la serie S Means (runs) se encuentran dentro los intervalos de confianza al 95 %.

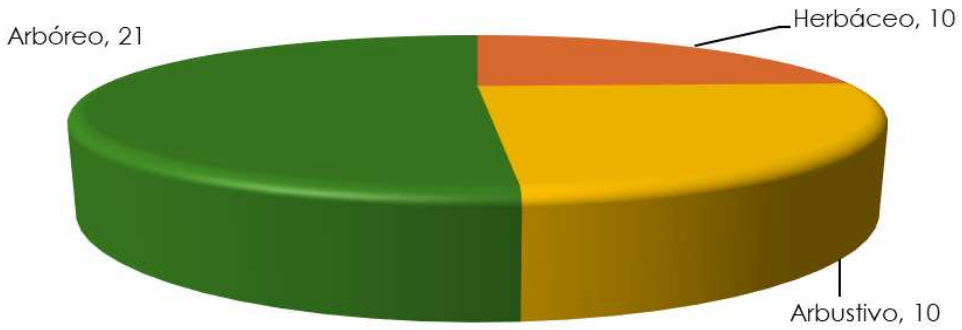
Resultados del muestreo de diversidad

En total se observó en la Región Ecológica la presencia de 41 especies de plantas pertenecientes a 40 géneros y 20 familias botánicas, tal como se puede observar en la siguiente gráfica.



Gráfica III.7. Cantidad de especies presentes en la RE.

En cuanto a la distribución de especies, en la RE se registraron 41 especies, de las cuales, 10 pertenecen al estrato herbáceo, 10 pertenecen al estrato arbustivo, y 21 al estrato arbóreo, así como se aprecia en la siguiente gráfica:



Gráfica III. 8 Cantidad de especies presentes en la RE.

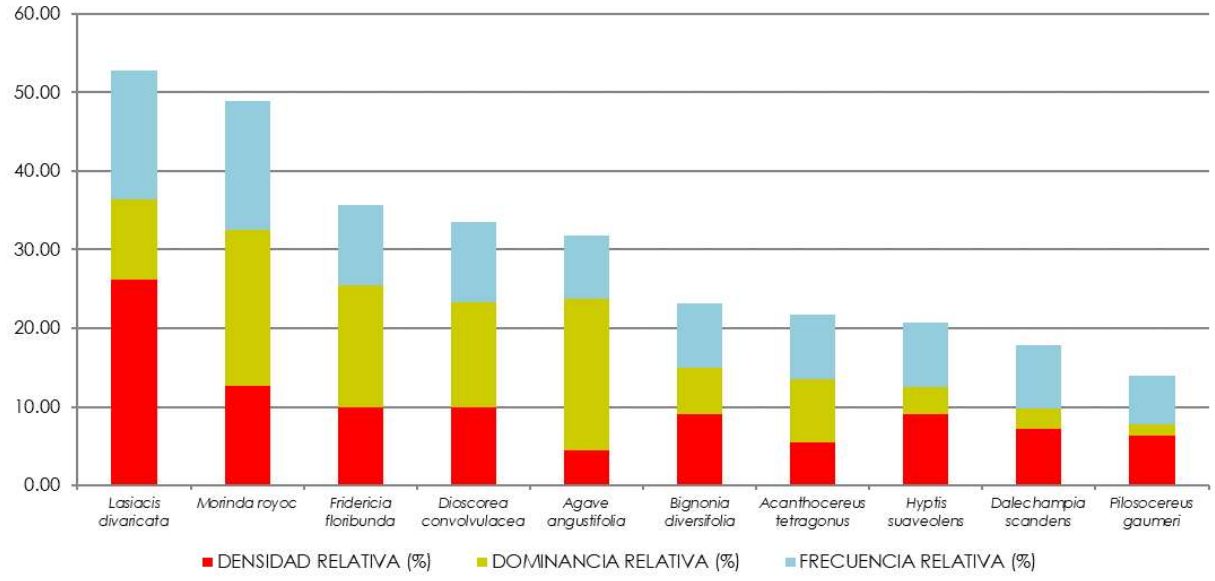
A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos en los cuadrantes de muestreo en la Región Ecológica:

Especies en el estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del predio bajo estudio se registraron 10 especies. Estas especies presentaron los siguientes Valores de Importancia relativa (VIR):

Tabla III. 13 Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo de la RE.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Acanthocereus tetragonus*	Xnumtsuytsuy	8.1672	5.4054	8.1633	21.7359
2	*Agave angustifolia*	Ch'elem	19.1752	4.5045	8.1633	31.8430
3	*Bignonia diversifolia*	Anilkab	6.0011	9.0090	8.1633	23.1734
4	*Dalechampia scandens*	Mo'olkoh	2.5193	7.2072	8.1633	17.8898
5	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	13.3516	9.9099	10.2041	33.4656
6	*Fridericia floribunda*	Anik ak'	15.4999	9.9099	10.2041	35.6139
7	*Hyptis suaveolens*	Xóolte' xnuuk	3.4809	9.0090	8.1633	20.6532
8	*Lasiacis divaricata*	Siit	10.3274	26.1261	16.3265	52.7800
9	*Morinda royoc*	Hoyoc	19.9623	12.6126	16.3265	48.9015
10	*Pilosocereus gaumeri*	Nej kisin	1.5151	6.3063	6.1224	13.9438
TOTAL			**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica III. 9. Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo 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 herbáceo fueron las siguientes: *Morinda royoc* (19.96 %), *Agave angustifolia* (19.18 %) y *Fridericia floribunda* (15.50 %). En cuanto a especies representativas por su densidad, destacan las especies *Lasiacis divaricata* (26.13 %), *Morinda royoc* (12.61 %) y *Fridericia floribunda* (9.91 %). Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron: *Lasiacis divaricata* y *Morinda royoc* (7.94 %).

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que dentro del estrato herbáceo predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *Lasiacis divaricata* (52.78), *Morinda royoc* (48.90) y *Fridericia floribunda* (35.61).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro de la RE:

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

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Abundancia absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	V=-Pi * Ln(Pi)
1	*Lasiacis divaricata*	Siit	8056	0.2613	-1.3422	0.3507
2	*Morinda royoc*	Hoyoc	3889	0.1261	-2.0705	0.2611
3	*Fridericia floribunda*	Anik ak'	3056	0.0991	-2.3116	0.2291
4	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	3056	0.0991	-2.3116	0.2291
5	*Agave angustifolia*	Ch'elem	1389	0.0450	-3.1001	0.1396
6	*Bignonia diversifolia*	Anilkab	2778	0.0901	-2.4069	0.2168
7	*Acanthocereus tetragonus*	Xnumtsuytsuy	1667	0.0541	-2.9178	0.1577
8	*Hyptis suaveolens*	Xóolte' xnuuk	2778	0.0901	-2.4069	0.2168
9	*Dalechampia scandens*	Mo'olkoh	2222	0.0721	-2.6301	0.1896
10	*Pilosocereus gaumeri*	Nej kisin	1944	0.0631	-2.7636	0.1743
TOTAL			**30833**	**1.0000**		**2.1649**

Tabla III. 15. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato de herbáceas de la RE.

ESTRATO HERBÁCEO	
RIQUEZA (S)	10
H' CALCULADA	2.1649
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.3026
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9402
H MAX-H CAL	0.1377
ÍNDICE DE MARGALEF	1.9110

El estrato herbáceo posee una riqueza específica de 10 especies, presentando un índice de diversidad H' calculada de 2.1649, lo que nos indica una diversidad media para el estrato herbáceo. La máxima diversidad que se puede alcanzar este estrato es de 2.3026, por lo que se infiere que el estrato no se encuentra lejos de alcanzar la máxima

diversidad de especies esperada. El Índice de Margalef dio un valor de 1.9110, el cual nos indica una diversidad de especies baja en el estrato herbáceo.

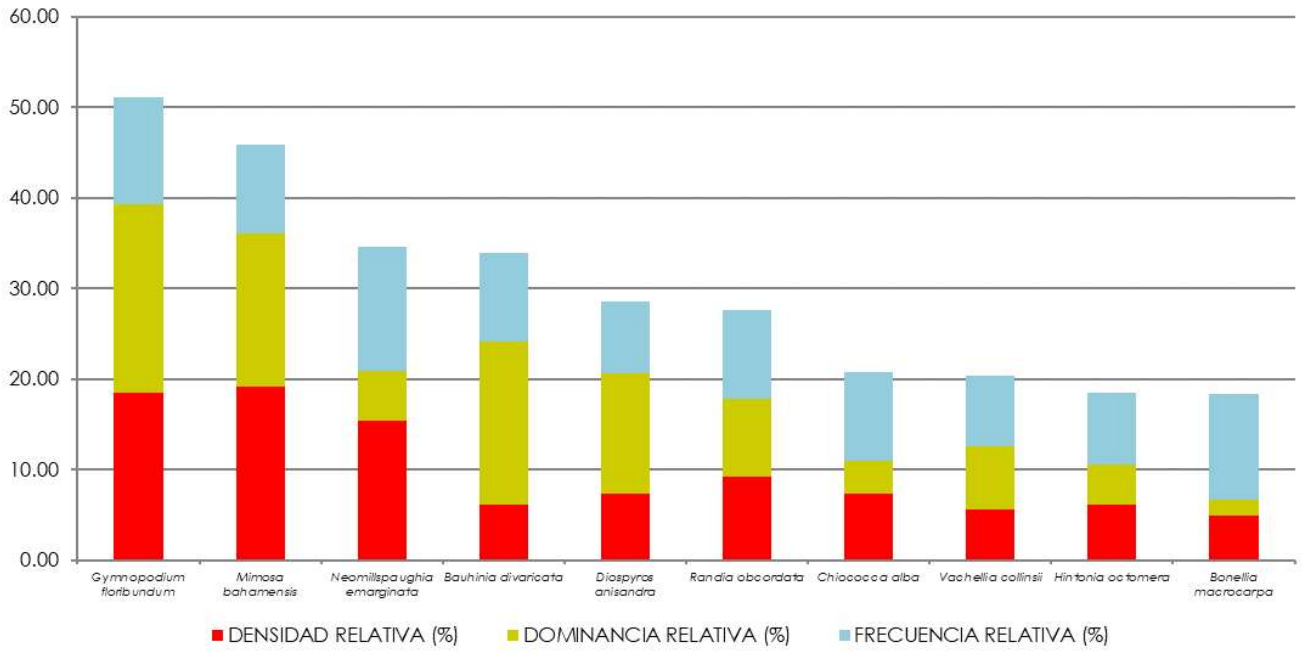
En cuanto a la equidad, se estimó un valor de J' = 0.9402, del cual se infiere que no hay especies más dominantes que otras en el estrato.

Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 10 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III. 16. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en la RE.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	18.52	20.83	11.76	51.12
2	*Mimosa bahamensis*	Sak káatsim	19.14	16.98	9.80	45.92
3	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	15.43	5.48	13.73	34.63
4	*Bauhinia divaricata*	Ts' ulub took'	6.17	18.02	9.80	34.00
5	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	7.41	13.30	7.84	28.55
6	*Randia obcordata*	Kat k'aax	9.26	8.64	9.80	27.70
7	*Chiococca alba*	Chakan che'	7.41	3.54	9.80	20.75
8	*Vachellia collinsii*	Subin che'	5.56	7.04	7.84	20.44
9	*Hintonia octomera*	Xpay lu'uch	6.17	4.46	7.84	18.48
10	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	4.94	1.71	11.76	18.41
TOTAL			**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica III. 10. Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo 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 arbustivo fueron las siguientes: *Gymnopodium floribundum* (19.14 %), *Bauhinia divaricata* (18.52 %) y *Mimosa bahamensis* (16.98 %). En cuanto a especies representativas por su densidad, destacan las especies *Mimosa bahamensis* (20.83 %), *Gymnopodium floribundum* (18.02 %) y *Neomillspaughia emarginata* (15.43 %). Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron: *Neomillspaughia emarginata* (13.73 %), y *Gymnopodium floribundum* y *Bonellia macrocarpa* (11.76 %).

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que dentro del estrato arbustivo predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *Gymnopodium floribundum* (51.12), *Mimosa bahamensis* (45.92) y *Neomillspaughia emarginata* (34.63).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies del estrato arbustivo dentro del área del proyecto bajo estudio:

Tabla III. 17. Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo de la RE.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Abundancia absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	V=-Pi * Ln(Pi)
1	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	1333	0.1852	-1.6864	0.3123
2	*Mimosa bahamensis*	Sak káatsim	1378	0.1914	-1.6536	0.3164
3	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	1111	0.1543	-1.8687	0.2884
4	*Bauhinia divaricata*	Ts' ulub took'	444	0.0617	-2.7850	0.1719
5	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	533	0.0741	-2.6027	0.1928
6	*Randia obcordata*	Kat k'aax	667	0.0926	-2.3795	0.2203
7	*Chiococca alba*	Chakan che'	533	0.0741	-2.6027	0.1928
8	*Vachellia collinsii*	Subin che'	400	0.0556	-2.8904	0.1606
9	*Hintonia octomera*	Xpay lu'uch	444	0.0617	-2.7850	0.1719
10	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	356	0.0494	-3.0082	0.1486
TOTAL			**7,200**	**1.0000**		**2.1760**

Tabla III. 18. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo de la RE.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	10
H' CALCULADA	2.1760
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.3026
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9450
H MAX-H CAL	0.1266
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	1.7690

El estrato arbustivo posee una riqueza específica de 10 especies, presentando un índice de diversidad H' calculada de 2.1760, lo que nos indica una diversidad media para el estrato arbustivo. La máxima diversidad que se puede alcanzar este estrato es de 2.3026, por lo que se infiere que el estrato no se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad de especies esperada. El Índice de Margalef dio un valor de 1.7690, el cual nos indica una diversidad de especies baja en el estrato arbustivo.

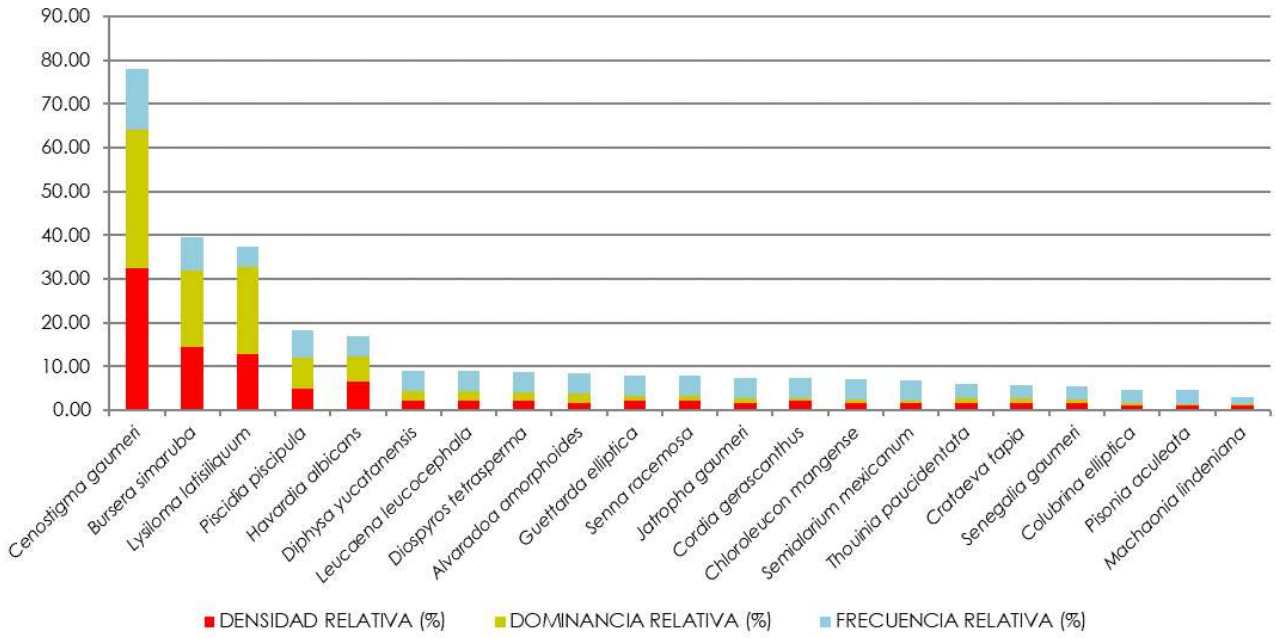
En cuanto a la equidad, se estimó un valor de J' = 0.9450, del cual se infiere que no hay especies más dominantes que otras en el estrato.

Especies en el estrato arbóreo

Las especies en el estrato arbóreo registraron una riqueza específica de 21 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III. 19. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo de la RE.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Cenostigma gaumeri*	Kitim che'	32.40	31.75	13.85	78.00
2	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	14.53	17.45	7.69	39.66
3	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	12.85	20.03	4.62	37.49
4	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	5.03	7.10	6.15	18.28
5	*Havardia albicans*	Chukum	6.70	5.51	4.62	16.83
6	*Diphysa yucatanensis*	Ts' uts' uk	2.23	2.19	4.62	9.04
7	*Leucaena leucocephala*	Waxim	2.23	2.07	4.62	8.92
8	*Diospyros tetrasperma*	Siliil	2.23	2.03	4.62	8.88
9	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	1.68	2.13	4.62	8.42
10	*Guettarda elliptica*	Subin t'eel	2.23	1.16	4.62	8.01
11	*Senna racemosa*	K'an lool	2.23	1.14	4.62	7.99
12	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	1.68	1.21	4.62	7.50
13	*Cordia gerascanthus*	Bojom	2.23	0.61	4.62	7.46
14	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	1.68	0.96	4.62	7.25
15	*Semialarium mexicanum*	Chum loob	1.68	0.53	4.62	6.83
16	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	1.68	1.22	3.08	5.97
17	*Crataeva tapia*	Kokché	1.68	1.05	3.08	5.81
18	*Senegalia gaumeri*	Box katsim	1.68	0.77	3.08	5.53
19	*Colubrina elliptica*	Sak na che	1.12	0.43	3.08	4.62
20	*Pisonia aculeata*	Béeb	1.12	0.35	3.08	4.55
21	*Machaonia lindeniana*	K'uch'eel	1.12	0.30	1.54	2.96
TOTAL			**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica III. 11. Valores de VIR de las especies en el 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 las siguientes: *Cenostigma gaumeri* (31.75 %), *Lysiloma latisiliquum* (20.03 %) y *Bursera simaruba* (17.45 %). En cuanto a especies representativas por su densidad, destacan las especies *Cenostigma gaumeri* (32.40 %), *Bursera simaruba* (14.53 %) y *Lysiloma latisiliquum* (12.85 %). Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron: *Cenostigma gaumeri* (13.85 %), *Bursera simaruba* (7.69 %) y *Piscidia piscipula* (6.15 %).

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que dentro del estrato arbóreo predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *Cenostigma gaumeri* (78.00), *Bursera simaruba* (39.66) y *Lysiloma latisiliquum* (37.49).

Por otro lado, en la siguiente tabla se presentan los resultados de la estimación de los índices de diversidad y de equidad para las especies con estrato arbóreo dentro de la RE:

Tabla III.20. Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbóreo de la RE.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Abundancia absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	V=-Pi * Ln(Pi)
1	*Cenostigma gaumeri*	Kitim che'	322	0.3240	-1.1269	0.3652
2	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	144	0.1453	-1.9293	0.2802
3	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	128	0.1285	-2.0519	0.2637
4	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	50	0.0503	-2.9902	0.1503
5	*Havardia albicans*	Chukum	67	0.0670	-2.7025	0.1812
6	*Diphysa yucatanensis*	Ts' uts' uk	22	0.0223	-3.8011	0.0849
7	*Leucaena leucocephala*	Waxim	22	0.0223	-3.8011	0.0849
8	*Diospyros tetrasperma*	Siliil	22	0.0223	-3.8011	0.0849

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Abundancia absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	V=-Pi * Ln(Pi)
9	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	17	0.0168	-4.0888	0.0685
10	*Guettarda elliptica*	Subin t'eel	22	0.0223	-3.8011	0.0849
11	*Senna racemosa*	K'an lool	22	0.0223	-3.8011	0.0849
12	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	17	0.0168	-4.0888	0.0685
13	*Cordia gerascanthus*	Bojom	22	0.0223	-3.8011	0.0849
14	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	17	0.0168	-4.0888	0.0685
15	*Semialarium mexicanum*	Chum loob	17	0.0168	-4.0888	0.0685
16	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	17	0.02	-4.0888	0.0685
17	*Crataeva tapia*	Kokché	17	0.0168	-4.0888	0.0685
18	*Senegalia gaumeri*	Box katsim	17	0.0168	-4.0888	0.0685
19	*Colubrina elliptica*	Sak na che	11	0.0112	-4.4942	0.0502
20	*Pisonia aculeata*	Béeb	11	0.0112	-4.4942	0.0502
21	*Machaonia lindeniana*	K'uch'eel	11	0.0112	-4.4942	0.0502
TOTAL			**994**	**1.0000**		**2.3805**

Tabla III. 21. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbóreo de la RE.

ESTRATO ARBÓREO	
RIQUEZA (S)	21
H' CALCULADA	2.3805
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.0445
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7819
H MAX-H CAL	0.6640
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	3.8555

El estrato arbóreo posee una riqueza específica de 21 especies, presentando un índice de diversidad H’ calculada de 2.3805, lo que nos indica una diversidad media para el estrato arbóreo. La máxima diversidad que se puede alcanzar este estrato es de 3.0445, por lo que se infiere que el estrato no se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad de especies esperada. El Índice de Margalef dio un valor de 3.8555, el cual nos indica una diversidad de especies media en el estrato arbóreo.

En cuanto a la equidad, se estimó un valor de J’ = 0.7819, del cual se infiere que hay especies más dominantes que otras en el estrato, tal es el caso de *Cenostigma gaumeri*, que fue la más dominante del estrato.

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 la RE se registraron las siguientes especies endémicas: *Pilosocereus gaumeri*, *Diospyros anisandra, Diospyros tetrasperma, Jatropha gaumeri, Diphysa yucatanensis, Havardia albicans, Senegalia gaumeri, Neomillspaughia emarginata, Machaonia lindeniana* y *Thouinia paucidentata*.

MUESTREO EN EL ÁREA DEL PROYECTO

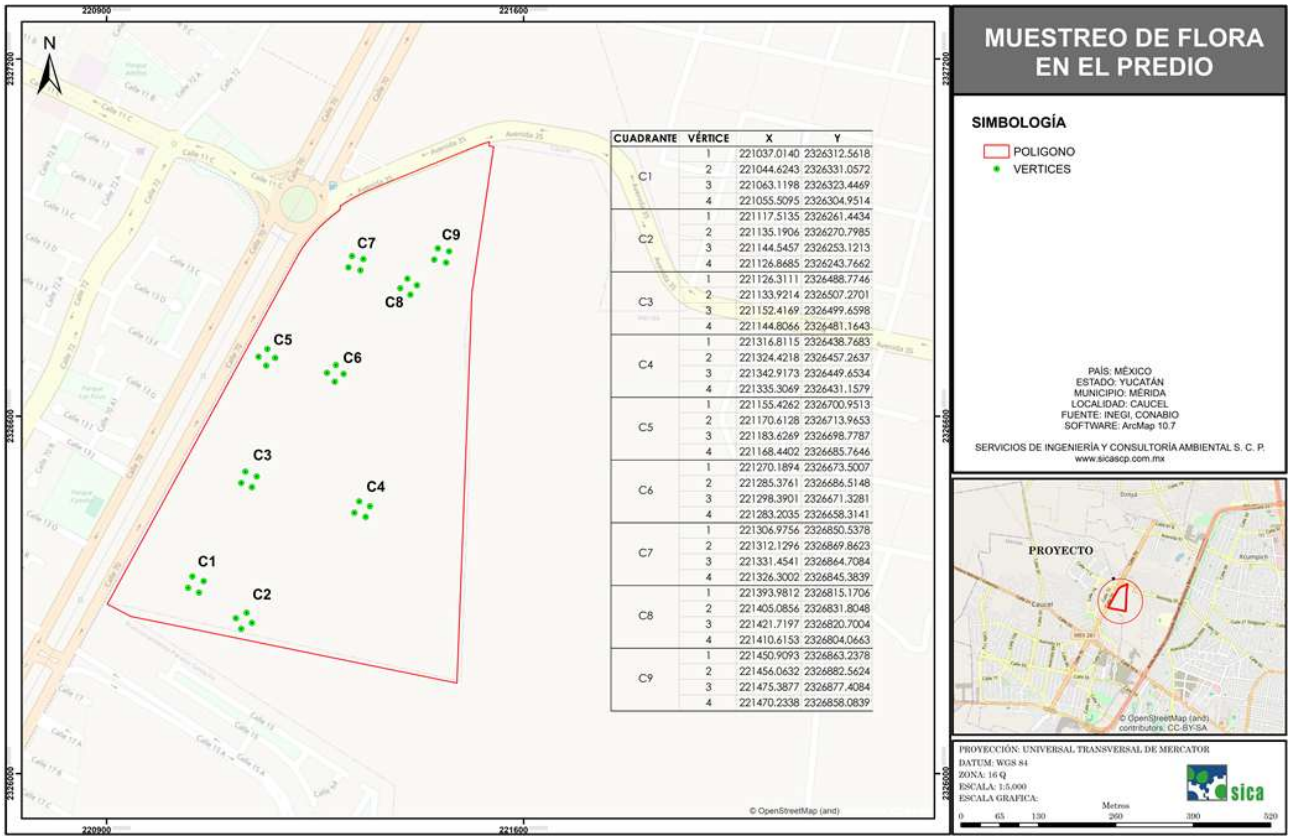
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

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

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. 22. Coordenadas delimitantes de los vértices de los cuadrantes de muestreo en el predio.

SITIO	VÉRTICE	X	Y
1	1	221037.0140	2326312.5618
	2	221044.6243	2326331.0572
	3	221063.1198	2326323.4469
	4	221055.5095	2326304.9514
2	1	221117.5135	2326261.4434
	2	221135.1906	2326270.7985
	3	221144.5457	2326253.1213
	4	221126.8685	2326243.7662
3	1	221126.3111	2326488.7746
	2	221133.9214	2326507.2701
	3	221152.4169	2326499.6598
	4	221144.8066	2326481.1643
4	1	221316.8115	2326438.7683
	2	221324.4218	2326457.2637
	3	221342.9173	2326449.6534
	4	221335.3069	2326431.1579
5	1	221155.4262	2326700.9513
	2	221170.6128	2326713.9653
	3	221183.6269	2326698.7787
	4	221168.4402	2326685.7646
6	1	221270.1894	2326673.5007
	2	221285.3761	2326686.5148
	3	221298.3901	2326671.3281
	4	221283.2035	2326658.3141
7	1	221306.9756	2326850.5378
	2	221312.1296	2326869.8623
	3	221331.4541	2326864.7084
	4	221326.3002	2326845.3839
8	1	221393.9812	2326815.1706
	2	221405.0856	2326831.8048
	3	221421.7197	2326820.7004
	4	221410.6153	2326804.0663
9	1	221450.9093	2326863.2378
	2	221456.0632	2326882.5624
	3	221475.3877	2326877.4084
	4	221470.2338	2326858.0839



CUADRANTE	VÉRTICE	X	Y
C1	1	221037.0140	2326312.5618
	2	221044.6243	2326331.0572
	3	221063.1198	2326323.4469
	4	221055.5095	2326304.9514
C2	1	221117.5135	2326261.4434
	2	221135.1906	2326270.7985
	3	221144.5457	2326253.1213
	4	221126.8685	2326243.7662
C3	1	221126.3111	2326488.7746
	2	221133.9214	2326507.2701
	3	221152.4169	2326499.6598
	4	221144.8066	2326481.1643
C4	1	221316.8115	2326438.7683
	2	221324.4218	2326457.2637
	3	221342.9173	2326449.6534
	4	221335.3069	2326431.1579
C5	1	221155.4262	2326700.9513
	2	221170.6128	2326713.9653
	3	221183.6269	2326698.7787
	4	221168.4402	2326685.7646
C6	1	221270.1894	2326673.5007
	2	221285.3761	2326686.5148
	3	221298.3901	2326671.3281
	4	221283.2035	2326658.3141
C7	1	221306.9756	2326850.5378
	2	221312.1296	2326869.8623
	3	221331.4541	2326864.7084
	4	221326.3002	2326845.3839
C8	1	221393.9812	2326815.1706
	2	221405.0856	2326831.8048
	3	221421.7197	2326820.7004
	4	221410.6153	2326804.0663
C9	1	221450.9093	2326863.2378
	2	221456.0632	2326882.5624
	3	221475.3877	2326877.4084
	4	221470.2338	2326858.0839

Figura III. 17. Distribución de los sitios de muestreo en el predio.

Listado de especies registradas

En total se observó en el área del proyecto la presencia de 29 especies de plantas pertenecientes a 28 géneros y 17 familias botánicas. A continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

Tabla IV.23. Listado de especies registradas en el predio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Ch'elem	Nativa	-
Bignoniaceae	*Bignonia diversifolia*	Anilkab	Nativa	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	Nativa	-
Capparaceae	*Crataeva tapia*	Kokché	Nativa	-
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Chum loob	Nativa	-
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	Nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	Endémica	-
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	Siliil	Endémica	-
Euphorbiaceae	*Dalechampia scandens*	Mo'olkoh	Nativa	-
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Ts' ulub took'	Nativa	-
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitim che'	Nativa	-
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	Nativa	-

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	*Diphysa yucatanensis*	Ts' uts' uk	Endémica	-
Fabaceae	*Havardia albicans*	Chukum	Endémica	-
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	Nativa	-
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Sak káatsim	Nativa	-
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	Nativa	-
Fabaceae	*Senna racemosa*	K'an lool	Nativa	-
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Subin che'	Nativa	-
Lamiaceae	*Hyptis suaveolens*	Xóolte' xnuuk	Nativa	-
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Béeb	Nativa	-
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Siit	Nativa	-
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	Nativa	-
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	Endémica	-
Rubiaceae	*Morinda royoc*	Hoyoc	Nativa	-
Rubiaceae	*Randia obcordata*	Kat k'aax	Nativa	-
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	Endémica	-
Simaroubaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	Nativa	-
Theophrastaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	-

CONFIABILIDAD DE MUESTREO

HERBÁCEAS

A continuación, con el análisis de los datos obtenidos en campo, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla III. 24. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para el estrato herbáceo en sitios de muestreo del predio.

Sitio	ESTIMADORES				
	S(est)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	0	0	0	0	0
2	3.56	4.13	3.56	3.56	3.56
3	5.22	5.74	6.5	6.96	6.11
4	5.99	6.19	6.72	7.59	6.82
5	6.35	6.4	6.67	7.49	7
6	6.54	6.54	6.63	7.28	7
7	6.67	6.67	6.7	7.3	7.04
8	6.78	6.79	6.79	7.46	7.13
9	6.89	6.89	6.89	7.67	7.23

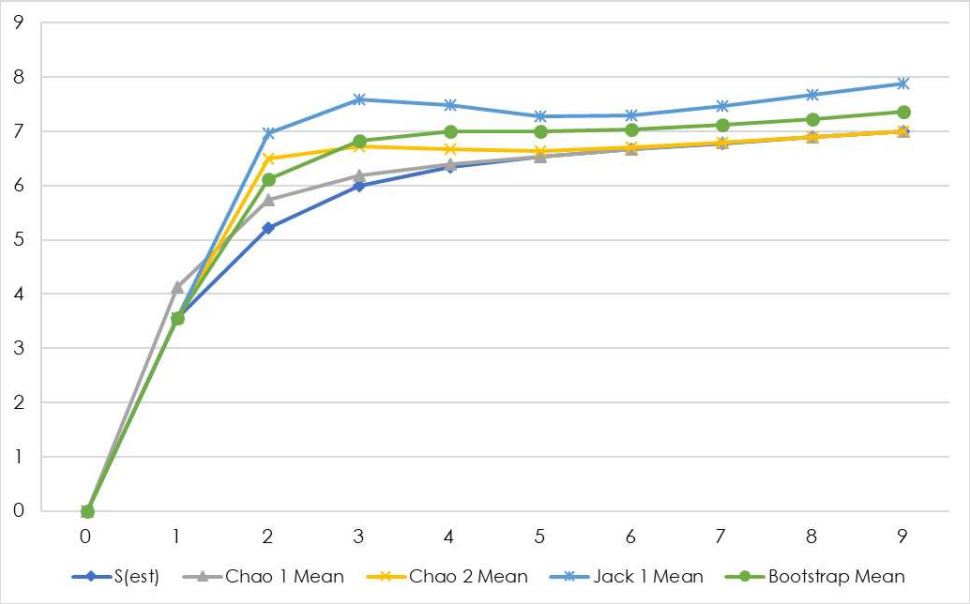
Tabla III. 25. Cálculo del índice de completitud para el estrato herbáceo en el predio.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad
S(est)	7.00	%

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad
Chao 1 Mean	7.00	100.00 %
Chao 2 Mean	7.00	100.00 %
Jack 1 Mean	7.89	88.72 %
Bootstrap Mean	7.36	95.11%

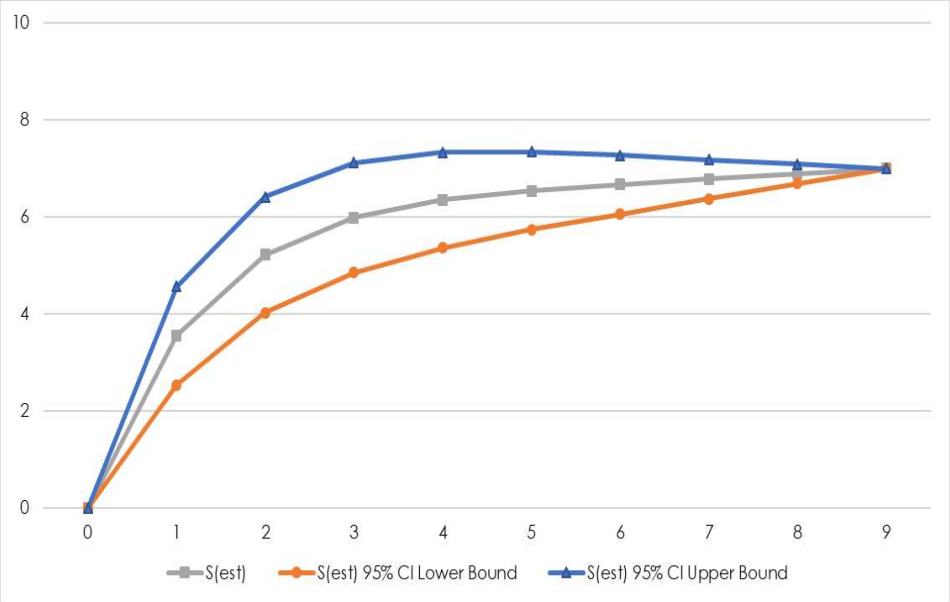
Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores se encuentran por arriba del 80 % de fiabilidad, el promedio fue del 95.96 % por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente.

A continuación, con base a los datos de los estimadores obtenidos que se observan en la Tabla anterior, se presenta la curva de acumulación de especies obtenida para los nueve sitios de muestreo realizados:



Gráfica III. 12. Curva de acumulación de especies del estrato herbáceo en predio de muestreo.

Como se observa en la gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 5. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 6 y 7.



Gráfica III.13. Intervalos de confianza al 95%.

En la gráfica anterior se observa que los datos de la serie S Means (runs) se encuentran dentro los intervalos de confianza al 95 %.

ARBUSTIVAS

A continuación, con el análisis de los datos obtenidos en campo, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla III.26. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para el estrato arbustivo en sitios de muestreo del predio.

	ESTIMADORES				
	S(est)	**Chao 1 Mean**	**Chao 2 Mean**	**Jack 1 Mean**	**Bootstrap Mean**
1	3.67	3.84	3.65	3.65	3.65
2	5.44	5.85	6.39	7.07	6.22
3	6.51	7.00	7.62	8.44	7.39
4	7.21	7.89	8.15	9.22	8.17
5	7.63	8.04	8.12	9.24	8.49
6	7.87	8.12	8.08	9.06	8.62
7	7.97	8.07	8.05	8.62	8.54
8	8.00	8.00	8.00	8.18	8.35
9	8.00	8.00	8.00	8.00	8.21

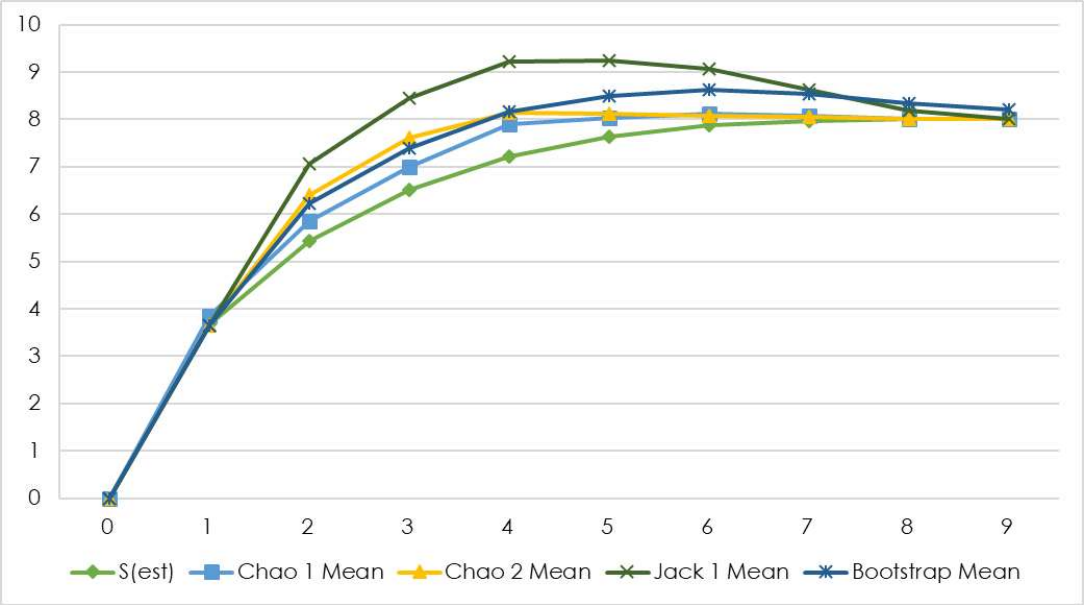
Tabla III.27. Cálculo del índice de completitud para el estrato arbustivo del predio.

Estimadores	**Riqueza estimada**	**Representatividad %**
S(est)	8.00	

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Chao 1 Mean	8.00	100.00%
Chao 2 Mean	8.00	100.00%
Jack 1 Mean	8.00	100.00%
Bootstrap Mean	8.21	97.44%

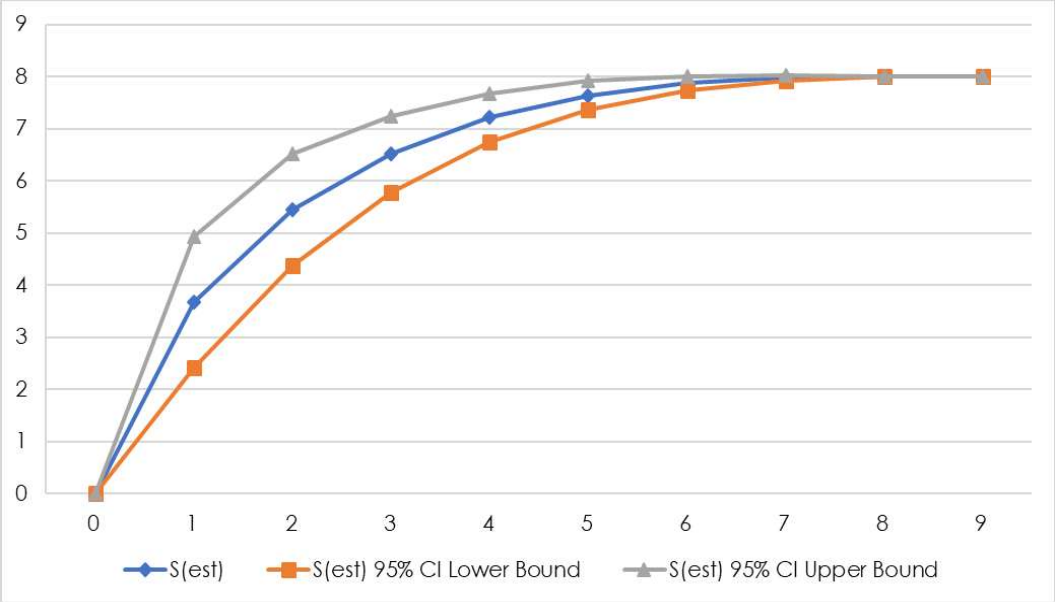
Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores se encuentran por arriba del 90% de fiabilidad, el promedio es del 99%, por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente.

A continuación, con base a los datos de los estimadores obtenidos que se observan en la tabla anterior, se presenta la curva de acumulación de especies obtenidas para los 9 sitios de muestreo realizados.



Gráfica III.14. Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo.

Como se observa en la gráfica anterior, los datos de especies obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), las otras series corresponden a los estimadores utilizados. La asíntota se empieza a conseguir a partir del sitio de muestreo 7, es decir, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más sitios de muestreo. De igual forma se puede observar en la gráfica que todos los estimadores presentan una tendencia asintótica a partir de los sitios de muestreo 7 y 8.



Gráfica III.15. Intervalos de confianza al 95%.

En la gráfica anterior se observa que los datos de la serie S Means (runs) se encuentran dentro los intervalos de confianza al 95 %.

ARBÓREAS

A continuación, con el análisis de los datos obtenidos en campo, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla III.28. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para el estrato arbóreo en sitios de muestreo del predio.

Sitio	ESTIMADORES				
	S(est)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	6.11	9.12	6.11	6.11	6.11
2	8.81	10.69	10.50	11.52	10.18
3	10.44	13.12	12.76	13.83	12.11
4	11.58	13.49	13.44	14.84	13.16
5	12.42	13.64	14.39	15.56	13.93
6	13.04	13.51	14.31	15.89	14.49
7	13.47	13.65	14.31	16.07	14.91
8	13.78	13.74	14.14	15.78	14.97
9	14.00	14.00	14.22	15.78	15.11

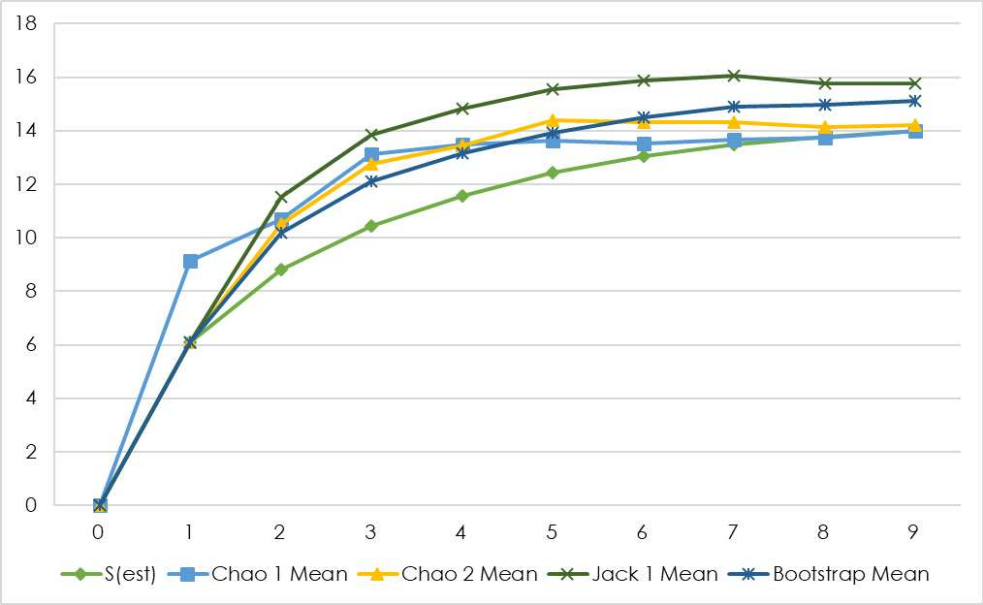
Tabla III.29. Cálculo del índice de Completitud

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
S(est)	14.00	

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Chao 1 Mean	14.00	100.00%
Chao 2 Mean	14.22	98.45%
Jack 1 Mean	15.78	88.72%
Bootstrap Mean	15.11	92.65%

Para este estrato dentro del predio se obtuvo un valor promedio de completitud del 94.96%, en donde el indicador con mayor valor fue el Chao 1 Mean con el 100% y el menor valor fue la prueba de Jack 1 Mean con una representatividad del 88.72%. Por lo que, se concluye que el muestreo realizado en este estrato a afectar en el predio fue suficiente y con alta fiabilidad.

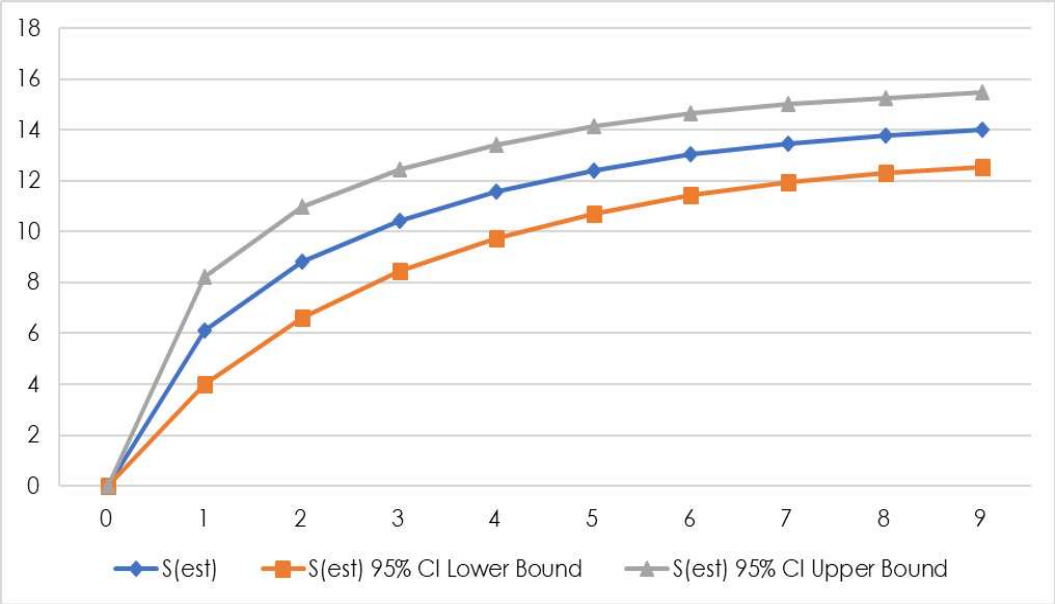
A continuación, con base a los datos de los estimadores obtenidos que se observan en la tabla anterior, se presenta la curva de acumulación de especies obtenida para los 9 sitios de muestreo realizados:



Gráfica III. 16. Curva de acumulación de las especies.

Como se observa en la gráfica anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(est), el resto corresponden a los indicadores utilizados. La asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 7, esto indica que la riqueza no sufrirá cambios significativos al realizar más muestreos en otros sitios. En general todos los estimadores mostraron una clara tendencia asintótica.

En cuanto al gráfico siguiente, referente a los intervalos de confianza, se observan los datos de la serie S Means (runs) que se encuentran dentro de los intervalos de confianza al 95%.

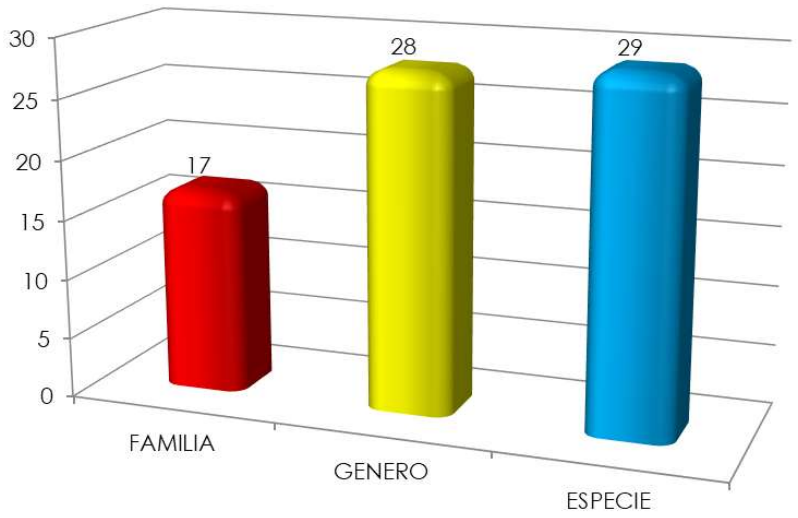


Gráfica III. 17. Intervalos de confianza al 95%.

Con base a todo lo anteriormente descrito, se puede concluir que el esfuerzo de muestreo, tamaño de la muestra y el error permitido en los muestreos realizados por estratos de la vegetación son totalmente aceptables y fiables para un análisis y resultados objetivos para la comunidad vegetal de la microcuenca en donde se encuentra inmerso el predio de estudio.

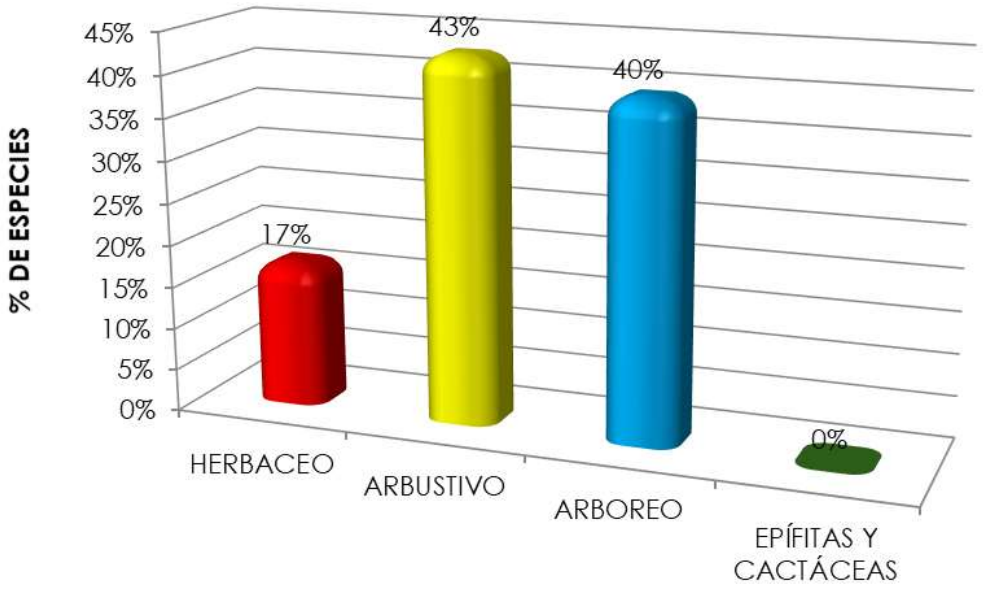
RESULTADOS DEL MUESTREO DE DIVERSIDAD

De acuerdo con la caracterización realizada se obtuvo un listado de 29 especies de flora pertenecientes a 28 géneros y 17 familias botánicas. A continuación, se presenta una figura comparativa entre las especies, géneros y familias registradas:



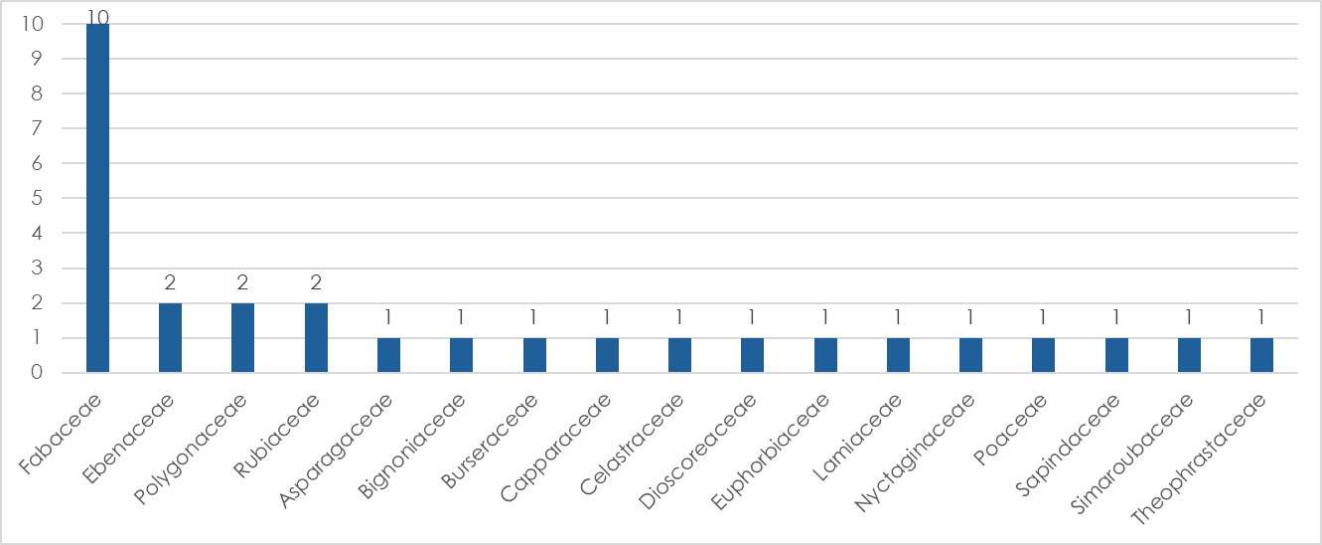
Gráfica III. 18. Riqueza taxonómica de las especies, géneros y familias presentes en el sitio de estudio.

En cuanto a la distribución de especies, para el muestreo se obtuvo un mayor registro de especies en el estrato arbustivo con 43%, seguida de las arbóreas como un 40%. El tercer lugar lo ocupó el estrato herbáceo con un 17%, siendo importante mencionar que no se obtuvieron registro de especies epífitas ni cactáceas dentro del área de muestreo.



Gráfica III. 19. Distribución de la riqueza de los estratos observados dentro del predio bajo estudio.

Dentro de las familias botánicas, la Fabaceae fue la familia que domino entre las otras familias, con 14 especies registradas, representando el 26% de las especies.



Gráfica III. 1. Familias y sus abundancias relativas que se encontraban en el sitio de estudio

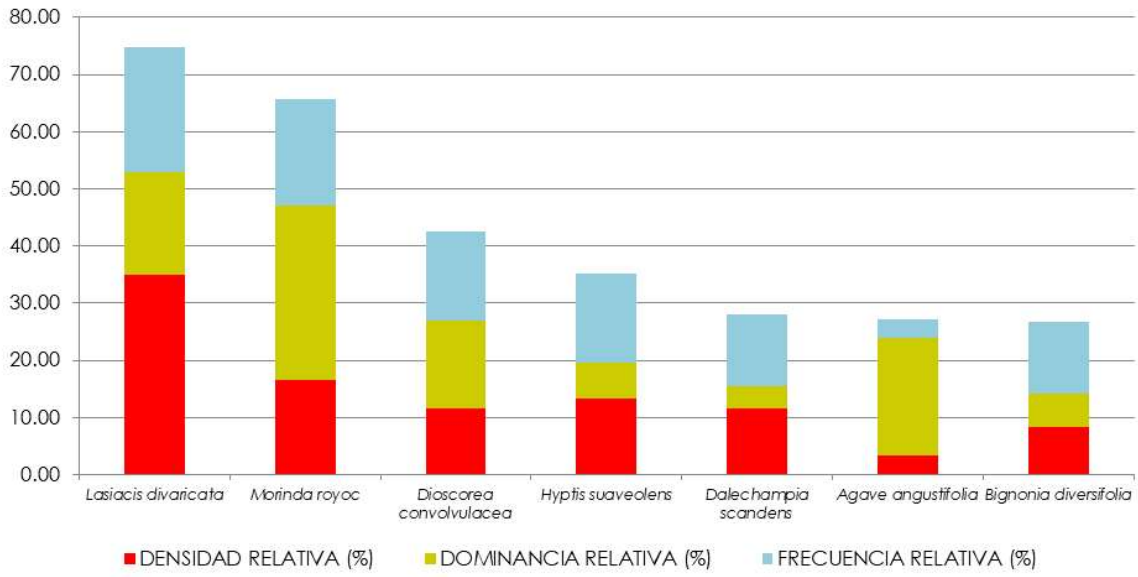
A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos en los sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.

ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO

En el estrato herbáceo del predio bajo estudio se registraron siete especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de importancia relativa (VIR):

Tabla III.30. Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo del área de estudio

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Lasiacis divaricata*	Siit	35.00	17.91	21.88	74.79
2	*Morinda royoc*	Hoyoc	16.67	30.36	18.75	65.78
3	*Fridericia floribunda*	Anik ak’	11.67	15.24	15.63	42.53
4	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	13.33	6.28	15.63	35.24
5	*Agave angustifolia*	Ch'elem	11.67	3.78	12.50	27.94
6	*Bignonia diversifolia*	Anilkab	3.33	20.61	3.13	27.07
7	*Acanthocereus tetragonus*	Xnumtsuytsuy	8.33	5.83	12.50	26.66
TOTAL			**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica III.20. Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registrada dentro del estrato herbáceo fueron las siguientes: *Morinda royoc* (30.36 %), *Agave angustifolia* (20.61 %) y *Lasiacis divaricata* (17.91 %). En cuanto a especies representativas por su densidad, destacan las especies *Lasiacis divaricata* (35.00 %), *Morinda royoc* (16.67 %) y *Hyptis suaveolens* (13.33 %). Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron: *Lasiacis divaricata* (21.88 %), *Morinda royoc* (18.75 %) y *Dioscorea convolvulacea* (15.63 %).

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que dentro del estrato herbáceo predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *Lasiacis divaricata* (74.79), *Morinda royoc* (65.78) y *Dioscorea convolvulacea* (42.53).

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

Tabla III.31. Estimación del índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Número de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	V=-Pi * Ln(Pi)
1	*Lasiacis divaricata*	Siit	21	0.3500	-1.0498	0.3674
2	*Morinda royoc*	Hoyoc	10	0.1667	-1.7918	0.2986
3	*Fridericia floribunda*	Anik ak'	7	0.1167	-2.1484	0.2507
4	*Dioscorea convolvulacea*	Makal k'uch	8	0.1333	-2.0149	0.2687
5	*Agave angustifolia*	Ch'elem	7	0.1167	-2.1484	0.2507
6	*Bignonia diversifolia*	Anilkab	2	0.0333	-3.4012	0.1134
7	*Acanthocereus tetragonus*	Xnumtsuytsuy	5	0.0833	-2.4849	0.2071
TOTAL			**60**	**1.0000**		**1.0000**

Tabla III.32. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

ESTRATO HERBACEO	
RIQUEZA (S)	7
H' CALCULADA	1.7565
H' MAXIMA=Ln (S)	1.9459
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9026
H MAX-H CAL	0.1894
INDICE DE MARGALEF (DMg)	1.4654

El estrato herbáceo presente dentro del predio bajo estudio posee una riqueza específica de 7 especies, las cuales poseen una equitatividad de 0.9026, lo cual infiere en que no hay especies más dominantes que otras en el estrato.

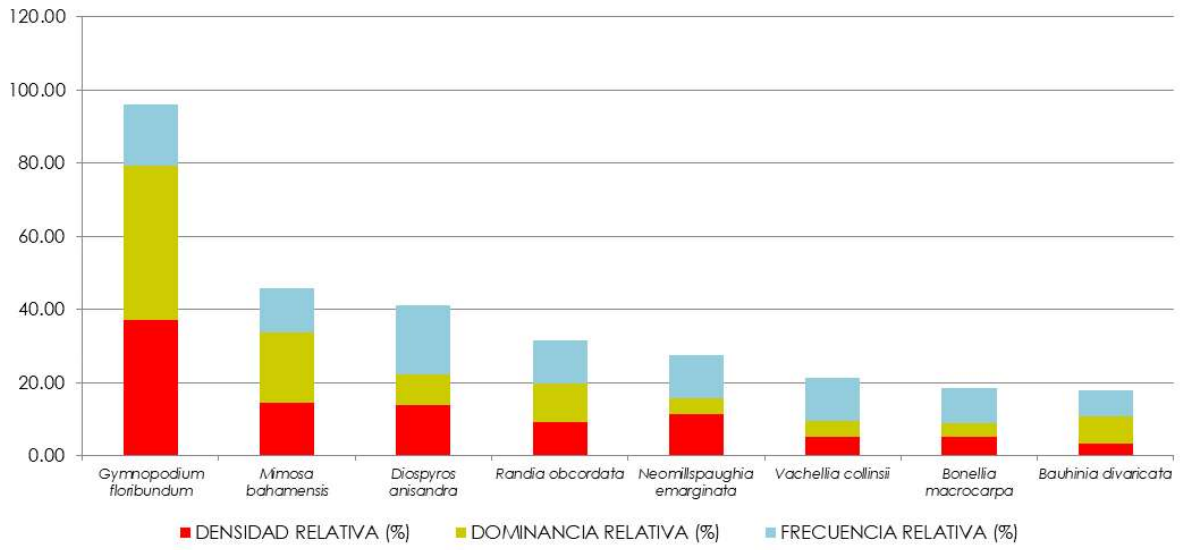
El estrato herbáceo posee una riqueza específica de siete especies, presentando un índice de diversidad H' calculada de 1.7565, lo que nos indica una diversidad media para el estrato herbáceo. La máxima diversidad que se puede alcanzar este estrato es de 1.9459, por lo que se infiere que el estrato no se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad de especies esperada. El Índice de Margalef dio un valor de 1.4654, el cual nos indica una diversidad de especies baja en el estrato herbáceo.

ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO

En el estrato arbustivo del predio bajo estudio se registraron 8 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III.33. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio bajo estudio.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	42.35	37.09	16.67	96.10
2	*Mimosa bahamensis*	Sak káatsim	19.32	14.57	11.90	45.80
3	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	8.36	13.91	19.05	41.32
4	*Randia obcordata*	Kat k'aax	10.42	9.27	11.90	31.59
5	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	4.37	11.26	11.90	27.53
6	*Vachellia collinsii*	Subin che'	4.20	5.30	11.90	21.40
7	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	3.65	5.30	9.52	18.47
8	*Bauhinia divaricata*	Ts' ulub took'	7.33	3.31	7.14	17.79
TOTAL			**100**	**100**	**100**	**300**



Gráfica III. 21. Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registrada dentro del estrato arbustivo fueron las siguientes: *Gymnopodium floribundum* (42.35 %), *Mimosa bahamensis* (19.32 %) y *Randia obcordata* (10.42 %). En cuanto a especies representativas por su densidad, destacan las especies *Gymnopodium floribundum* (37.09 %), *Mimosa bahamensis* (14.57 %) y *Diospyros anisandra* (13.91 %). Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron: *Diospyros anisandra* (19.05 %), *Gymnopodium floribundum* (16.67 %) y *Mimosa bahamensis* (11.90 %).

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que dentro del estrato arbustivo predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *Gymnopodium floribundum* (96.10), *Mimosa bahamensis* (45.80) y *Dyospiros anisandra* (41.32).

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. 34. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-PI * LN(PI)
1	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	**56**	0.3709	-0.9919	0.3679
2	*Mimosa bahamensis*	Sak káatsim	**22**	0.1457	-1.9262	0.2806
3	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	**21**	0.1391	-1.9728	0.2744
4	*Randia obcordata*	Kat k'aax	**14**	0.0927	-2.3782	0.2205
5	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	**17**	0.1126	-2.1841	0.2459
6	*Vachellia collinsii*	Subin che'	**8**	0.0530	-2.9378	0.1556
7	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	**8**	0.0530	-2.9378	0.1556
8	*Bauhinia divaricata*	Ts' ulub took'	**5**	0.0331	-3.4078	0.1128
TOTAL			**151**	**1**		**1.8134**

Tabla III. 35. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	8
H' CALCULADA	1.8134
H' MAXIMA=Ln (S)	2.0794
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8721
H MAX-H CAL	0.2661
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	1.3952

El estrato arbustivo posee una riqueza específica de 8 especies, las cuales presentan una equidad de 0.8721, con el cual se confirma la baja presencia de especies dominantes en este estrato.

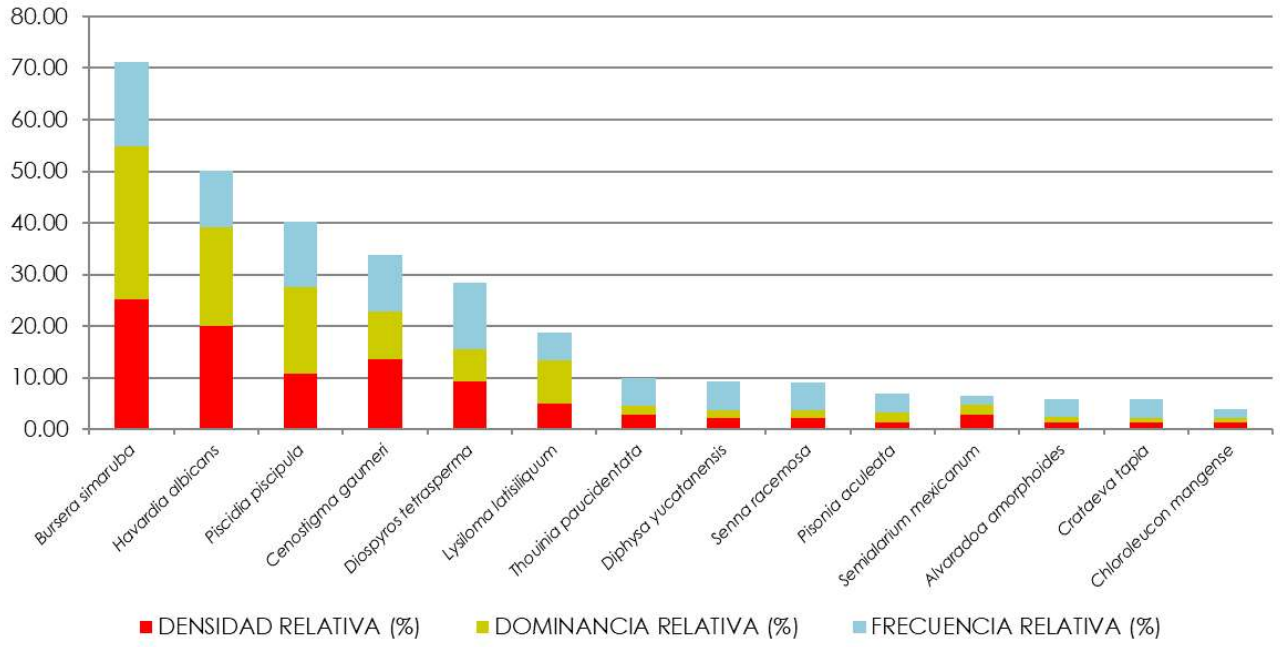
La diversidad H' calculada para el estrato es de 1.8134, lo que indica que el área del proyecto tiene una diversidad baja. La máxima diversidad que se puede alcanzar en el estrato arbustivo es de 2.0794, por lo que se infiere que el estrato está cerca de alcanzar una distribución idealmente equiabundante, lo que se confirma con su alto índice de equidad (J= 0.8721). Para el Índice de Margalef se calculó un valor de 1.3952, lo que indica que el estrato arbustivo tiene una diversidad baja.

ESPECIES EN EL ESTRATO ARBÓREO

En el estrato arbóreo del predio bajo estudio se registraron 14 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla III. 36. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo en el predio bajo estudio.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
1	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	29.61	25.18	16.36	71.16
2	*Havardia albicans*	Chukum	18.98	20.14	10.91	50.04
3	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	16.72	10.79	12.73	40.24
4	*Cenostigma gaumeri*	Kitim che'	9.21	13.67	10.91	33.79
5	*Diospyros tetrasperma*	Siliil	6.26	9.35	12.73	28.34
6	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	8.36	5.04	5.45	18.85
7	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	1.64	2.88	5.45	9.97
8	*Diphysa yucatanensis*	Ts' uts' uk	1.64	2.16	5.45	9.26
9	*Senna racemosa*	K'an lool	1.45	2.16	5.45	9.06
10	*Pisonia aculeata*	Béeb	1.89	1.44	3.64	6.97
11	*Semialarium mexicanum*	Chum loob	1.87	2.88	1.82	6.57
12	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	0.88	1.44	3.64	5.95
13	*Crataeva tapia*	Kokché	0.76	1.44	3.64	5.83
14	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	0.74	1.44	1.82	3.99
TOTAL			**100**	**100**	**100**	**100**



Gráfica III. 22. Valores de VIR de las especies en el estrato arbóreo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registrada dentro del estrato arbóreo fueron las siguientes: *Bursera simaruba* (29.61 %), *Havardia albicans* (18.98 %) y *Piscidia piscipula* (16.72 %). En cuanto a especies representativas por su densidad, destacan las especies *Bursera simaruba* (25.18 %), *Havardia albicans* (20.14 %) y *Cenostigma gaumeri* (13.67 %). Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron: *Bursera simaruba* (16.36 %), *Piscidia piscipula (12.73%)* y *Diospyros tetrasperma* (12.73 %).

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que dentro del estrato arbóreo predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *Bursera simaruba* (71.16), *Havardia albicans* (50.04) y *Piscidia piscipula* (40.24).

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.37. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbóreo del predio bajo estudio.

#	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Número de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	V=-Pi * Ln(Pi)
1	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	**35**	0.2518	-1.3791	0.3473
2	*Havardia albicans*	Chukum	**28**	0.2014	-1.6022694	0.3228
3	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	**15**	0.1079	-2.2264	0.2403
4	*Cenostigma gaumeri*	Kitim che'	**19**	0.1367	-1.9900	0.2720
5	*Diospyros tetrasperma*	Siliil	**13**	0.0935	-2.3695	0.2216
6	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	**7**	0.0504	-2.9886	0.1505
7	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	**4**	0.0288	-3.5482	0.1021
8	*Diphysa yucatanensis*	Ts' uts' uk	**3**	0.0216	-3.8359	0.0828
9	*Senna racemosa*	K'an lool	**3**	0.0216	-3.8359	0.0828
10	*Pisonia aculeata*	Béeb	**2**	0.0144	-4.2413	0.0610
11	*Semialarium mexicanum*	Chum loob	**4**	0.0288	-3.5482	0.1021
12	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	**2**	0.0144	-4.2413	0.0610
13	*Crataeva tapia*	Kokché	**2**	0.0144	-4.2413	0.0610
14	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	**2**	0.0144	-4.2413	0.0610
TOTAL			**139**	**1.0000**		**2.1683**

Tabla III. 38. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbóreo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBÓREO	
RIQUEZA (S)	14
H' CALCULADA	2.1683
H' MAXIMA=Ln (S)	2.6391
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8216
H MAX-H CAL	0.4707
ÍNDICE DE MARGALEF (DMg)	2.6345

El estrato arbóreo posee una riqueza específica de 14 especies, presentando un índice de diversidad H' calculada de 2.1683, lo que nos indica una diversidad media para el estrato arbóreo. La máxima diversidad que se puede alcanzar este estrato es de 2.6391, por lo que se infiere que el estrato no se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad de especies esperada. El Índice de Margalef dio un valor de 2.6345, el cual nos indica una diversidad de especies media en el estrato arbóreo.

En cuanto a la equidad, se estimó un valor de J' = 0.8216, del cual se infiere que hay especies más dominantes que otras en el estrato, tal es el caso de *Bursera simaruba*, que fue la más dominante del estrato.

USOS Y APROVECHAMIENTOS DE LA VEGETACIÓN.

La mayor parte de las especies vegetales registradas en este estudio, son comunes en la región. Algunas de las especies registradas son de importancia local o regional, y son aprovechadas por los pobladores de la zona. Entre los principales usos que se observan en la zona es el de la leña, melíferas, medicinales, estructura habitacional (horcones y soportes) y cerco vivo, principalmente.

Tabla III.39. Usos de algunas especies de plantas registradas dentro del predio bajo estudio.

ESPECIE	USOS
Bursera simaruba	Ritual; melífera; artesanal; aromático, entre otros.
Lasiacis divaricata	Forraje, ornamental y artesanía.
Mimosa bahamensis	Medicinal, melífera, y leña
Lysiloma latisiliquum	Medicinal; maderable; melífera; forrajera.
Piscidia piscipula	Medicinal; maderable; melífera.
Gymnopodium floribundum	Forrajera; melífera; maderable.
Havardia albicans	Medicinal, maderable, se usa para curtir pieles, melífera y como cerca viva.

PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES VEGETALES BAJO EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN LEGAL, DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y OTROS ORDENAMIENTOS EN EL PREDIO Y LA RE.

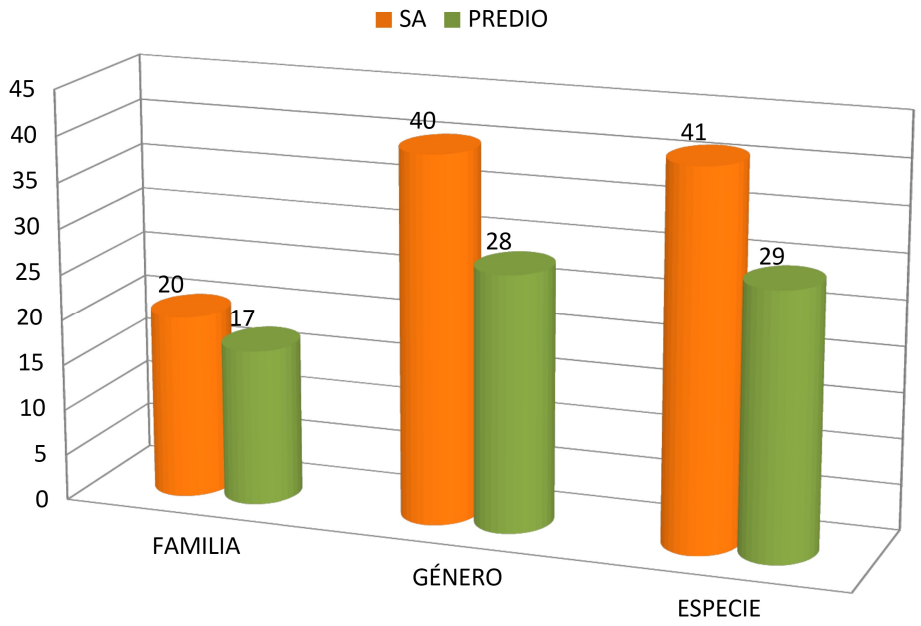
Dentro del predio bajo estudio en ningún momento fue registrada alguna especie catalogada bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo).

Especies endémicas

En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: *Diospyros anisandra, Diospyros tetrasperma, Jatropha gaumeri, Diphysa yucatanensis, Havardia albicans, Senegalia gaumeri, Neomillspaughia emarginata, Thouinia paucidentata.*

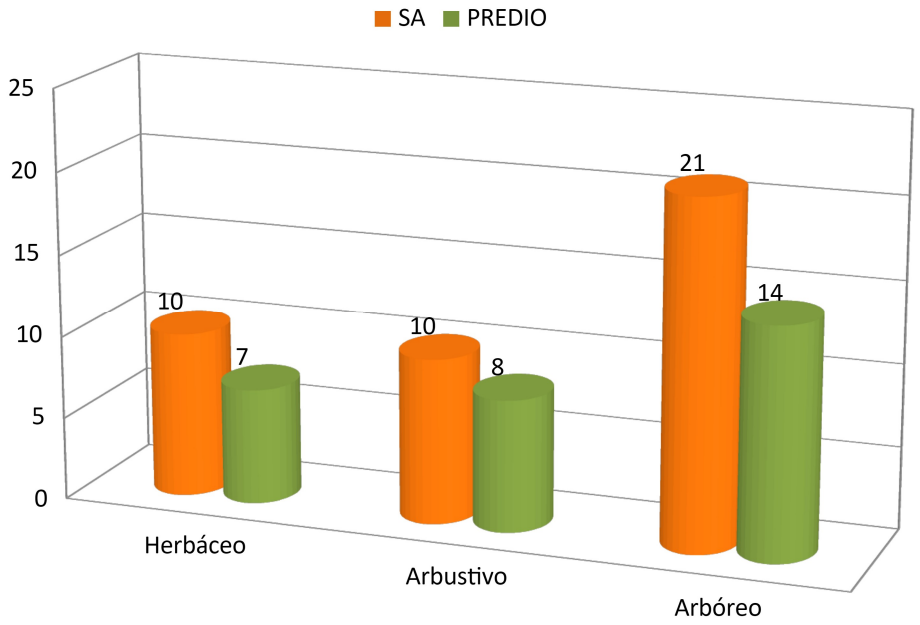
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ENTRE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y EL PREDIO

Los muestreos realizados en la RE dieron como resultado un total de 41 especies pertenecientes a 40 géneros y a 20 familias botánicas, mientras que dentro del predio se registraron 29 especies pertenecientes a 28 géneros y a 17 familias botánicas. Estos resultados indican que la composición florística del SA presentó una mayor riqueza específica a comparación del área del proyecto, como se puede apreciar en la siguiente gráfica:



Gráfica III. 23. Riqueza florística entre la RE y el predio.

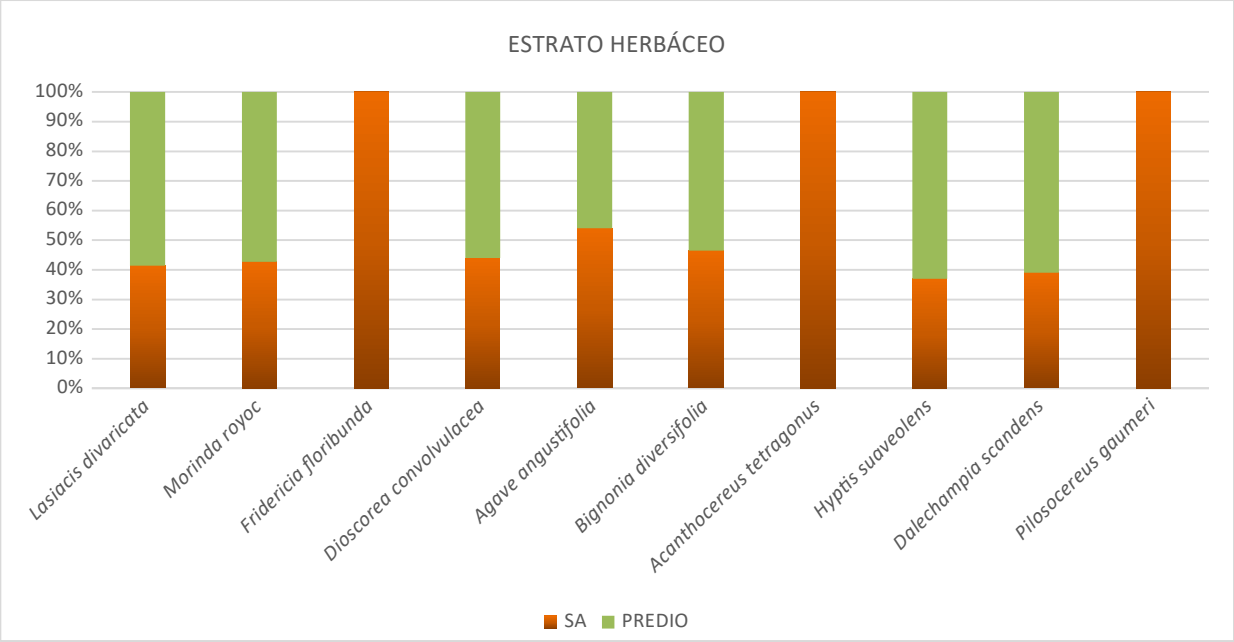
n la siguiente gráfica se presenta la comparación entre la riqueza de especies de cada estrato florístico entre la RE y el predio. Como se observa, en todos los estratos la riqueza de especies fue mayor en la RE a comparación del predio.



Gráfica III. 24. 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:

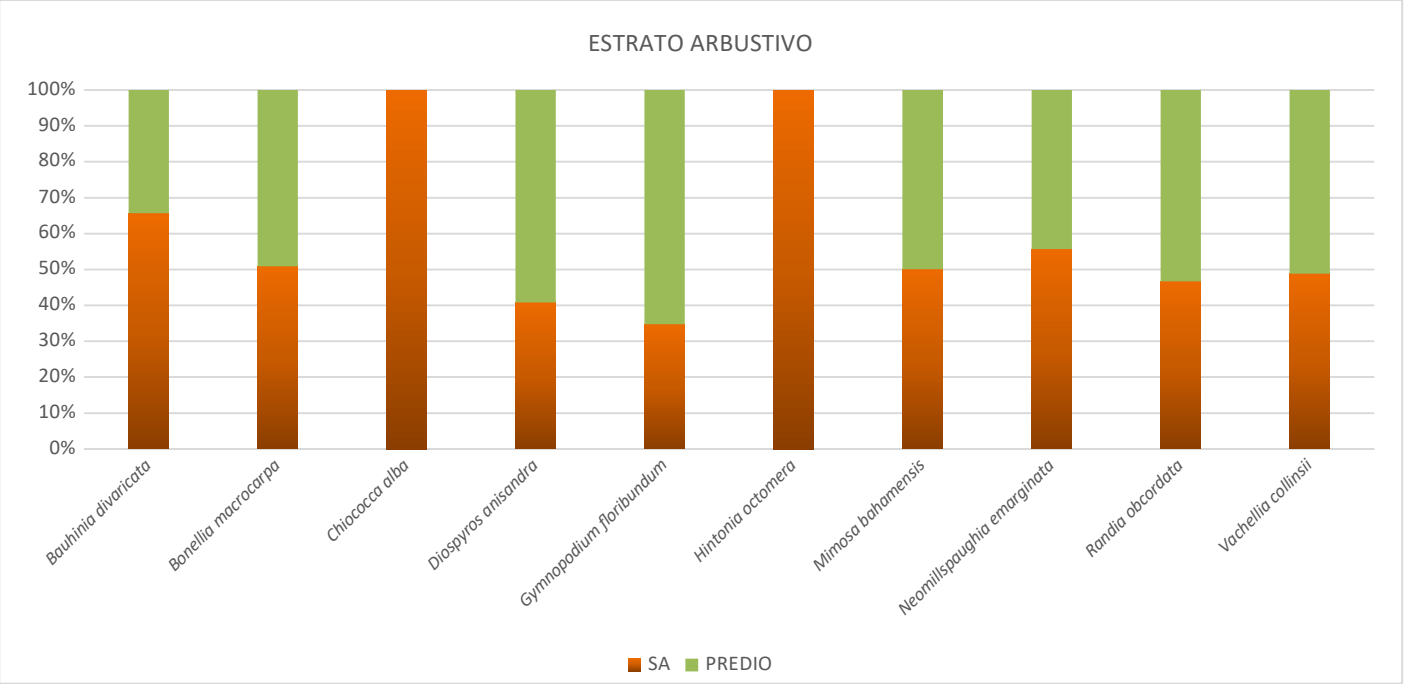
Estrato herbáceo. En la RE se registró un total de 10 especies, y en el área del proyecto siete especies. Lo anterior indica que en la RE hay una mayor riqueza específica con respecto al área del proyecto. Todas las especies registradas en el área del proyecto se compartieron con las de la RE, mientras que en la RE se registraron tres especies que no fueron registradas en el área del proyecto. En la siguiente gráfica se comparan los valores de importancia relativa de las especies que coinciden en las unidades de análisis.



Gráfica III. 25. Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato herbáceo.

En cuanto a las especies de mayor importancia de la RE son *Lasiacis divaricata, Morinda royoc* y *Fridericia floribunda*, mientras que en el área del proyecto las especies con los mayores valores de importancia relativa fueron: *Lasiacis divaricata*, *Morinda royoc* y *Dioscorea convulacea*; siendo las dos primeras compartidas con el área del proyecto como las especies con los mayores valores de importancia relativa. Con base en la información anteriormente expuesta, se determina que el estrato de herbáceas del SA es más diverso que en el área del proyecto.

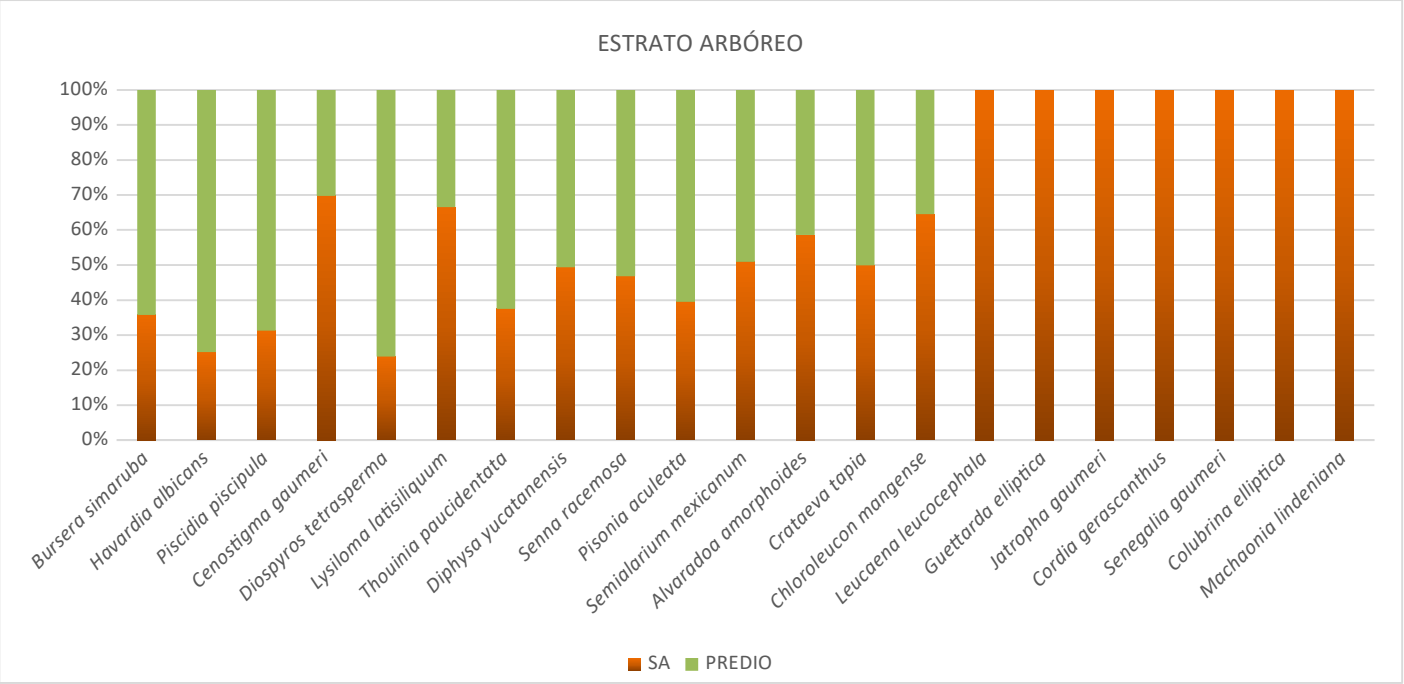
Estrato arbustivo. En el estrato arbustivo de la RE se registraron un total de 10 especies, mientras que en el área del proyecto se registraron ocho especies. Todas las especies registradas en el área del proyecto se compartieron con las del SA, mientras que en la RE se registraron dos especies que no fueron registradas en el área del proyecto.



Gráfica III. 26. Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbustivo.

En cuanto a las especies de mayor importancia para la RE, están *Gymnopodium floribundum, Mimosa bahamensis* y *Neomillspaughia emarginata*, para el área del proyecto están *Gymnopodium floribundum, Mimosa bahamensis y Diospyros anisandra*. Como se puede observar, se comparten dos de las especies con de los mayores valores de importancia relativa.

Estrato arbóreo. En el estrato arbóreo de la RE se registró un total de 21 especies, mientras que en el área del proyecto se registraron 14 especies arbóreas. Lo anterior indica que existe una mayor riqueza específica en la RE con respecto al predio. Todas las especies registradas en el área del proyecto se compartieron con las del SA, mientras que en la RE se registraron siete especies que no fueron registradas en el área del proyecto.



Gráfica III. 27. Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbóreo.

En cuanto a las especies de mayor importancia para la RE se encuentran las siguientes: *Cenostigma gaumeri*, *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*; mientras que, para el área del proyecto, las especies con los mayores valores de importancia relativa fueron *Bursera simaruba*, *Havardia albicans* y *Piscidia piscipula*. Como se aprecia, únicamente se comparte una especie con los mayores valores de importancia relativa.

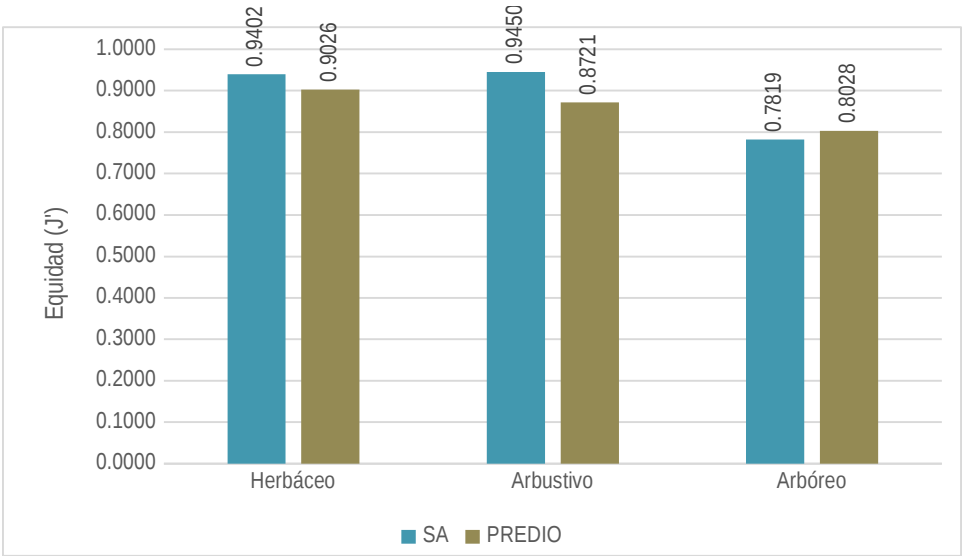
De acuerdo con los datos analizados, se puede inferir que la composición florística del área del proyecto se encuentra bien representada en todos los estratos de la RE, es importante mencionar que en los estratos todas las especies presentes en el área del proyecto también fueron encontradas en el SA. 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. 28. 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 bajos 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'= 2.3805), seguido del arbustivo (H'= 2.1760) y finalmente el de herbáceas (H'= 2.1649), los cuáles presentan índices de diversidad intermedios. En cuanto al área del proyecto, todos los estratos presentaron valores de diversidad más bajos a comparación: arbóreo (H'= 2.1186), arbustivo (H'= 1.8134) y herbáceas (H'= 1.7565). Es importante destacar que en la RE se obtuvieron valores de diversidad mayores que en el área del proyecto.

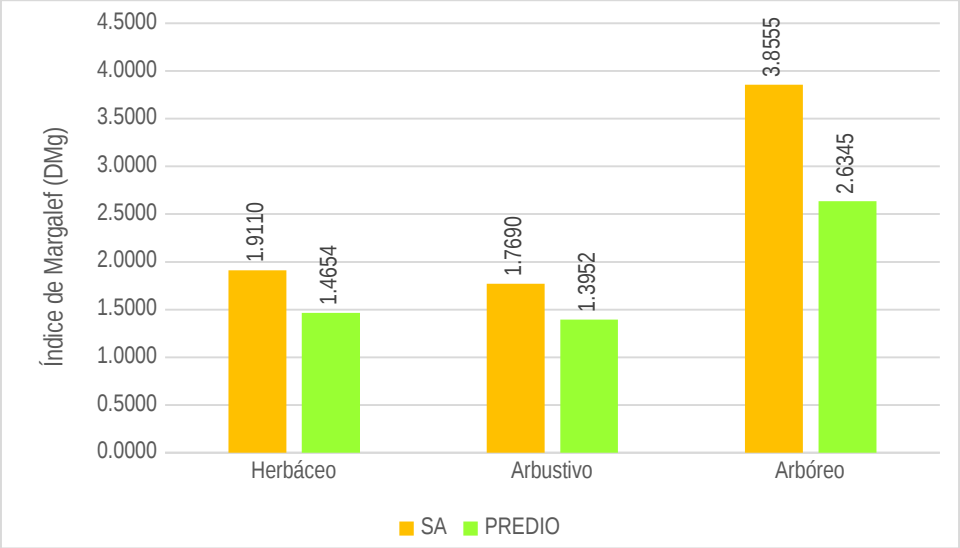


Gráfica III. 29. Comparación del índice de equidad de Pielou por estratos de la vegetación en la RE y el área del proyecto.

En cuanto al índice de equidad de Pielou, en la RE los estratos se encontraron cercanos a la unidad en los **estratos herbáceo** (J´= 0.9402) y **arbustivo** (J'= 0.9450), lo cual refleja una distribución homogénea de los individuos

entre las especies, mientras que el **estrato arbóreo** fue más bajo (J'= 0.7819), el cual nos indica la presencia de especies que son más dominantes sobre otras.

En el caso del área del proyecto, el **estrato herbáceo** presentó un valor cercano a la unidad (J´= 0.9026), al igual que el **estrato arbustivo** (J'= 0.8721). Por otra parte, el **estrato arbóreo** (J´= 0.8028) presentó un valor más bajo, esto nos indica la dominancia de ciertas especies. 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. 30. Comparación del índice de Margalef por estratos de la vegetación en el SA y el área del proyecto.

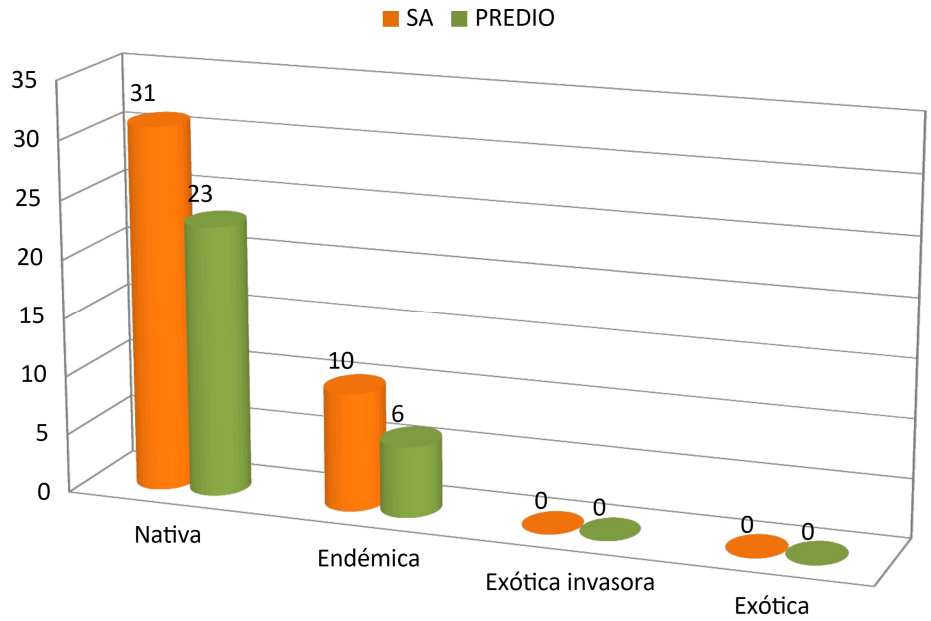
En cuanto al índice de Margalef, en la RE se obtuvieron valores que mostraron una diversidad de baja a media en casi todos los estratos.

En el **estrato herbáceo**, el índice de Margalef indica que la RE es más diverso (DMg= 1.9110) que el área del proyecto (DMg= 1.4654), lo que confirma los valores de diversidad obtenidos con el índice de Shannon-Wiener.

En el **estrato arbustivo**, el índice de Margalef indica que la RE tiene una mayor diversidad (DMg= 1.7690) que el área del proyecto (DMg= 1.3952).

En el **estrato arbóreo** los valores del índice del Margalef indican que la RE tiene una ligeramente menor diversidad (DMg= 3.8555) que el área del proyecto (DMg= 2.6345).

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. 31. 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 seis especies endémicas, las cuales son: *Diospyros anisandra, Diospyros tetrasperma, Diphysa yucatanensis, Havardia albicans, Neomillspaughia emarginata* y *Thouinia paucidentata.* Por otra parte, en la RE se encontraron 10 especies: *Pilosocereus gaumeri, Diospyros anisandra, Diospyros tetrasperma, Jatropha gaumeri, Diphysa yucatanensis, Havardia albicans, Senegalia gaumeri, Neomillspaughia emarginata, Machaonia lindeniana* 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.32. Estatus de protección de las especies registradas en la RE y en el área del proyecto.

Como se observa en la gráfica anterior, ni la RE ni en el área del proyecto se encontraron especies enlistadas bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CONCLUSIÓN DEL MUESTREO DE FLORA

- De acuerdo con lo observado durante los muestreos de flora, la riqueza de especies registradas es alta en endemismos, característico del tipo de vegetación que se encuentra en la zona. Los estimadores de diversidad indicaron que, en el área del proyecto, los estratos presentaron una diversidad baja. Por otra parte, en la RE los estimadores de diversidad indicaron una diversidad más alta en todos los estratos.
- En el área del proyecto no se encontraron especies enlistadas bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Se registraron las siguientes especies endémicas en la RE: *Pilosocereus gaumeri, Diospyros anisandra, Diospyros tetrasperma, Jatropha gaumeri, Diphysa yucatanensis, Havardia albicans, Senegalia gaumeri, Neomillspaughia emarginata, Machaonia lindeniana* y *Thouinia paucidentata.*
- En el área del proyecto se registraron las siguientes especies endémicas: *Diospyros anisandra, Diospyros tetrasperma, Diphysa yucatanensis, Havardia albicans, Neomillspaughia emarginata* y *Thouinia paucidentata.*
- De manera general, se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades vegetales del área en donde se establecerá.

III.2.2.2. FAUNA SILVESTRE

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 predio bajo estudio se cuenta con una cobertura de vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia. Lo que de cierta manera contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna silvestre. Esto es relevante puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo ecosistema.

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. 40. Comparativo de la fauna silvestre regional y local.

GRUPO	MÉXICO	PENÍNSULA	YUCATÁN
Anfibios	361	43	18
Reptiles	804	139	87
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 predio 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 a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables vigentes.

Por lo que en este estudio se presentan las condiciones que se observaron dentro del predio, derivadas de las actividades de muestreo.

METODOLOGÍA DE MUESTREO EN LA RE

Con el fin de determinar los valores de riqueza y abundancia de las especies de fauna terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) presentes en área del proyecto, se realizaron muestreos en los fragmentos de selva.

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.

El trabajo de campo se realizó en dos épocas del año considerando la temporada de sequía correspondiente a mayo del presente año y la etapa de lluvias en el mes de septiembre.

Se seleccionaron sitios con características semejantes a las que se encuentran en el área del proyecto, es decir, sitios con vegetación secundaria de selva baja caducifolia en diferentes estados de sucesión, así como aquellos fragmentos con influencia de áreas agropecuarias, condiciones que prevalecen en el área de muestreo.

Dichas visitas tuvieron como objetivo la toma de datos sobre presencias y abundancias de la fauna silvestre, así como generar información de base que permita analizar la composición actual de las comunidades de fauna silvestre en el área del polígono del proyecto con respecto a las condiciones que prevalecen en el área de influencia. En adición a lo anterior, se realizó un listado potencial de los mismos grupos para la zona basado en registros anteriores realizados por diferentes grupos de investigación.

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

HERPETOFAUNA

Los métodos que aquí se describen se aplican de manera general a estas dos clases de vertebrados, sin embargo, las variantes en los métodos que se utilizaron tienen que ver con los hábitos de vida de cada grupo y las características específicas del hábitat del predio del proyecto.

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad máxima después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resulta a menudo poco productiva. Al depender los anfibios de ambientes húmedos, muchas especies de ranas, sapos y salamandras viven asociados a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados con mayor frecuencia (Gallina y López-González, 2011).

Por su parte, los reptiles tienen un mayor rango de actividad. La mayoría de las serpientes son de hábitos nocturnos, las iguanas y lagartijas prefieren horarios de actividad durante el día, sin embargo, todas las especies de este grupo pueden observarse en las horas luz debido a que son organismos ectotérmicos, y su temperatura corporal depende y varía con la del medio ambiente (Calderón-Mandujano *et al*., 2009).

Anfibios

Los recorridos se realizaron en los horarios crepusculares posterior a la puesta del sol entre las 19:00 y las 22:00 hrs (Casas-Andreu *et al*., 1991 y Gallina, *et al*., 2011), que corresponde a los horarios de mayor actividad para el grupo de anfibios. Se determinaron un total de 12 transectos de muesteo (6 en temporada de lluvias y 6 en temporada de secas) con una longitud de 350 m lineales y un ancho de banda definido de 6 metros (3 m por lado del transecto). La velocidad del recorrido se mantuvo constante de 30 min por cada 500 m. Se cubrió una superficie total de 25,200 m^2 para los 12 transectos recorridos en dos temporadas.

Durante los recorridos se registraron los individuos observados y de ser posible sus vocalizaciones (registro auditivo de cantos para anuros).

Reptiles

El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles (iguanas y lagartijas), fue de 09:00 a 13:00 hrs (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, *et al*., 1999). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 18:00 a las 22:00 horas, este fue aplicado especialmente para los anfibios (ranas, sapos y salamandras) y serpientes (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña *et al*., 1999).

Durante los recorridos los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos, así como sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos(Casas-Andreu *et al*., 1991), esto fue llevado a cabo en todo lo largo y ancho de cada uno de los transectos determinados, cabe señalar que al ir avanzando cada objeto movido fue nuevamente colocado en su lugar original, para evitar que los microhábitats no se alteren, y estos pudiesen ser revisados de nueva cuenta en los muestreos realizados posteriormente en el predio del proyecto.

El esfuerzo de muestreo se midió por unidad de superficie cubierta en hectáreas (ha) durante los recorridos (# transectos x 350 m de longitud x 6 m de ancho) esfuerzo fue similar en cada temporada de muestreo (lluvias y secas). Cubriendo una superficie total de 25,200 m^2.

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

Los registros se realizaron de manera visual o auditiva considerando a todos los individuos que estuvieran dentro de un ancho de banda definido. Este ancho de banda fue definido con el fin de asegurar la identificación y el registro de todos los individuos presentes en su interior, tal como lo sugiere Wunderle (1994). Los individuos que estuvieran fuera del ancho de banda, no fueron contabilizados para estimar las abundancias, pero si se registraron para verificar la presencia de las especies e incluirlas en los listados taxonómicos.

En total se establecieron 6 transectos de 350 m de largo con un ancho de banda de 30 m (15 m por lado), siendo importante mencionar que los muestreos se realizaron en dos temporadas (lluvias y secas). Por lo que en total se cubrió un área total de 126,000 m^2 (12.6 ha) al interior del predio. Los recorridos iniciaron en las horas de mayor actividad de las aves (06:00 a 10:00 hrs)

Los registros fueron efectuados por biólogos con amplio conocimiento de la avifauna de la zona, para disminuir el sesgo en las detecciones por efecto del observador, un mismo observador se encargó siempre de realizar los mismos transectos a lo largo de todo el estudio. Para la observación de aves se utilizaron binoculares Vortex (8 X 42) y Bushnell (10 X 42).

Mamíferos medianos

La presencia de los mamíferos (exceptuando roedores y quirópteros) fue registrada mediante métodos directos (observaciones diurnas) 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). En total se realizaron 6 transectos lineales con longitudes de cada transecto de 350 metros y un ancho de banda de 20 metros por cada temporada de muestreo (temporada de secas y lluvias), abarcando una superficie total de 84,000 m^2 (8.4 ha) contemplando ambas temporadas de muestreo. Los recorridos se realizaron de día (06:00 hrs a 11:00 hrs).

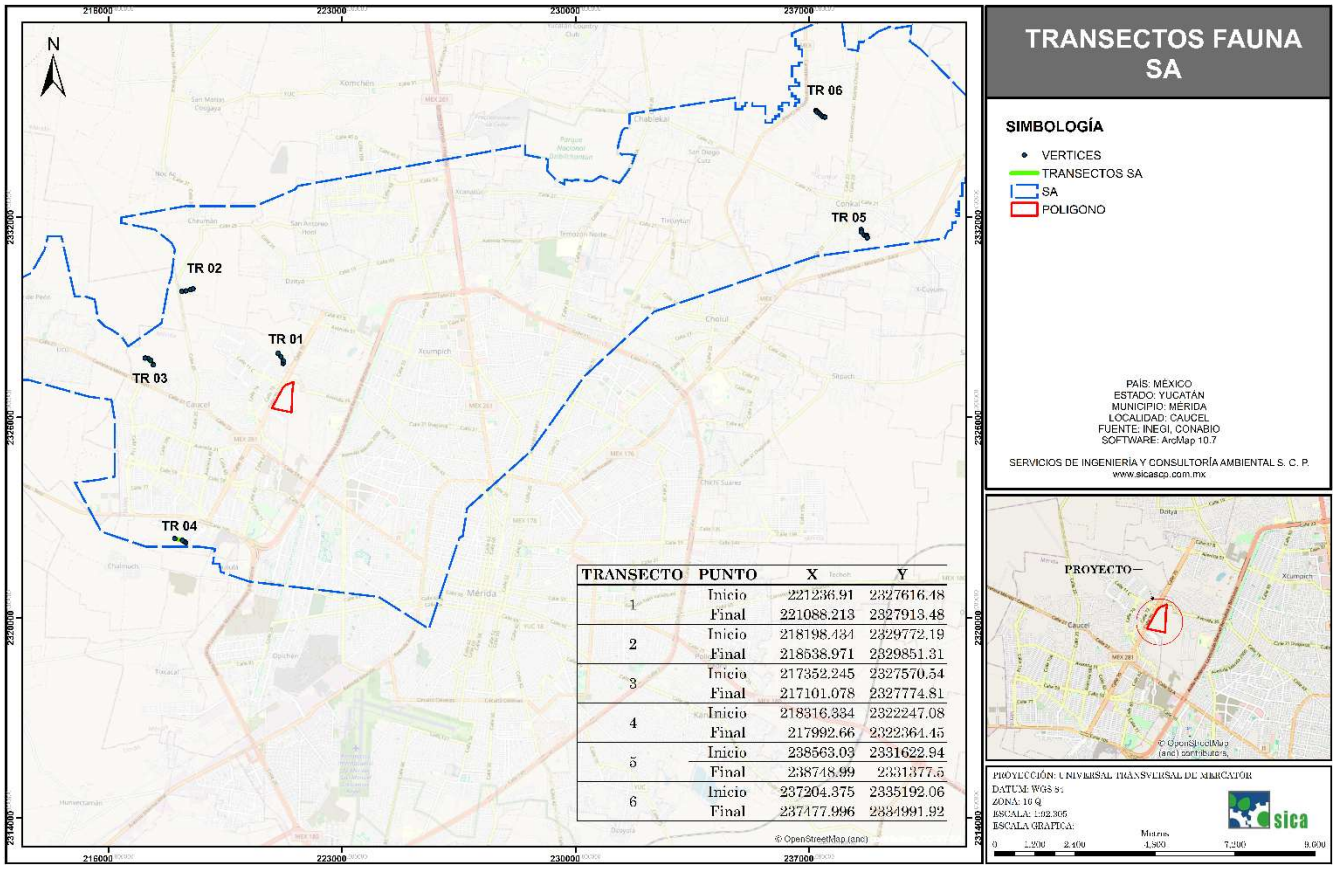
MATERIAL Y EQUIPO

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

SITIOS DE MUESTREO EN LA RE

Tabla III. 41. Coordenadas de los sitios de inicio y final de los transectos en línea dentro de la Región Ecológica utilizados para el muestreo de todos los grupos de fauna.

TRANSECTO	PUNTO	X	Y
1	Inicio	221236.91	2327616.48
	Final	221088.213	2327913.48
2	Inicio	218198.434	2329772.19
	Final	218538.971	2329851.31
3	Inicio	217352.245	2327570.54
	Final	217101.078	2327774.81
4	Inicio	218316.334	2322247.08
	Final	217992.66	2322364.45
5	Inicio	238563.03	2331622.94
	Final	238748.99	2331377.5
6	Inicio	237204.375	2335192.06
	Final	237477.996	2334991.92



TRANSECTO	PUNTO	X	Y
1	Inicio	221236.91	2327616.48
	Final	221088.213	2327913.48
2	Inicio	218198.434	2329772.19
	Final	218538.971	2329851.31
3	Inicio	217352.245	2327570.54
	Final	217101.078	2327774.81
4	Inicio	218316.334	2322247.08
	Final	217992.66	2322364.45
5	Inicio	238563.03	2331622.94
	Final	238748.99	2331377.5
6	Inicio	237204.375	2335192.06
	Final	237477.996	2334991.92

Figura III. 18. Ubicación de los transectos de muestreo en la RE para el muestreo de Fauna Silvestre.

CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE REGISTRADA EN EL SA

En adición a los datos de presencia y abundancia de los vertebrados terrestres durante las visitas de campo en el RE, se identificaron características de relevancia de cada especie que facilitaron la interpretación sobre la estructura de la fauna silvestre en dicha área. Dichas características se presentan en los apartados subsecuentes.

ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Para la designación del estatus de conservación para cada especie se utilizó en el caso del aspecto nacional la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso del aspecto internacional se utilizó la Red List publicada por la IUCN. La importancia de esto reside en que ambas listas fungen como instrumentos de conservación y establecen mediante análisis sistemáticos el riesgo que presentan las especies y sus poblaciones a la extinción en el respectivo nivel de estudio correspondiente a cada lista.

A continuación, se presenta en las siguientes tablas las categorías empleadas para cada lista.

Tabla III.42. Descripción de las categorías utilizadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CATEGORÍA	ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
Probablemente extinta en el medio silvestre	E	Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.
En peligro de extinción	P	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
Amenazadas	A	Aquellas especies, o poblaciones de estas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
Sujetas a protección especial	Pr	Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

En el caso de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es importante aclarar que para la identificación de las categorías en las que se encontraban las especies de fauna silvestre encontradas, fue también considerada la modificación del "***ANEXO NORMATIVO III LISTA DE ESPECIES EN RIESGO DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010***" de la antes citada norma, la cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de noviembre del 2019[1].

DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMO DE LAS ESPECIES

El tipo de distribución que presenta cada especie se reportó con base a lo estipulado en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) por CONABIO en el cual, se acota la distribución de las especies a cuatro categorías siendo estas las siguientes y las cuales toman como referencia el límite político del país.

[1] https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019

Tabla III.43. Descripción de las categorías para la designación de tipo de distribución.

TIPO DE DISTRIBUCIÓN	ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
Nativa	N	Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área.
Endémica	En	Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.
Exótica	Ex	Especie introducida fuera de su área de distribución original.
Exótica-Invasora	Ex-In	Las especies exóticas se consideran invasoras cuando que se establecen, reproducen y dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las especies nativas, a la salud o a la economía.

ANÁLISIS DE DATOS

EFICIENCIA DEL MUESTREO

La forma más eficiente de evaluar si se obtuvo la mayoría de las especies de los grupos de fauna es por medio de curvas de acumulación de especies. La curva de acumulación de especies representara gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es útil al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo (Villareal, H. M. *et al*., (2004).

Por lo que para el presente proyecto se utilizó el programa EstimateS 9.1.0 (Link de descarga: http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS), la cual es una herramienta muy útil para realizar curvas de acumulación y estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos. El orden del esfuerzo de trabajo será aleatorizado 1,000 veces, para suavizar la curva y eliminar el sesgo del orden en el cual fueron capturadas las especies. Este programa toma los datos provenientes de sistema de muestreo estandarizado que utilizamos, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes de este mismo proceso de aleatorización.

Una vez procesados los datos del muestreo en este programa, se obtuvieron datos de número de especies observadas de acuerdo con el muestreo (Sest en el programa EstimateS); número de especies representadas por uno o dos individuos (singletos, doubletons); número de especies representadas solo en una o dos muestras (uniques, duplicates); los valores esperados de la riqueza de los diferentes estimadores (ICE, ACE, CHAO 1 y 2, Jack 1 y 2, Bootstrap, MMRuns, MMMean y Cole); y la desviación estándar (terminados en SD) de cada columna producto de la aleatorización (Villareal, H. M. *et al*., (2004).

Métodos no paramétricos utilizados para el presente proyecto

Los siguientes modelos se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado. Se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Villareal, H. M. *et al*., (2004).

- Chao 1 (Chao 1 Mean en el programa EstimateS)
  Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).
- Chao 2 (Chao 2 Mean en el programa EstimateS)
  Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).
- Jacknife (Jack 1 Mean en el programa EstimateS)
  Estima el número de especies esperadas considerando el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras.
- Bootstrap (Bootstrap Mean en el programa EstimateS)
  Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

Diversidad verdadera (orden: 0, 1 y 2):

La diversidad alfa (α) se estimará para cada sitio, de acuerdo con la diversidad verdadera basada en el valor de q y de la riqueza de especies, donde q = 0 es la diversidad de orden cero (^{0}D), el cual no considera las abundancias relativas de las especies, por lo que simplemente es la riqueza de especies. Con q = 1 es el índice de diversidad del exponencial (^{1}D) del índice de entropía de Shannon, en la cual todas las especies se incluyen con un valor proporcionalmente según su abundancia en la comunidad. Para q = 2 el índice de diversidad (^{2}D) es el inverso del índice de Simpson, que calcula la diversidad de la comunidad, es decir no agrupa las muestras, sino son cálculos independientes de cada comunidad (Moreno, 2001; Jost, 2006; Jost y González-Ortega, 2012).

El índice de Shannon se calcula con la siguiente formula:

$$H'_{Shannon} = -\Sigma\, p_i \times \ln p_i$$

Donde pi representa la proporción individual que se encuentra en la i-ésima especie (Moreno, 2001; Magurran, 2004).

Para obtener el cálculo de diversidad verdadera de Shannon y Simpson se utilizaron las siguientes formulas (Jost y González-Ortega, 2012).

Exponencial de Shannon

$^{1}D = \exp_{x} H'_{Shannon}$

Inverso del índice de Simpson

$^{2}D = 1 / \Sigma p_i^2$

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:

$J'_{Pielou} = H'_{Shannon} / H'_{máx}$

Donde:

H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$H'_{máx} = Ln (S)$.

S= número de especies

Abundancia

Expresada como el número total de individuos de las diferentes especies encontradas en un área de muestreo determinada.

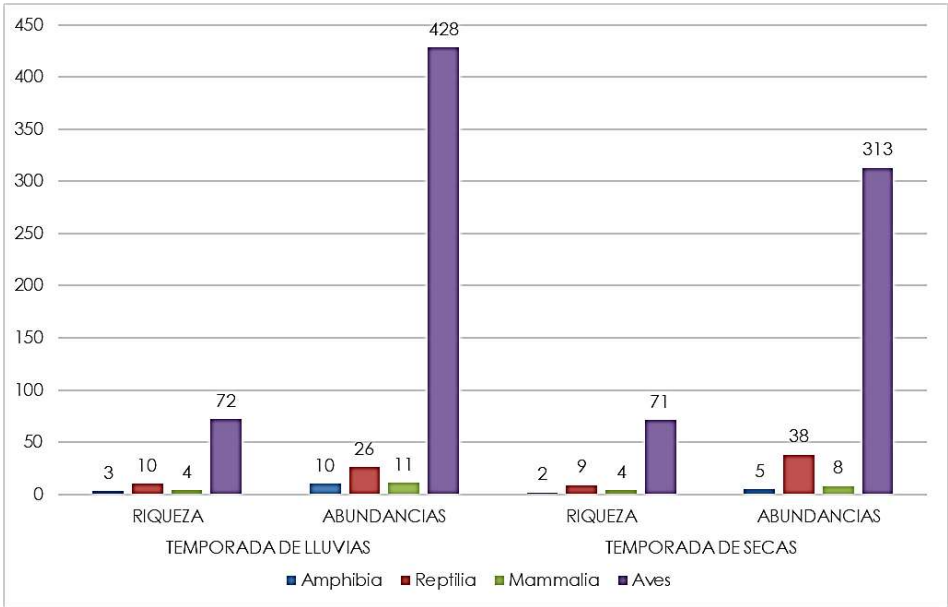
RESULTADOS OBTENIDOS EN EL SA

De acuerdo a los muestreos realizados dentro de los transectos establecidos para el SA, se registraron 90 especies de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 72 especies, seguida del grupo de reptiles con 11 especies, a este grupo le siguieron los mamíferos con cuatro especies y por último para el grupo de los anfibios se registraron tres especies, tal y como se pude observar en la tabla siguiente:

Tabla III.44. Riquezas y abundancias de los diferentes grupos registrados durante el trabajo de campo en la RE.

GRUPO	TEMPORADA DE LLUVIAS		TEMPORADA DE SECAS		TOTAL	
	RIQUEZA	ABUNDANCIAS	RIQUEZA	ABUNDANCIAS	RIQUEZA	ABUNDANCIAS
Amphibia	3	10	2	5	3	15
Reptilia	10	26	9	38	11	64
Mammalia	4	11	4	8	4	19
Aves	72	428	71	313	72	741
TOTAL	**89**	**475**	**86**	**364**	**90**	**839**

De los muestreos realizados durante la temporada de lluvias se obtuvo la mayor riqueza y abundancia de especies. Durante ambos muestreos se registraron 90 especies de vertebrados terrestres, en la temporada de secas se registraron 86 especies con una abundancia de 364 organismos y durante la época de lluvias se observaron 475 individuos de 89 especies.



Gráfica III.33. Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre registrados en la RE.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos en campo por cada grupo taxonómico:

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. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua. Es por esto que para el presente estudio se verifico únicamente la presencia de dos especies de anfibios dentro de los transectos. Esta podría considerarse una baja riqueza; sin embargo, partir de la información disponible en artículos, reportes de investigación, trabajos de tesis y en los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se ha podido reconocer para el estado de Yucatán un total de 18 especies de anfibios, representadas en 2 órdenes, 7 familias y 13 géneros. Por lo que los registros obtenidos en el presente estudio representan el 17% de dichas especies registradas para el Estado.

Tabla III.45. Riqueza y abundancia total de las especies de anfibios verificadas en la RE.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CAT	ABUNDANCIA
Incilius valliceps	Sapo costero		7
Rhinella horribilis	Sapo gigante		6
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana		2
TOTAL			**15**

Dentro de la RE, en la temporada de lluvias, el grupo de los anfibios obtuvo un total de nueve registros para tres especies de las cuales el sapo costero (*I. valliceps*) y el sapo gigante (*R. horribilis*) fueron las especies más abundante al tener el mayor número de registros, tal y como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla III.46. Riqueza y abundancia de los anfibios durante la temporada de lluvias en la RE.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Incilius valliceps	Sapo costero	4
Rhinella horribilis	Sapo gigante	4
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	2
TOTAL		**10**

Por otro lado, durante la temporada de secas, de igual forma se registraron dos especies con un total de cinco registros, de las cuales el sapo costero (*I. valliceps*) fue la especie más abundante, tal y como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla III.47. Riqueza y abundancia en el SA de los anfibios durante la temporada de secas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Incilius valliceps	Sapo costero	3
Rhinella horribilis	Sapo gigante	2
TOTAL		**5**

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, durante ambas temporadas no se registraron especies enlistadas dentro de esta norma.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los anfibios en la RE es de 1.0986 lluvias y 0.6931 en secas, con lo cual se puede decir que de acuerdo a nuestros resultados se encuentra cerca de alcanzarse la máxima diversidad, esto influenciado por el índice de distribución J'_{Pielou}, ya que para ambas temporadas se obtuvieron valores por encima de los 0.9, y con el cual también se puede decir que dentro de este grupo no hay especies dominantes.

Tabla III.48. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios de la RE.

ÍNDICE	VALOR	
	SECAS	LLUVIAS
Riqueza	2	3
Abundancia	5	10
$H'_{Shannon}$	0.6730	1.0549
EXP $H'_{Shannon}$	1.9601	2.8717
INV $D'_{Simpson}$	1.9231	2.7778
H' MÁXIMA= Ln (S)	0.6931	1.0986
J'_{Pielou}	0.9710	0.9602

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 1.9601 para secas y 2.8717 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 1.9231 y de 2.7778 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a la riqueza de especies observada durante el presente muestreo.

REPTILES

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en la RE se verificó la presencia de 11 especies de reptiles dentro de los transectos previamente determinados, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 14% de las especies registradas para la región (80 especies), esto sin considerar las especies de cocodrilos y tortugas marinas, debido a que por la ubicación de los sitios de muestreo es muy poco probable obtener registro alguna de estas especies (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Tabla III.49. Riqueza y abundancia total de las especies de reptiles en la RE.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CAT	ABUNDANCIA
Basiliscus vittatus	Toloque rayado		5
Hemidactylus frenatus	Besucona asiática		4
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa	A	9
Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinosa de puntos amarillos		17
Sceloporus serrifer	Lagartija espinosa azul		4

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CAT	ABUNDANCIA
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris		11
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco		9
Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical		1
Oxybelis fulgidus	Culebra bejuquilla verde		1
Stenorrhina freminvillei	Culebra alacranera de sangre		1
Mastigodryas melanolomus	Culebra lagartijera común		2
TOTAL			**64**

Durante todo el muestreo se registraron en total 64 individuos, donde las especies con mayor abundancia y densidad fueron la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) con 17 individuos observados y la lagartija arcoíris (*H. undulatus*) con 11.

En la RE, durante la temporada de lluvias, el grupo de los reptiles obtuvo un total de 26 registros para 10 especies de las cuales una especie, la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) fue la especie más abundante al tener el mayor número de registros, tal y como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla III.50. Riqueza y abundancia de los reptiles durante la temporada de lluvias.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Basiliscus vittatus	Toloque rayado	2
Hemidactylus frenatus	Besucona asiática	2
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa	4
Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinosa de puntos amarillos	5
Sceloporus serrifer	Lagartija espinosa azul	2
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	4
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	4
Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	1
Oxybelis fulgidus	Culebra bejuquilla verde	1
Mastigodryas melanolomus	Culebra lagartijera común	1
TOTAL		**26**

Por otro lado, durante la temporada de secas, se registraron nueve especies con un total de 38 registros, de las cuales la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) fue la más abundante, seguida de la lagartija arcoíris (*H. undulatus*), tal y como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla III.51. Riqueza y abundancia de los reptiles durante la temporada de secas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Basiliscus vittatus	Toloque rayado	3
Hemidactylus frenatus	Besucona asiática	2
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa	5
Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinosa de puntos amarillos	12
Sceloporus serrifer	Lagartija espinosa azul	2
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	7
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	5
Stenorrhina freminvillei	Culebra alacranera de sangre	1
Mastigodryas melanolomus	Culebra lagartijera común	1
TOTAL		**38**

En lo que respecta a las especies presentes en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, únicamente se registró una especie catalogada como Amenazadas la iguana rayada (*C. similis*). Asimismo, fue registrada una especie endémica de la Península de Yucatán, la lagartija arcoíris (*H. undulatus*).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en la RE es de 2.1972 durante las secas y de 2.3026 durante la temporada de lluvias, la $H'_{Shannon}$ fue de 1.9112 durante las secas y 2.1488 en la temporada de lluvias, lo que nos indica este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una baja dominancia de especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad J'_{Pielou}, donde para ambas temporadas los índices están por encima de los 0.85.

Tabla III.52. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en la RE.

ÍNDICE	VALOR	
	SECAS	LLUVIAS
Riqueza	9	10
Abundancia	38	26
$H'_{Shannon}$	1.9112	2.1488
EXP $H'_{Shannon}$	6.7611	8.5746
INV $D'_{Simpson}$	5.5115	7.6818
H' MÁXIMA= Ln (S)	2.1972	2.3026
J'_{Pielou}	0.8698	0.9332

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 6.7611 para secas y 8.5746 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 5.5115 y de 7.6818 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a la riqueza de especies obtenida durante el presente muestreo.

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

AVES

Se verificó la presencia de 72 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el área en la Región Ecológica. Esto representa el 73% de las 99 especies registradas en el Área de Influencia, el 15% de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 13% de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

Tabla III.53. Riqueza y abundancia total de las especies de aves verificadas en la RE.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CAT	ABUNDANCIA
Coragyps atratus	Zopilote común		6
Buteo plagiatus	Aguililla gris		3
Rupornis magnirostris	Aguililla caminera		5
Ortalis vetula	Chachalaca oriental		24
Colinus nigrogularis	Codorniz yucateca		23
Columbina passerina	Tortolita pico rojo		14
Columbina talpacoti	Tortolita canela		23
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera		9
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas		27
Eumomota superciliosa	Momoto cejas azules		5
Coccyzus americanus	Cuclillo pico amarillo		5
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy		20
Amazilia rutila	Colibrí canelo		11
Chlorestes candida	Colibrí cándido		6
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje		12
Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco		8
Sphyrapicus varius	Carpintero moteado		6
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano		6
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	Pr	14
Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño		3
Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor		6
Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque		3
Contopus cinereus	Pibí Tropical sureño		6
Empidonax minimus	Papamoscas chico		6
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste		16
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón		15
Myiarchus yucatanensis	Papamoscas yucateco		9
Myiozetetes similis	Luisito común		11
Pitangus sulphuratus	Bienteveo común		19
Tyrannus couchii	Tirano cuir		10

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CAT	ABUNDANCIA
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí		10
Pachyramphus aglaiae	Cabezón degollado		13
Troglodytes aedon	Saltapared común		22
Turdus grayi	Mirlo café		9
Cyclarhis gujanensis	Vireón cejas canela		8
Vireo griseus	Vireo ojos blancos		6
Vireo pallens	Vireo manglero	Pr	7
Cyanocorax yncas	Chara verde		6
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca		30
Dumetella carolinensis	Maullador gris		3
Mimus gilvus	Centzontle tropical		12
Geothlypis trichas	Mascarita común		7
Mniotilta varia	Chipe trepador		5
Parkesia noveboracensis	Chipe charquero		4
Protonotaria citrea	Chipe dorado		4
Seiurus aurocapilla	Chipe suelero		3
Setophaga americana	Chipe pecho manchado		6
Setophaga citrina	Chipe encapuchado		4
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla		6
Setophaga dominica	Chipe garganta amarilla		7
Setophaga fusca	Chipe garganta naranja		5
Setophaga magnolia	Chipe de magnolias		7
Setophaga petechia	Chipe amarillo		6
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio		6
Setophaga virens	Chipe dorso verde		3
Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo		9
Polioptila caerulea	Perlita azulgrís		10
Volatinia jacarina	Semillero brincador		13
Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano		9
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo		3
Cyanocompsa parellina	Colorín azulnegro		11
Passerina caerulea	Picogordo azul		13
Passerina cyanea	Colorín azul		11
Pheucticus ludovicianus	Picogordo fegollado		6
Piranga rubra	Piranga roja		4
Dives dives	Tordo cantor		24
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos		21
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano		31
Icterus auratus	Calandria dorso naranja		11
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor		14
Icterus gularis	Calandria dorso negro mayor		13
Spinus psaltria	Jilguerito dominico		8

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CAT	ABUNDANCIA
TOTAL			741

En total se contabilizaron 741 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el zanate mexicano (*Q. mexicanus*), la chara yucateca (*C. yucatanicus*) y la paloma ala blanca (*Z, asiática*).

Para el grupo de las aves, durante la etapa de muestreo en lluvias, se obtuvo una riqueza de 72 especies con un total de 428 registros. De estas especies, tres especies la chara yucateca (*C. yucatanicus*) fue la más abundante, seguida del zanate mexicano (*Q. mexicanus*) y el saltapared comun (*T. aedon*).

Tabla III.54. Riqueza y abundancia de las aves durante la temporada de lluvias.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Coragyps atratus	Zopilote común	2
Buteo plagiatus	Aguililla gris	2
Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	2
Ortalis vetula	Chachalaca oriental	11
Colinus nigrogularis	Codorniz yucateca	9
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	7
Columbina talpacoti	Tortolita canela	11
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	4
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	13
Eumomota superciliosa	Momoto cejas azules	2
Coccyzus americanus	Cuclillo pico amarillo	3
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	13
Amazilia rutila	Colibrí canelo	6
Chlorestes candida	Colibrí cándido	4
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	7
Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	5
Sphyrapicus varius	Carpintero moteado	3
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	3
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	8
Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño	2
Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor	5
Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque	1
Contopus cinereus	Pibí Tropical sureño	4
Empidonax minimus	Papamoscas chico	3
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	10
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón	8
Myiarchus yucatanensis	Papamoscas yucateco	4
Myiozetetes similis	Luisito común	5
Pitangus sulphuratus	Bienteveo común	11
Tyrannus couchii	Tirano cuir	7
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	5

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Pachyramphus aglaiae	Cabezón degollado	9
Troglodytes aedon	Saltapared común	14
Turdus grayi	Mirlo café	6
Cyclarhis gujanensis	Vireón cejas canela	5
Vireo griseus	Vireo ojos blancos	4
Vireo pallens	Vireo manglero	5
Cyanocorax yncas	Chara verde	4
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	20
Dumetella carolinensis	Maullador gris	2
Mimus gilvus	Centzontle tropical	7
Geothlypis trichas	Mascarita común	4
Mniotilta varia	Chipe trepador	3
Parkesia noveboracensis	Chipe charquero	2
Protonotaria citrea	Chipe dorado	2
Seiurus aurocapilla	Chipe suelero	2
Setophaga americana	Chipe pecho manchado	3
Setophaga citrina	Chipe encapuchado	4
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	3
Setophaga dominica	Chipe garganta amarilla	6
Setophaga fusca	Chipe garganta naranja	3
Setophaga magnolia	Chipe de magnolias	4
Setophaga petechia	Chipe amarillo	4
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	4
Setophaga virens	Chipe dorso verde	2
Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo	5
Polioptila caerulea	Perlita azulgrís	6
Volatinia jacarina	Semillero brincador	7
Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	5
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	2
Cyanocompsa parellina	Colorín azulnegro	7
Passerina caerulea	Picogordo azul	9
Passerina cyanea	Colorín azul	7
Pheucticus ludovicianus	Picogordo fegollado	4
Piranga rubra	Piranga roja	2
Dives dives	Tordo cantor	13
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	12
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	18
Icterus auratus	Calandria dorso naranja	7
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	8
Icterus gularis	Calandria dorso negro mayor	9
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	5
TOTAL		**428**

Durante la etapa de muestreo en la RE para época de secas, se obtuvo una riqueza de 86 especies con un total de 479 registros. De estas especies, tres especies la paloma la blanca (*Z. asiatica*), la tórtola rojiza (*C. talpacoti*) y la chara yucateca (*C. yucatanicus*), fueron las especies más abundantes.

Tabla III.55. Riqueza y abundancia de las aves durante la temporada de secas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Coragyps atratus	Zopilote común	4
Buteo plagiatus	Aguililla gris	1
Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	3
Ortalis vetula	Chachalaca oriental	13
Colinus nigrogularis	Codorniz yucateca	14
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	7
Columbina talpacoti	Tortolita canela	12
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	5
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	14
Eumomota superciliosa	Momoto cejas azules	3
Coccyzus americanus	Cuclillo pico amarillo	2
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	7
Amazilia rutila	Colibrí canelo	5
Chlorestes candida	Colibrí cándido	2
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	5
Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	3
Sphyrapicus varius	Carpintero moteado	3
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	3
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	6
Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño	1
Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor	1
Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque	2
Contopus cinereus	Pibí Tropical sureño	2
Empidonax minimus	Papamoscas chico	3
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	6
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón	7
Myiarchus yucatanensis	Papamoscas yucateco	5
Myiozetetes similis	Luisito común	6
Pitangus sulphuratus	Bienteveo común	8
Tyrannus couchii	Tirano cuir	3
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	5
Pachyramphus aglaiae	Cabezón degollado	4
Troglodytes aedon	Saltapared común	8
Turdus grayi	Mirlo café	3
Cyclarhis gujanensis	Vireón cejas canela	3
Vireo griseus	Vireo ojos blancos	2

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Vireo pallens	Vireo manglero	2
Cyanocorax yncas	Chara verde	2
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	10
Dumetella carolinensis	Maullador gris	1
Mimus gilvus	Centzontle tropical	5
Geothlypis trichas	Mascarita común	3
Mniotilta varia	Chipe trepador	2
Parkesia noveboracensis	Chipe charquero	2
Protonotaria citrea	Chipe dorado	2
Seiurus aurocapilla	Chipe suelero	1
Setophaga americana	Chipe pecho manchado	3
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	3
Setophaga dominica	Chipe garganta amarilla	1
Setophaga fusca	Chipe garganta naranja	2
Setophaga magnolia	Chipe de magnolias	3
Setophaga petechia	Chipe amarillo	2
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	2
Setophaga virens	Chipe dorso verde	1
Arremonops rufivirgatus	Rascador oliváceo	4
Polioptila caerulea	Perlita azulgrís	4
Volatinia jacarina	Semillero brincador	6
Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	4
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	1
Cyanocompsa parellina	Colorín azulnegro	4
Passerina caerulea	Picogordo azul	4
Passerina cyanea	Colorín azul	4
Pheucticus ludovicianus	Picogordo fegollado	2
Piranga rubra	Piranga roja	2
Dives dives	Tordo cantor	11
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	9
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	13
Icterus auratus	Calandria dorso naranja	4
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	6
Icterus gularis	Calandria dorso negro mayor	4
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	3
TOTAL		**313**

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fue registradas dos especies catalogadas bajo Protección Especial, el perico pecho sucio (*E. nana*) y el vireo manglero (*V. pallens*). Para el caso de las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas cuatro especies, el carpintero yucateco (*M. pygmaeus*), el papamoscas yucateco (*M. yucatanensis*), el rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*) y la calandria dorso naranja (*I. auratus*).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 4.2627 durante las secas y de 4.2767 durante la temporada de lluvias, la $H'_{Shannon}$ fue de 4.0269 en secas y de 4.0875 durante la temporada de lluvias, lo que nos indica que para ambas temporadas la riqueza se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una alta J'_{Pielou} (equidad) obteniendo 0.9447 en secas y 0.9558 en lluvias.

Tabla III.56. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves de la RE.

ÍNDICE	VALOR	
	SECAS	**LLUVIAS**
Riqueza	71	72
Abundancia	313	428
$H'_{Shannon}$	4.0269	4.0875
EXP $H'_{Shannon}$	56.0875	59.5920
INV $D'_{Simpson}$	45.8871	50.5475
H' MÁXIMA= Ln (S)	4.2627	4.2767
J'_{Pielou}	0.9447	0.9558

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 56.0875 para secas y 59.5920 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 45.8871 y de 50.5475 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

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 como sucede en el predio y los cuales se ven favorecidos principalmente por 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 TERRESTRES

La lista sistemática de los mamíferos de Yucatán incluye 128 especies (99 terrestres y 29 marinos), comprendidas en 97 géneros (78 terrestres y 19 marinas), 37 familias (29 terrestres y 8 marinas). Los órdenes con mayor número de especies son Chiroptera (43), Cetácea (27) y Rodentia (19), que juntos representan el 69.5% de la mastofauna del estado (Sosa-Escalante, 2014).

De acuerdo al muestreo realizado en la RE, se registraron cuatro especies, lo que de acuerdo a los expuesto en el párrafo anterior representa el 11% de los mamíferos reportados para el Estado de Yucatán, esto sin considerar especies marinas y a los órdenes Quiróptera y Rodentia, ya que para el presente estudio no fueron considerados.

Tabla III.57. Riqueza y abundancia total de las especies de mamíferos verificados en la RE.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CAT	ABUNDANCIA
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño		3
Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas		3
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano		9
Sciurus yucatanensis	Ardilla yucateca		4
TOTAL			**19**

Con base en la información de campo permiten indicar que el conejo (*S. floridanus*) obtuvo las mayores abundancias con nueve individuos observados a lo largo de todo el muestreo, seguido de la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*), tal y como se observa en la tabla anterior.

Para el grupo de los mamíferos, durante la temporada de muestreo de lluvias, se registraron cuatro especies con un total de 11 registros de los cuales el conejo (*S. floridanus*) y la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*) fueron las especies más abundantes.

Tabla III.58. Riqueza y abundancia de los mamíferos durante la temporada de lluvias.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	2
Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas	1
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	5
Sciurus yucatanensis	Ardilla yucateca	3
TOTAL		**11**

Por otro lado, durante la temporada de secas se registraron ocho organismos de cuatro especies, de las cuales el conejo (*S. floridanus*) fue la especie más abundante, tal y como se observa en la tabla siguiente:

Tabla III.59. Riqueza y abundancia de los mamíferos durante la temporada de secas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	1
Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas	2
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	4
Sciurus yucatanensis	Ardilla yucateca	1
TOTAL		**8**

Ninguna de las especies registradas resulto ser endémica de la provincia biótica de la Península de Yucatán o se encuentra catalogada bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestro RE es de 1.3863 durante las secas y de 1.3863 durante la temporada de lluvias, la $H'_{Shannon}$ fue de 1.2130 en secas y de 1.2407 durante la temporada de lluvias, lo que nos indica que para ambas temporadas la riqueza se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una alta J'_{Pielou} (equidad) obteniendo 0.8750 en secas y 0.8950 en lluvias.

Tabla III.60. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del polígono del proyecto.

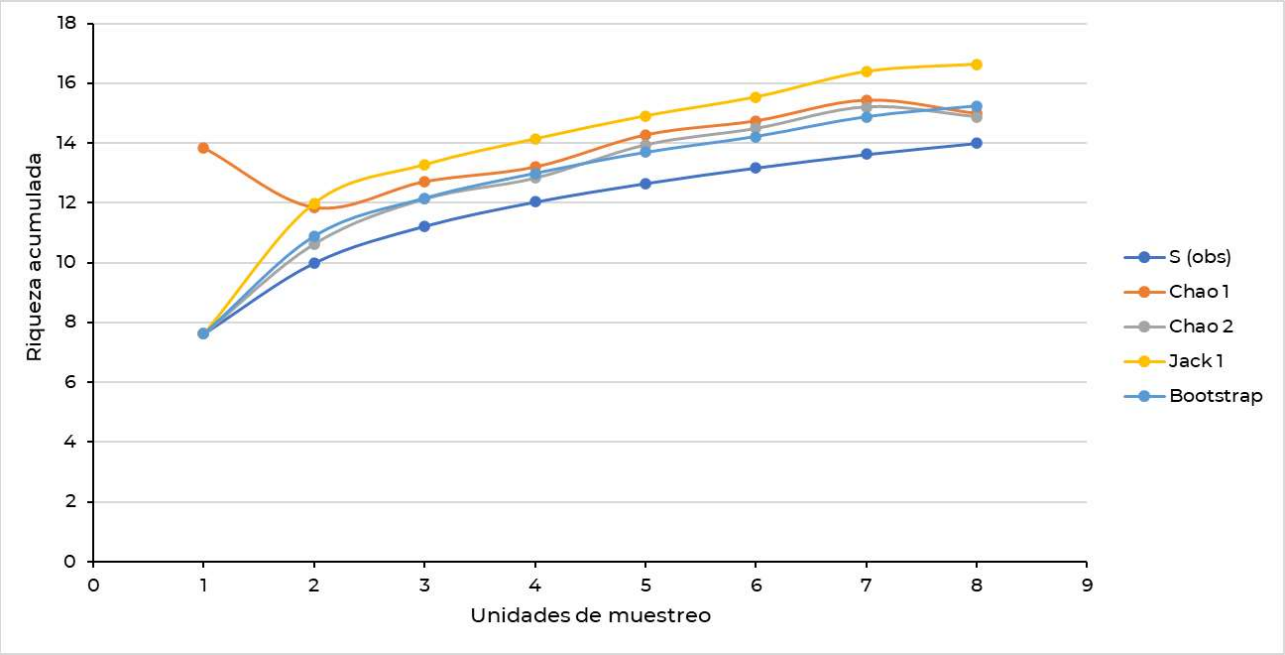
ÍNDICE	VALOR	
	SECAS	LLUVIAS
Riqueza	4	4
Abundancia	8	11
$H'_{Shannon}$	1.2130	1.2407
EXP $H'_{Shannon}$	3.3636	3.4580
INV $D'_{Simpson}$	2.9091	3.1026
H' MÁXIMA= Ln (S)	1.3863	1.3863
J'_{Pielou}	0.8750	0.8950

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 3.3636 para secas y 3.4580 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 2.9091 y de 3.1026 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a la riqueza de especies observada durante el presente muestreo.

EFICIENCIA DEL MUESTREO EN LA RE

HERPETOFAUNA

En el caso de la herpetofauna (anfibios y reptiles), durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se casi se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizó un muestreo adecuado y suficiente para estos dos grupos de fauna.



Gráfica III.*34*. Curva de acumulación para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en la RE.

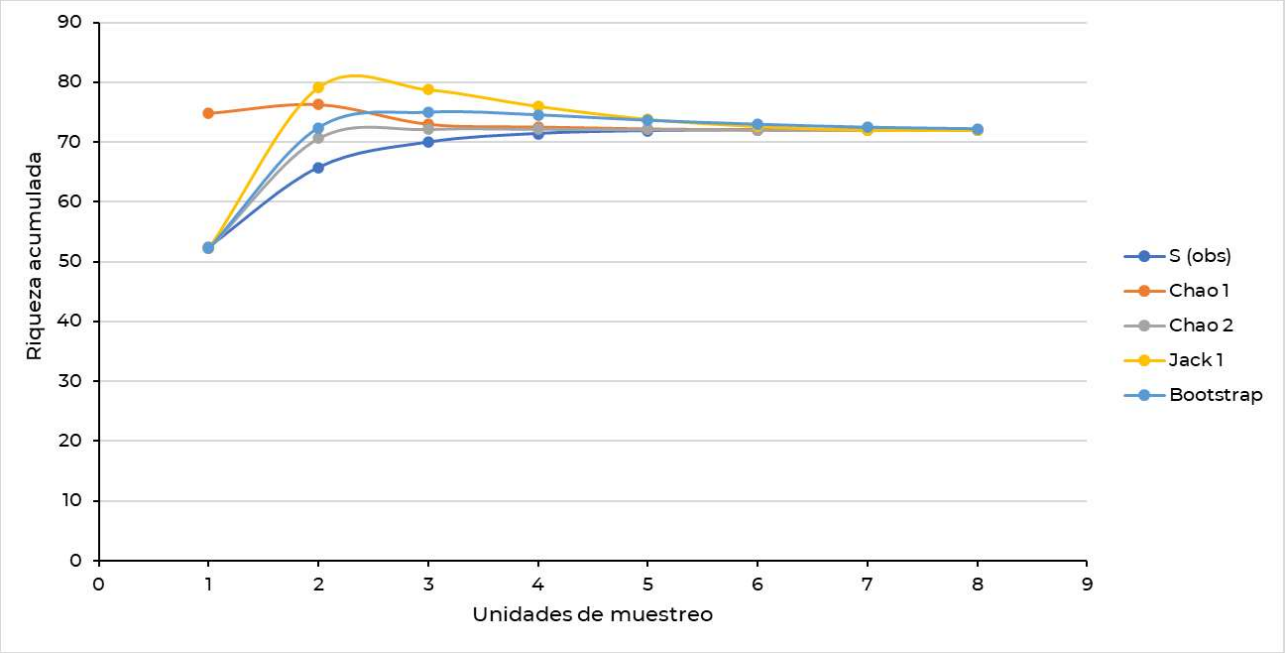
Lo cual también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 90.88% de representatividad. El índice de riqueza de jacknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (16.63), seguido de Bootstrap (15.24), mientras que Chao 1 y 2 predicen menos riqueza, tal y como se puede observar en la siguiente tabla. Sin embargo, en ambos casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (14 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

Tabla III.61. Estimadores de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en la RE.

S (obs)	14	Representatividad %
Estimadores	Riqueza estimada	
Chao 1	14.99	93.40%
Chao 2	14.88	94.09%
Jack 1	16.63	84.19%
Bootstrap	15.24	91.86%

AVES

En el caso de las aves, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizó un muestreo adecuado y suficiente para estos grupos de fauna.



Gráfica III.*35*. Curva de acumulación para las aves durante las dos temporadas de muestreo.

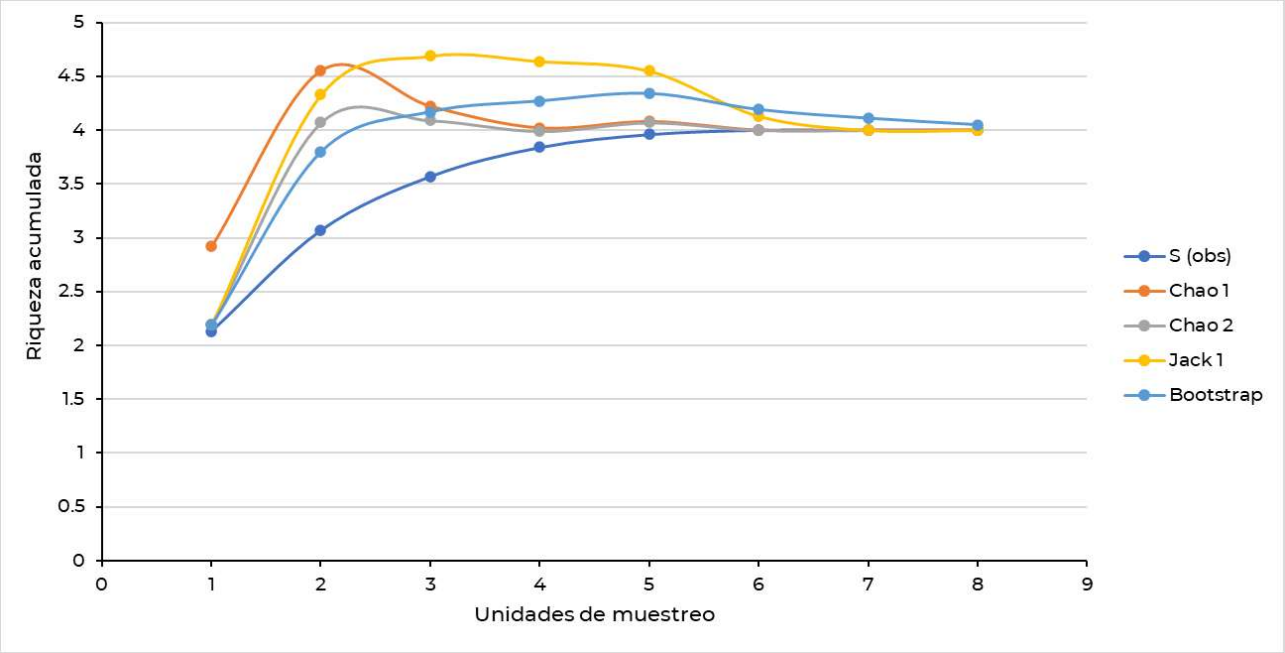
Lo anterior también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 99.93% de representatividad. El índice de riqueza de Bootstrap fue el que mayor riqueza predijo (72.2). Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (72 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

Tabla III.62. Estimadores de riqueza y representatividad para el grupo de las aves durante las etapas de muestreo.

S (obs)	72	**Representatividad %**
Estimadores	**Riqueza estimada**	
Chao 1	72	100.00%
Chao 2	72	100.00%
Jack 1	72	100.00%
Bootstrap	72.2	99.72%

MAMÍFEROS

En el caso de los mamíferos, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos una leve asíntota, donde se observa la estabilización de la curva al final del muestreo, con lo cual se demuestra que se realizó un muestreo adecuado y suficiente.



Gráfica III.*36*. Curva de acumulación para los mamíferos durante las dos temporadas de muestreo en la RE.

Esto también puede ser demostrado con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 9969% de representatividad. El índice de riqueza de Bootstrap fue el que mayor riqueza predijo (4.05). Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (6 especies) ya que se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

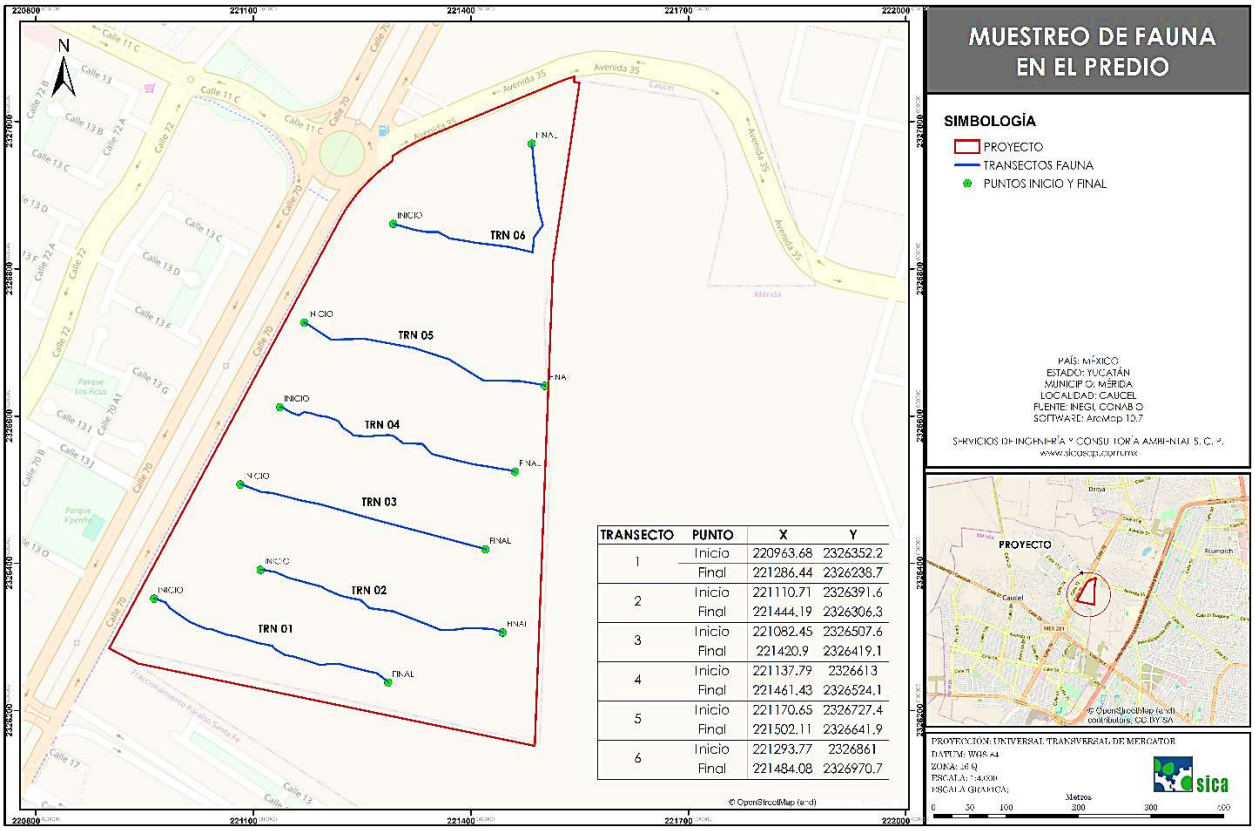
Tabla III.63. Estimadores de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las etapas de muestreo.

S (obs)	4	**Representatividad %**
Estimadores	**Riqueza estimada**	
Chao 1	4	100.00%
Chao 2	4	100.00%
Jack 1	4	100.00%
Bootstrap	4.05	98.77%

SITIOS DE MUESTREO EN EL PREDIO

Tabla III. 64. Coordenadas de los sitios de inicio y final de los transectos en línea dentro de la Región Ecológica utilizados para el muestreo de todos los grupos de fauna.

TRANSECTO	**SITIO**	**X**	**Y**
1	Inicio	220963.68	2326352.2
	Final	221286.44	2326238.7
2	Inicio	221110.71	2326391.6
	Final	221444.19	2326306.3
3	Inicio	221082.45	2326507.6
	Final	221420.9	2326419.1
4	Inicio	221137.79	2326613
	Final	221461.43	2326524.1
5	Inicio	221170.65	2326727.4
	Final	221502.11	2326641.9
6	Inicio	221293.77	2326861
	Final	221484.08	2326970.7



TRANSECTO	PUNTO	X	Y
1	Inicio	220963.68	2326352.2
	Final	221286.44	2326236.7
2	Inicio	221110.71	2326391.6
	Final	221444.19	2326306.3
3	Inicio	221082.45	2326507.6
	Final	221420.9	2326419.1
4	Inicio	221137.79	2326613
	Final	221461.43	2326524.1
5	Inicio	221170.65	2326727.4
	Final	221502.11	2326641.9
6	Inicio	221293.77	2326861
	Final	221484.08	2326970.7

Figura III. 19. Ubicación de los transectos de muestreo en el predio para el muestreo de Fauna Silvestre.

CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE EN EL PREDIO.

De acuerdo a los muestreos realizados dentro de los transectos establecidos, se registraron un total de **45 especies** de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 29 especies, seguido del grupo de los reptiles con nueve especies, los mamíferos con cuatro especies, y por último para el grupo de los anfibios con tres especies dentro de los transectos en el predio, tal como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla III.65. Riqueza y abundancias de los diferentes grupos registrados durante el trabajo de campo en el predio.

GRUPO	TEMPORADA DE LLUVIAS		TEMPORADA DE SECAS		TOTAL	
	RIQUEZA	ABUNDANCIAS	RIQUEZA	ABUNDANCIAS	RIQUEZA	ABUNDANCIAS
Amphibia	3	26	0	0	3	26
Reptilia	3	16	8	46	9	62
Mammalia	3	13	3	15	4	28
Aves	19	219	29	317	29	536
TOTAL	**28**	**274**	**40**	**378**	**45**	**652**

De los muestreos realizados durante la temporada de secas se obtuvo la mayor riqueza y abundancia de especies. Durante ambos muestreos se registraron 45 especies de vertebrados terrestres, en la temporada de secas se registraron 40 especies con una abundancia de 378 organismos y durante la época de lluvias se observaron 28 especies con una abundancia de 274 individuos.

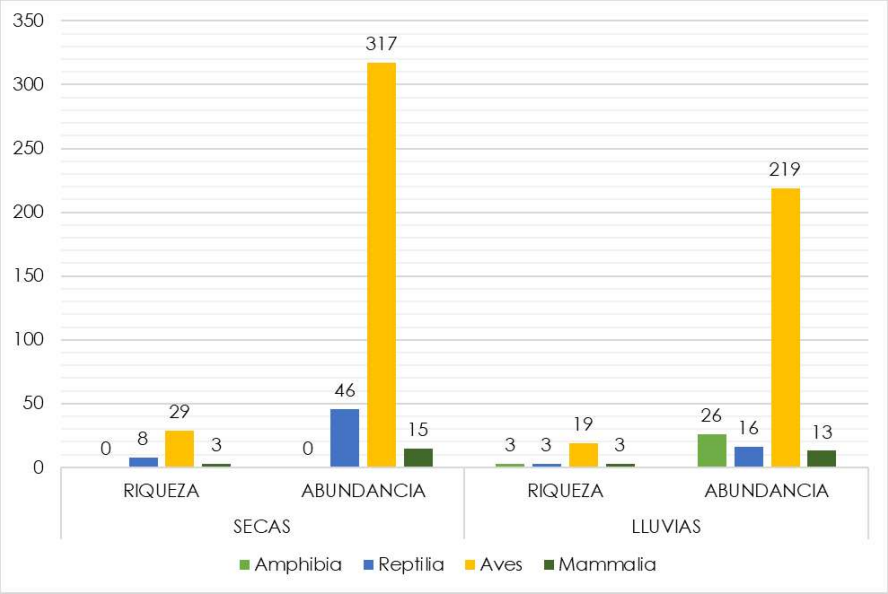


Figura III.20. Riqueza y abundancia de los grupos de fauna silvestre registrados en las dos temporadas de muestreo del predio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en campo por cada grupo taxonómico:

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. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio se verificó únicamente la presencia de tres especies de anfibios dentro de los transectos muestreados en ambas temporadas. Esta podría considerarse una baja riqueza; sin embargo, partir de la información disponible en artículos, reportes de investigación, trabajos de tesis y en los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se ha podido reconocer para el estado de Yucatán un total de 18 especies de anfibios, representadas en 2 órdenes, 7 familias y 13 géneros. Por lo que los registros obtenidos en el presente estudio representan el 16.7% de dichas especies registradas para el Estado.

Tabla III.66. Riqueza y abundancia total de las especies de anfibios verificadas en el predio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Incilius valliceps	Sapo costero	13
Rhinella horribilis	Sapo gigante	10

Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	3
TOTAL		26

Dentro del predio del proyecto en la temporada de lluvias, el grupo de los anfibios obtuvo un total de 26 registros para tres especies de las cuales el sapo costero (*I. valliceps*) fue la especie más abundante al tener el mayor número de registros, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla III.67. Riqueza y abundancia de los anfibios durante la temporada de lluvias.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Incilius valliceps	Sapo costero	13
Rhinella horribilis	Sapo gigante	10
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	3
TOTAL		26

Por otro lado, durante la temporada de secas, no se tuvo registro de anfibios dentro del predio bajo estudio. En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se registraron especies enlistadas dentro de esta norma.

En cuanto a los indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico se presenta la siguiente tabla:

Tabla III.68. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios en el predio

ÍNDICE	VALOR	
	SECAS	LLUVIAS
Riqueza	0	3
$H'_{Shannon}$	-	0.9632
H' MÁXIMA= Ln (S)	-	1.0986
J'_{Pielou}	-	0.8768
EXP $H'_{Shannon}$	-	2.6202
Inverso Simpson (D1')	-	2.4317
Abundancia total	0	26

En cuanto a los índices de diversidad verdadera se obtuvo para el exponencial de Shannon 1.0986 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 2.4317 para lluvias. De acuerdo a la J´Pielou (equidad) se tiene un valor de 0.8768 por lo que no se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

REPTILES

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados en el predio del proyecto se verificó la presencia de nueve especies de reptiles dentro de los transectos previamente determinados, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 11.25 % de las especies registradas en la región (80 especies), esto sin considerar las especies de cocodrilos y tortugas marinas, debido a que por la ubicación de los sitios de muestreo es muy poco probable obtener registro alguna de estas especies (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Tabla III.69. Riqueza y abundancia total de las especies de reptiles verificadas en el predio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Anolis rodriguezii	Anolis liso del sureste	12
Anolis sagrei	Abaniquillo pardo del Caribe	4
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	12
Basiliscus vittatus	Basilisco marron	2
Drymarchon melanurus	Serpiente índigo	1
Hemidactylus frenatus	Besucona	5
Oxybelis fulgidus	Bejuquilla verde	2
Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinosa de puntos amarillos	22
Sceloporus serrifer	Lagartija espinosa azul yucateca	2
TOTAL		62

Durante todo el muestreo se registraron en total 62 individuos, donde las especies con mayor abundancia y densidad fueron la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) con 27 individuos observados, la lagartija arcoíris (*H. undulatus*) con 22 y el huico yucateco (*A. angusticeps*) así como *Anolis rodriguezii (Anolis liso del sureste)* con 12 ejemplares cada uno registrados.

Dentro del polígono del proyecto en temporada de lluvias, el grupo de los reptiles obtuvo un total de 16 registros para tres especies de las cuales dos especies entre ellas la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) y Anolis del sureste (*Anolis rodriguezii*) fueron las especies más abundantes al tener el mayor número de registros, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla III.70. Riqueza y abundancia de los reptiles durante la temporada de lluvias.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Anolis rodriguezii	Anolis liso del sureste	5

Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinosa de puntos amarillos	9
Sceloporus serrifer	Lagartija espinosa azul yucateca	2
TOTAL		**16**

Por otro lado, durante la temporada de secas, se registraron ocho especies con un total de 46 registros, de las cuales el huico yucateco (*A. angusticeps*) con 12 individuos y Sceloporus chrysostictus con 13 individuos fueron las especies más abundantes, tal y como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla III.71. Riqueza y abundancia de los reptiles durante la temporada de secas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Anolis rodriguezii	Anolis liso del sureste	7
Anolis sagrei	Abaniquillo pardo del Caribe	4
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	12
Basiliscus vittatus	Basilisco marron	2
Drymarchon melanurus	Serpiente índigo	1
Hemidactylus frenatus	Besucona	5
Oxybelis fulgidus	Bejuquilla verde	2
Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinosa de puntos amarillos	13
TOTAL		**46**

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se obtuvo registro de especies catalogadas bajo protección especial. En cuanto a las especies endémicas de la Península de Yucatán, fueron registradas dos especies *Aspidoscelis angusticeps (Huico yucateco)* y *Sceloporus chrysostictus (Lagartija espinosa de puntos amarillos).*

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.7918 durante las secas y de 1.7918 durante la temporada de lluvias, la $H'_{Shannon}$ fue de 1.5941 durante las secas y 1.5533 en la temporada de lluvias, lo que nos indica este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una baja dominancia de especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad J'_{Pielou}, donde para ambas temporadas los índices están por encima de los 0.85.

Tabla III.72. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el predio del proyecto.

ÍNDICE	VALOR	
	SECAS	LLUVIAS
Riqueza (S)	8	3
Shannon-Wiener (H')	1.8037	0.9471
H' Máxima	2.0794	1.0986
Pielou (J)	0.8674	0.8620
EXP Shannon	6.0718	2.5781
Inverso Simpson (D´)	5.1359	2.3273
Abundancia total	46	16

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 6.0718 para secas y 2.5781 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 5.1359 y de 2.3273 para lluvias. Como se puede apreciar, se observan valores más altos para la época de secas debido a que las especies tienen a observarse con mayor frecuencia durante épocas de calor.

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

AVES

Se verificó la presencia de 29 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el área del proyecto. Esto representa el 6.15 % de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 5.14 % de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

Tabla III.73. Riqueza y abundancia total de las especies de aves verificadas en el predio del proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Amazilia rutila	Colibrí canelo	5
Arremonops rufivirgatus	Rascador olivaceo	5
Cathartes aura	Zopilote aura	15
Contopus cinereus	Papamoscas tropical	1
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	6
Columbina talpacoti	Tortolita canela	62
Coragyps atratus	Zopilote común	21
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	14
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	18
Cyclarhis gujanensis	Vireón Cejas Canela	12
Icterus auratus	Calandria dorso naranja	4
Icterus gularis	Calandria dorso negro mayor	23
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	4
Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	20
Mimus gilvus	Centzontle Tropical	38

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	5
Myozetetes similis	Luisito común	46
Ortalis vetula	Chachalaca oriental	2
Pachyramphus aglaiae	Cabezón degollado	2
Piaya cayana	Cuclillo canelo	5
Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	4
Polioptila caerulea	Perlita azulgris	26
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	46
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra	9
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	4
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	2
Turdus grayi	Mirlo Café	42
Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	8
Zenaida asiatica	Palomas alas blancas	87
TOTAL		**536**

En total se contabilizaron 536 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: la paloma ala blanca (*Z, asiática*), la tortolita canela (*C. talpacoti*), Luisito común (*M. similis*) y Zanate mayor (*Q. mexicanus*) quienes registraron más de 40 individuos cada uno, durante todo el muestreo.

Para el grupo de las aves, durante la etapa de muestreo en lluvias, se obtuvo una riqueza de 19 especies con un total de 219 registros. De estas especies tres son catalogadas como abundantes, las cuales son: la paloma la blanca (*Z. asiática).* Tortola rojiza (*C. talpacoti*), Luisito común (*M. similis*) y Zanate mayor *(Q. mexicanus).*

Tabla III.74. Riqueza y abundancia de las aves durante la temporada de lluvias.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Cathartes aura	Zopilote aura	9
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	2
Columbina talpacoti	Tortolita canela	24
Coragyps atratus	Zopilote común	13
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	5
Icterus auratus	Calandria dorso naranja	2
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro	5
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	2
Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	8
Mimus gilvus	Centzontle Tropical	13
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	3
Myozetetes similis	Luisito común	23
Piaya cayana	Cuclillo canelo	3
Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	2
Polioptila caerulea	Perlita azulgris	15
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	23

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra	4
Turdus grayi	Mirlo Café	22
Zenaida asiatica	Palomas alas blancas	41
TOTAL		**219**

Durante la etapa de muestreo en secas, se obtuvo una riqueza de 29 especies con un total de 317 registros. De estas especies, tres especies de ellas fueron las especies más abundantes: la paloma la blanca (*Z. asiatica*), la tórtola canela (*C. talpacoti*) y Cenzont
le tropical (*M. gilvus*).

Tabla III.75. Riqueza y abundancia de las aves durante la temporada de secas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Amazilia rutila	Colibrí canelo	5
Arremonops rufivirgatus	Rascador olivaceo	5
Cathartes aura	Zopilote aura	6
Contopus cinereus	Papamoscas tropical	1
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	4
Columbina talpacoti	Tortolita canela	38
Coragyps atratus	Zopilote común	8
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	9
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	18
Cyclarhis gujanensis	Vireón Cejas Canela	12
Icterus auratus	Calandria dorso naranja	2
Icterus gularis	Calandria dorso negro mayor	18
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	2
Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	12
Mimus gilvus	Centzontle Tropical	25
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	2
Myozetetes similis	Luisito común	23
Ortalis vetula	Chachalaca oriental	2
Pachyramphus aglaiae	Cabezón degollado	2
Piaya cayana	Cuclillo canelo	2
Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	2
Polioptila caerulea	Perlita azulgris	11
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	23
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra	5
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	4
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	2
Turdus grayi	Mirlo Café	20
Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	8
Zenaida asiatica	Palomas alas blancas	46
TOTAL		**317**

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 no se tuvo registro de alguna especie catalogada bajo riesgo. Para el caso de las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas 3 especies: el carpintero yucateco (*M. pygmaeus*), Calandria dorso naranja (*I. auratus)* y Chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus).*

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 4.4543 durante las secas y de 4.4886 durante la temporada de lluvias, la $H'_{Shannon}$ fue de 3.3673 en secas y de 2.9444 durante la temporada de lluvias, lo que nos indica que para ambas temporadas la riqueza no se encuentra lejano a alcanzar la máxima diversidad esperada, En cuanto a J'_{Pielou} (equidad) se tiene para la época de secas un valor de 0.8715 y 0.8679 en lluvias, esto nos indica que la distribución de especies para ambas temporadas es equitativa, donde las especies tienen abundancias similares.

Tabla III.76. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio del proyecto.

ÍNDICE	VALOR	
	SECAS	**LLUVIAS**
Riqueza (S)	19	29
Shannon-Wiener (H')	2.5660	2.9225
H' Máxima	2.9444	3.3673
Pielou (J)	0.8715	0.8679
EXP Shannon	13.0131	18.5870
Inverso Simpson (D´)	10.4105	14.1833
Abundancia total	219	317

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 13.0131 para secas y 18.5870 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 10.4105 y de 14.1833 para época de lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.
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 como sucede en el caso del predio y los cuales se ven favorecidos principalmente por 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 TERRESTRES

La lista sistemática de los mamíferos de Yucatán incluye 128 especies (99 terrestres y 29 marinos), comprendidas en 97 géneros (78 terrestres y 19 marinas), 37 familias (29 terrestres y 8 marinas). Los órdenes con mayor número de especies son Chiroptera (43), Cetácea (27) y Rodentia (19), que juntos representan el 69.5% de la mastofauna del estado (Sosa-Escalante, 2014). Por su parte, de acuerdo a los muestreos realizado en los transectos de muestreo del área del proyecto se registraron cuatro especies.

De acuerdo al muestreo realizado dentro del predio del proyecto, se registraron cuatro especies, lo que de acuerdo a los expuesto en el párrafo anterior representa el 11.11% de los mamíferos reportados para el Estado de Yucatán terrestres (36), sin considerar especies marinas y a los órdenes Quiróptera y Rodentia, ya que para el presente estudio no fueron considerados.

Con base en la información de campo permiten indicar que el Tlacuache (*D. virginiana*) obtuvo las mayores abundancias con 16 individuos observados a lo largo de todo el muestreo, seguido de la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*), tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III.77. Riqueza y abundancia total de las especies de mamíferos verificados en el polígono del proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Didelphis virginiana	Tlacuache	16
Sciurus yucatanensis	Ardilla Yucateca	8
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	2
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	2
TOTAL		**28**

Para el grupo de los mamíferos, durante la temporada de muestreo de lluvias, se registraron tres especies con un total de 13 registros de los cuales Tlacuache (*D. virginiana*) y Ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) fueron las especies más abundantes.

Tabla III.78. Riqueza y abundancia de los mamíferos durante la temporada de lluvias.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Didelphis virginiana	Tlacuache	7
Sciurus yucatanensis	Ardilla yucateca	4
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	2
TOTAL		**13**

Por otro lado, durante la temporada de secas se registraron 15 organismos de tres especies, de las cuales el Tlacuache (*D. virginiana*) fue la especie más abundante, seguida por la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*), tal y como se observa en la tabla siguiente:

Tabla III.79. Riqueza y abundancia de los mamíferos durante la temporada de secas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Didelphis virginiana	Tlacuache	9
Sciurus yucatanensis	Ardilla Yucateca	4
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	2
TOTAL		**15**

Ninguna de las especies registradas resulto ser endémica de la provincia biótica de la Península de Yucatán o se encuentra catalogada bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto a la máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los mamíferos en nuestra área de estudio es de 1.0986 durante ambas épocas, la $H'_{Shannon}$ fue de 0.9276 en secas y de 0.9840 durante la temporada de lluvias, lo

que nos indica que para ambas temporadas la riqueza se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una alta J'_{Pielou} (equidad) obteniendo 0.8444 en secas y 0.8956 en lluvias.

Tabla III.80. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del polígono del proyecto.

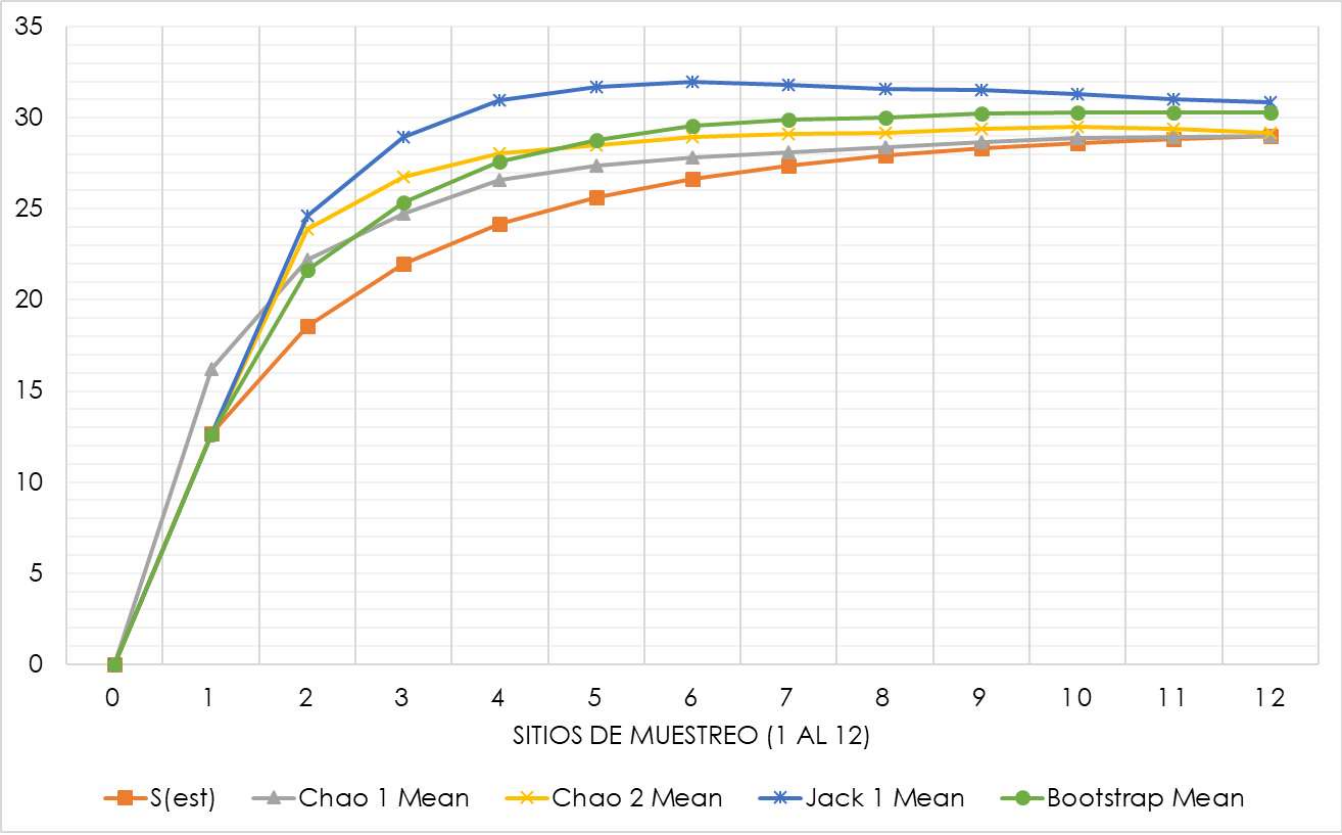
ÍNDICE	VALOR	
	SECAS	LLUVIAS
Riqueza (S)	3	3
Shannon-Wiener (H')	0.9276	0.9840
H' Máxima	1.0986	1.0986
Pielou (J)	0.8444	0.8956
EXP Shannon	2.5285	2.6750
Inverso Simpson (D´)	2.2277	2.4493
Abundancia total	15	13

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 2.5285 para secas y 2.6750 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 2.2277 y de 2.4493 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

EFICIENCIA DEL MUESTREO DEL ÁREA DEL PROYECTO

HERPETOFAUNA

En el caso de la herpetofauna (anfibios y reptiles), durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos casi se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizó un muestreo adecuado y suficiente para estos dos grupos de fauna tal como se presenta en el siguiente gráfico:



Gráfica III. 2. Curva de acumulación para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el polígono del proyecto.

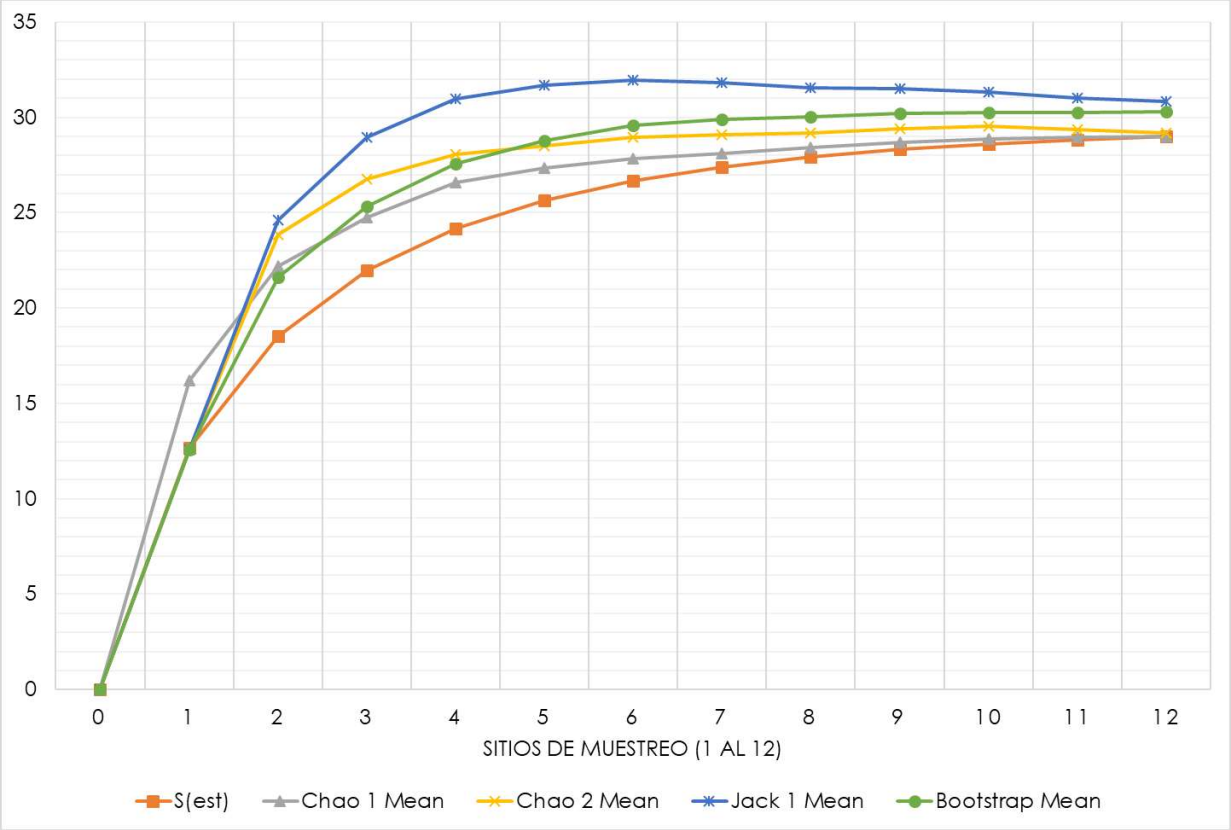
Lo cual también se demuestra con el análisis de representatividad, donde el índice de riqueza de Jacknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (12.92%), seguido de Bootstrap (12.85), mientras que Chao 1 y 2 predicen menos riqueza (12). Sin embargo, en ambos casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (12 especies) se encuentra por arriba del 96.57% el cual es el valor teórico de eficiencia.

Tabla IV.81. Riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el predio.

S (obs)	12	Representatividad %
Estimadores	**Riqueza estimada**	
Chao 1	12	100.00
Chao 2	12	100.00
Jack 1	12.92	92.88
Bootstrap	12.85	93.39
PROMEDIO		**96.57%**

AVES

En el caso de las aves, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizo un muestreo adecuado y suficiente para estos grupos de fauna.



Gráfica III. 3. Curva de acumulación para las aves durante las dos temporadas de muestreo.

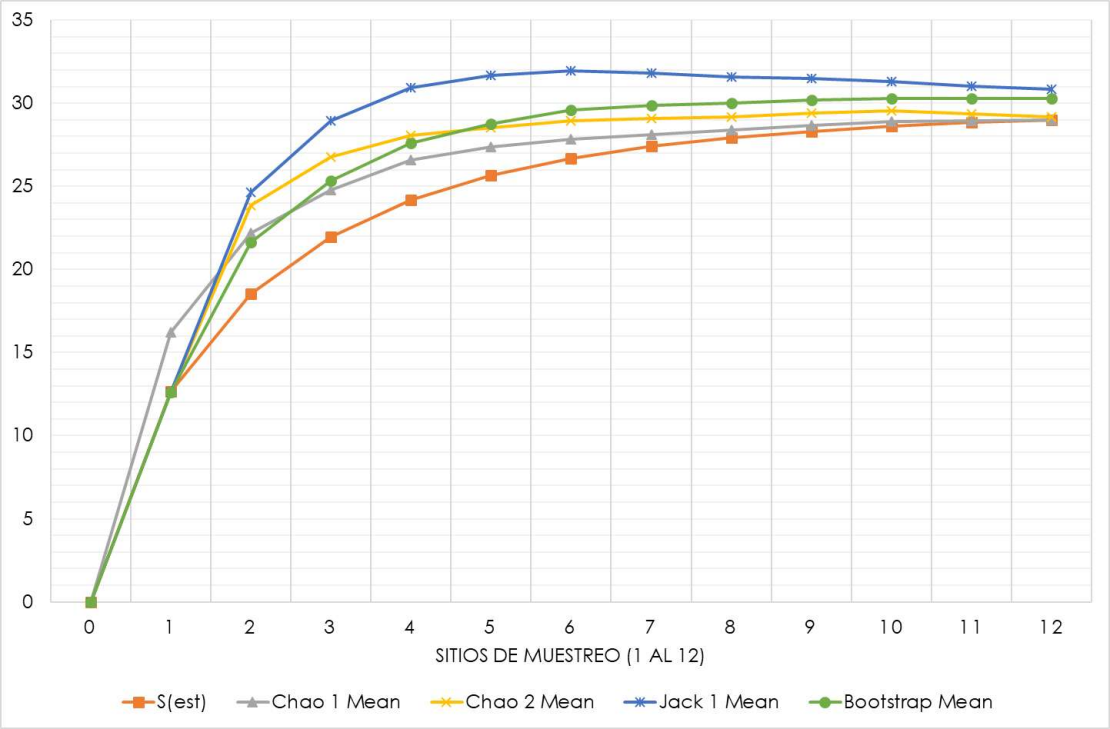
Lo anterior también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo un 97.31% de representatividad. El índice de jacknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (30.83), seguida de Bootstrap (30.28), mientras que Chao 1 y 2 predicen menos riqueza (29.18 y 29). Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (29 especies) se encuentra por arriba del 97.31% el cual es el valor teórico de eficiencia.

Tabla III.82. Estimadores de riqueza y representatividad para el grupo de las aves durante las etapas de muestreo.

S (obs)	29	**Representatividad %**
Estimadores	**Riqueza estimada**	
Chao 1 Mean	29.00	100.00 %
Chao 2 Mean	29.18	99.38 %
Jack 1 Mean	30.83	94.06 %
Bootstrap Mean	30.28	95.77 %
PROMEDIO		**97.31 %**

MAMÍFEROS

En el caso de los mamíferos, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos presenta una leve asíntota, donde se observa la estabilización de la curva al final del muestreo, con lo cual se demuestra que se realizó un muestreo adecuado y suficiente.



Gráfica III. 4. Curva de acumulación para los mamíferos durante las dos temporadas de muestreo en el predio del proyecto.

Esto también puede ser demostrado con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo un 98.70% de representatividad. El índice de riqueza de Bootstrap (4.22) fue el que mayor riqueza predijo, seguido de Jacknife de primer orden (4.00) que tuvo los mismos valores que chao 1 y chao 2. Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (4 especies) se encuentra por arriba del 90% el cual es el valor teórico de eficiencia.

Tabla III.83. Estimadores de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las etapas de muestreo.

S (obs)	**4**	**Representatividad %**
Estimadores	**Riqueza estimada**	
Chao 1 Mean	4.00	100.00 %
Chao 2 Mean	4.00	100.00 %
Jack 1 Mean	4.00	100.00 %
Bootstrap Mean	4.22	94.79 %
PROMEDIO		98.70 %

ESPECIES EXISTENTES EN EL SITIO. PROPORCIONAR NOMBRES CIENTÍFICOS Y COMUNES Y DESTACAR AQUELLAS QUE SE ENCUENTREN EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN LA NOM–059–SEMARNAT–2010, EN VEDA, EN EL CALENDARIO CINEGÉTICO, EN OTROS ORDENAMIENTOS APLICABLES (CITES; CONVENIOS INTERNACIONALES, ETCÉTERA) EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DE INFLUENCIA, O QUE SEAN ESPECIES INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE.

Para el área del proyecto, no se obtuvieron registros de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por su parte para el caso de las especies endémicas de la región península se registraron 5 especies para el área del proyecto (Ver tabla siguiente):

Tabla III.84. Especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o endémicas observadas en durante los transectos de muestreo.

GRUPO	**FAMILIA**	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**ESTATUS**	**NOM-059**
Aves	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	Endémica	-
	Icterus auratus	Calandria Dorso Naranja	Endémica	-
	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	Endémica	-
Reptilia	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico Yucateco	Endémico	-
	Sceloporus chrysostictus	Lagartija Espinosa de Puntos Amarillos	Endémico	-

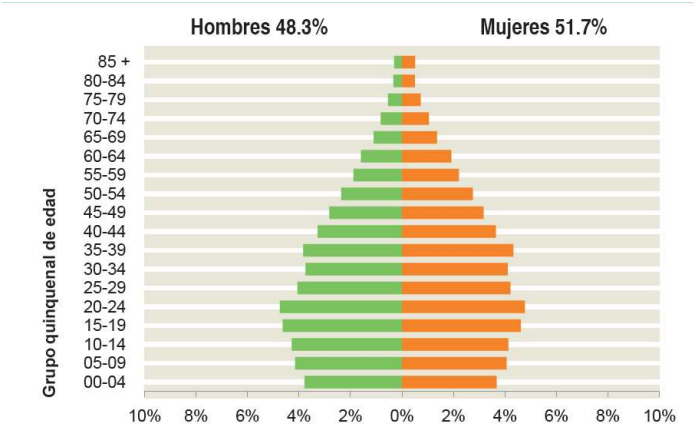
Es importante mencionar que las especies endémicas y en general la fauna silvestre que pudiese verse afectada por las actividades del proyecto podrán ser reubicadas y protegidas de acuerdo a lo indicado en el Programa de acciones para la protección y conservación de fauna silvestre en el área de estudio (Ver Anexo 6 de este estudio técnico).

Por otra parte, es importante, mencionar que la presencia de ciertas especies como *Coragyps atratus, Zenaida asiática, Cyanocorax yucatanicus, Crotophaga sulcirostris* y *Quiscalus mexicanus* son en muchas ocasiones consideradas indicadoras de áreas impactadas; por lo que, la presencia de dichas especies puede estar confirmando la condición de afectación del predio por las actividades humanas practicadas en años anteriores. Por otra parte, es importante mencionar que la ausencia de especies como los trepatroncos, las tángaras y algunas especies de mosqueros con requerimientos específicos como el mosquero de anteojos (*Tolmomyias sulphurescens*), y los trogones (*Trogon melanocephalus* y *T. violaceus*) podrían estar indicando que el estado del fragmento de vegetación se encuentra muy impactado por la influencia de las actividades previas que se realizaron al interior y en las áreas de influencia del sitio proyecto. Esta actividad, a pesar de aparentar no estar modificando la cobertura vegetal de los fragmentos de selva, si han causado un fuerte impacto en la cobertura del sotobosque, particularmente en las comunidades de especies arbustivas e individuos jóvenes de especies arbóreas.

III.2.2.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

La ciudad de Mérida, se encuentra ubicada al noroeste de la península de Yucatán, a menos de 50 kilómetros del Golfo de México, entre los paralelos 20º45´ y 21º15´ latitud norte y los meridianos 89º30´ y 89º45´ de longitud oeste. Tiene una superficie de 858.41 kilómetros cuadrados, limita al norte con Progreso y Chicxulub Pueblo; al sur con Tecoh, Abalá y Timucuy; al este con Conkal, Kanasín y Tixpéhual, y al oeste con Ucú y Umán.

El 29% tiene de 20 a 59 años; el 10.62% tienen más de 60 años y un 1.15% no especificó.



Gráfica III.1. Representatividad de hombres y mujeres en el municipio.

b) Vivienda

Según datos obtenidos en el INEGI, para el año 2010, Mérida contaba con el 45.3% del total de viviendas de todo el estado, lo que representa un incremento moderado del 2.8% comparado con el 44.5% registrado en 1990; es decir, durante diecisiete años, el incremento de vivienda no ha cumplido con las necesidades de una población que está creciendo aceleradamente comparado con el crecimiento de la vivienda.



Figura III. 21. Crecimiento de las viviendas en el Municipio de Mérida.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI, el Municipio de Mérida cuenta al año 2010 con 229,635 viviendas.

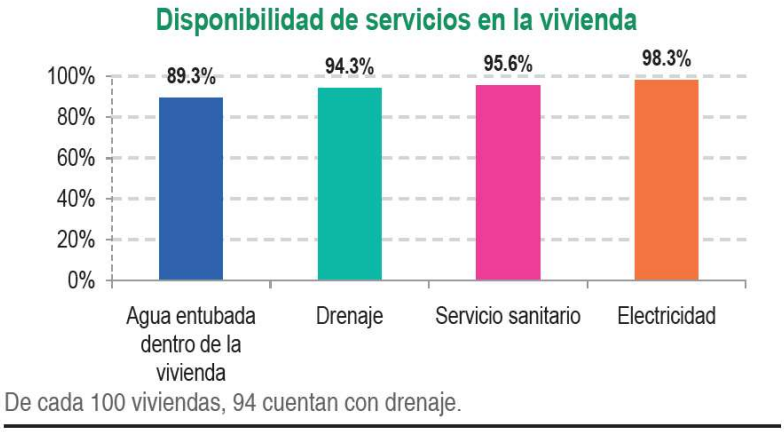


Figura III. 22. Disponibilidad de servicios en la vivienda.

La mayor parte de las viviendas de disponen de agua de la red pública 204,950 viviendas, mietras que las viviendas particulares que disponen de energía eléctrica son 225,800. Y en la actualidad el 0.8% (1,950) viviendas tienen piso de tierra.

c) Urbanización

Vías de Comunicación

Los medios de transporte de la ciudad de Mérida a la localidad de Chablekal están desarrollados, se cuenta con transporte foráneo, también se cuenta con muchas alternativas de transporte local, para llegar al sitio de estudio se toma la carretera federal Mérida-Progreso.

Medios de Comunicación

El municipio de Mérida cuenta con todos los servicios básicos, como son energía eléctrica, agua potable, servicio de telefonía, servicio de telefonía inalámbrica (celular), centros de salud, planteles educativos, parques recreativos, etc. De igual forma, en el municipio existen instalaciones para el servicio de correo postal y de telégrafo. En la siguiente tabla se presentan los servicios públicos existentes en la superficie que ocupará el proyecto, así como en sus alrededores.

Tabla III.85. Servicios públicos disponibles en el área del proyecto.

SERVICIOS	EXISTE	OBSERVACIONES
Vías de acceso	Sí	La carretera en Mérida-Progreso
Teléfono	Sí	Telefonía fija y servicio de telefonía celular
Telégrafo y correo	Sí	En las poblaciones rurales
Medio de transporte	Sí	Local y foráneo
Abastecimiento de agua	Sí	En todo el municipio
Electricidad	Sí	En todo el municipio.
Manejo de residuos sólidos	SI	En el relleno sanitario de la ciudad de Mérida
Drenaje sanitario	No	
Centros educativos	Sí	En todo el municipio
Zonas de recreo	Sí	En todo el Municipio
Centros de salud	Sí	En algunas comisarías y cabecera Municipal

Dado que ya se cuenta con toda la infraestructura urbana requerida para el proyecto, no se espera que se requiera del establecimiento, remodelación o instalación de nuevos servicios urbanos en el área.

d) Salud y Seguridad Social

La tasa de mortalidad infantil es un 1.4% más baja que la del todo el país y 1.3% más baja de la esperada según datos del censo de salud del 2008. La tasa de mortalidad materna en Yucatán es mucho más baja de la nacional además si se toma en cuenta la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en los cuales los países se comprometen a disminuir la en tres cuartas partes entre 1990 y 2015, la evolución a partir de1990 aún es insuficiente. La población masculina de Yucatán ocupa el primer lugar nacional en enfermedades basculocerebrales, y cuarto en ataques agudos al miocardio y en cirrosis hepática. En el caso de las mujeres, ocupa el cuarto lugar en el ámbito nacional en cáncer en las mujeres yucatecas. El VIH afecta a tres mil 873personas, lo que ubica al estado en el cuarto lugar nacional en cuanto a número de pacientes. Otras de las enfermedades presentes entre los jóvenes y que va en aumento es la diabetes mellitus, ya que 12% de los yucatecos mayores de

20 años padece esta enfermedad, cifra que supera en 1.5 puntos porcentuales a la media nacional. Yucatán ocupa el cuarto lugar nacional con mayor número de personas con desnutrición. De los porcentajes anteriores, Mérida concentra gran parte de la población a que refieren dichos padecimientos. En términos generales, la calidad de los servicios otorgados por el sector salud en el estado no es la óptima debido a la falta de políticas de ampliación.

Por otra parte, el equipamiento en el área de salud cuenta con un gran avance en los últimos años, debido a que las instancias de gobierno (federal, estatal y municipal) así como la iniciativa privada han invertido en la construcción de nuevos centros hospitalarios. Los servicios médicos que se otorgan en los centros de salud tanto públicos como privados van desde la consulta externa hasta los servicios especializados, éstos últimos se ubican principalmente en el norte y el poniente de la Ciudad, por lo que la gente que vive en el sur carece de dicho servicio. El Municipio de Mérida cuenta 27 hospitales, clínicas y salas de urgencias (incluye el Hospital Regional de Alta Especialidad y el Hospital de la Amistad Corea-México). Cabe mencionar que las localidades que cuentan con clínicas de primer contacto son: San José Tzal y Caucel (pertenecientes al Instituto Mexicano de Seguro Social) y la Clínica de Dzityá (perteneciente a la Secretaría de Salubridad y Asistencia). A continuación, se pueden observar las distintas unidades médicas con las que cuenta el municipio.

Las Unidades médicas de segundo nivel ubicadas en Mérida son las siguientes:

Nombre de la Unidad	Tipo de unidad	
Centro Dermatológico de Yucatán	Centro dermatológico	74,460 familias afiliadas
Hospital materno infantil	Hospital materno infantil	
Hospital General Agustín O`horán	Hospital general	
Hospital psiquiátrico	Hospital psiquiátrico	

Las Unidades médicas de primer nivel ubicadas en Mérida son las siguientes:

Nombre de la Unidad	Tipo de unidad	
C.S. Santa Rosa	Centro de salud urbano	43,823
C.S. Mérida calle 50	Centro de salud urbano	
C.S. Caucel	Centro de salud	835
C.S. Dzityá	Centro de salud	202
C.S. Komchén	Centro de salud	446

e) Educación

En cuanto a la educación en el municipio de Mérida se ubican instituciones educativas de todos los niveles escolares, que van desde la formación inicial hasta postgrados, cabe destacar que la calidad educativa del nivel superior es lo que hace atractivo que estudiantes de la Península de Yucatán, de Tabasco, Chiapas e incluso extranjeros radiquen en el municipio.

Los Centros de Desarrollo Infantil son administrados por el gobierno estatal y municipal principalmente, existiendo algunos que pertenecen al sector federal y al IMSS. Los CENDIS pertenecientes al municipio se ubican principalmente en el sur de la Ciudad.

En cuanto al nivel educativo y número de alumnos por ciclo escolar en el municipio de Mérida fue el siguiente:

Escuelas		
Nivel educativo	Ciclo escolar	
	2006-2007	2007-2008
Preescolar	473	475
Primaria	397	402
Secundaria	149	152
Profesional Técnico	6	4
Bachillerato	123	125

Alumnos		
Nivel educativo	Ciclo escolar	
	2006-2007	2007-2008
Preescolar	35,856	35,847
Primaria	88,937	90,729
Secundaria	43,670	44,187
Profesional Técnico	445	432
Bachillerato	38,623	38,056

En lo referente a la educación y capacitación para el trabajo (áreas técnicas y manuales) se registraron en el municipio de Mérida 79 escuelas, mismas que proporcionan capacitación en turismo, idiomas, comerciales, de computación y perfeccionamiento técnico.

f) Factores socioculturales

Grupos Étnicos

En cuanto a la representatividad de grupos étnicos, en el municipio de Mérida el 10% de la población del municipio de 5 año o más habla alguna lengua indígena, de estas el 95.5% son maya hablantes.

Es por esto que este Municipio (Mérida) continúa distinguiéndose por ser una de las ciudades donde se realizan eventos culturales gratuitos todos los días y porque se conservan las tradiciones gastronómicas, religiosas y culturales.

g) Índice de Pobreza

De las 45 localidades dentro del municipio de Mérida 35 tienen un índice de marginación alto, debido a que más del 70% de sus habitantes ganan menos de 2 salarios mínimos y entre el 40 y el 80% de su población no cuentan con estudios de primaria. Así mismo 8 localidades ubicadas principalmente al noreste y sur de la Ciudad y en las cercanías de las principales vías de comunicación existentes en el Municipio tienen un índice de marginación medio, siendo que entre 30 y 40 % de los habitantes no cuenta con estudios de primaria y entre un 70 y 85% perciben menos de dos salarios mínimos. Solamente las localidades de Mérida y La Ceiba tienen un índice de marginación muy bajo, en cuanto a Mérida el 10.47% de la población no tiene estudios de primaria y el 51.26% gana menos de dos salarios mínimos y en relación con la segunda, el porcentaje de la población que no tiene estudios de primaria es de 4.21% y el de personas que ganan menos de dos salarios mínimos es de 23.69%.

h) Población Económicamente Activa por Sector

Yucatán se encuentra entre los estados con menores tasas de desocupación. Al tercer trimestre de 2011 de acuerdo con datos del INEGI, la población económicamente activa (PEA) del estado ascendía a 935 mil 936 personas, de las cuales 907 mil 325 estaban ocupadas (553,683 hombres y 353,642 mujeres) con respecto al primer trimestre de 2009, esto representó un aumento de la población ocupada en 31,804 personas.

Por otra parte, Mérida tiene potencial productivo por la posición geográfica que ocupa y por la edad promedio de la población económicamente activa. La actividad económica del municipio está conformada por actividades de los tres sectores: agropecuario, industrial y de servicios. El sector terciario incluye al comercio, el hotelería, las finanzas, los transportes y las comunicaciones. Este sector representa el 75% de la PEA ocupada total, siendo el más equitativo en cuanto a distribución por sexos de las plazas de trabajo. En las gráficas 2 y 3 se muestra la población económicamente activa por sectores económicos, en el Municipio de Mérida.

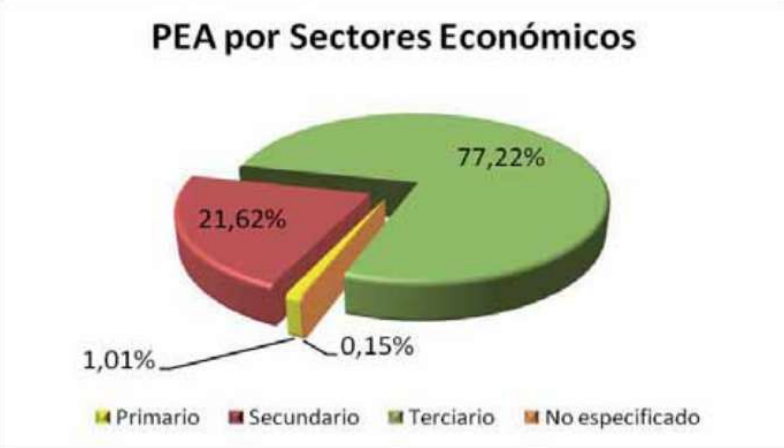


Figura III. 23. Población económicamente activa por sectores económicos en el municipio de Mérida.

III.2.2.4. 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.

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.
- La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo 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).

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), se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

Tabla III.86. Paisaje en el área del estudio.

CRITERIO	CALIFICACIÓN	SUSTENTO
VISIBILIDAD	Baja	Debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.
CALIDAD PAISAJÍSTICA	Media	Al estar en una zona en donde se han llevado a cabo actividades agrícolas y por lo tanto existe una alteración sobre la calidad paisajística, el proyecto no modificará significativamente el paisaje.
FRAGILIDAD DEL PAISAJE	Media	Como se ha mencionado, la vegetación es secundaria derivada de selva baja caducifolia, en la cual se han realizado actividades agrícolas, pero que sin embargo se encuentra conservado y con vegetación en crecimiento, por lo que el paisaje presenta una fragilidad Media
FRECUENCIA DE LA PRESENCIA HUMANA	Alta	En el área de estudio es común la presencia humana debido a que en la zona se tienen planeado desarrollos inmobiliarios de este tipo y en los alrededores hay asentamientos humanos.
SINGULARIDADES PAISAJÍSTICAS	Baja	No existen singularidades paisajísticas.

CAPÍTULO IV

CONTENIDO

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.....26

IV.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 26

IV.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....26

IV.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS.....27

IV.2.2 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN.....28

IV.2.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....31

IV.2.4 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN.....33

IV.3 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.....37

IV.3.1 CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO.....37

IV.3.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....37

IV.3.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS EN LA REGIÓN ECOLÓGICA.....38

IV.3.4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.....39

IV.3.5 CONCLUSIONES.....50

IV.4 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES…51

IV.5 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS.....51

IV.6 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.....53

IV.7 IMPACTOS RESIDUALES.....62

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología que se siguió para la evaluación de impactos ambientales, que se pudieran ocasionar en las diversas actividades del proyecto, fue basándose en la propuesta por Conesa, 1997 para lo cual, se identificaron, evaluaron y clasificaron los impactos ambientales siendo importante para su identificación, el diseño y elaboración de una matriz, que se presenta a detalle en apartados posteriores.

IV.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Como se menciona con anterioridad, para el presente capítulo se utilizará la metodología de Conesa (1997), que establece que en este el proceso de evaluación 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, en el capítulo siguiente, 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.

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:

- Acciones que modifican el uso del suelo (por nuevas ocupaciones/por desplazamiento de población)
- Acciones que implican emisión de contaminantes (atmósfera, agua, residuos sólidos).
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos.
- Acciones que actúan sobre el medio biótico.
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje.
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras.
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.

- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en **intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad** y **momento** en que intervienen en el proceso.

IV.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico que es el sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural, tal como los encontramos en la actualidad y sus relaciones con la población. Este incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho (**Aire, Tierra y Agua**), el Medio Biótico (**Flora y fauna**) y el Medio Perceptual (**Unidades de paisaje**); en tanto que el Medio Socioeconómico se describe como un sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general, de las comunidades humanas o de la población de un área determinada que 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, 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.

IV.2.2 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

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:

Importancia del Impacto (I) = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) *(Fórmula basada en la propuesta de Conesa, 1997)*

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.1. Rango para el cálculo de la 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
		Periódico	2
Indirecto	1	Continuo	4
Directo	4	**Importancia (I)**	
Recuperabilidad (MC)		I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	
De manera inmediata	1		
A mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

IV.2.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los criterios de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o acción sobre el ambiente. A fin de clarificar el significado de las características expresadas en el apartado anterior, así como sus valores, dichos conceptos se abordan a continuación:

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 iniciales 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 iniciales 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.

IV.2.4 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN.

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

Continuando 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
$IRi = \Sigma_j Iij \bullet Pj/\Sigma_j Pj$
La importancia total Ij, de los efectos causados a cada factor j
$Ij = \Sigma_i Iij$
La importancia total ponderada IRj, de los mismos
$IRj = \Sigma_i Iij \bullet Pj/\Sigma_j Pj$
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.2. Matriz de importancia.

Factores	UIP	Situación 1							Situación 2									
		Acciones				n + 1			Acciones				n + 1		n + 2		n + 3	
						Total							Total		Total efectos permanentes de la Sit. 1		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

$I_i = \sum_j I_{ij}\ I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \bullet P_j/\sum P_j$ $I_j = \sum_i I_{ij}\ I_{Rj} = \sum_j I_{ij} \bullet P_j/\sum P_j$ $I_{Pj} = \sum_{i<n} I_{pij}$ $I_{RPj} = \sum_{i<n} I_{rpij}$ $I_j = I'_j + I_{Pj}$ $I_{Rj} = I'_{Rj} + I_{RPj}$

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 o iguales a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos o significativo, y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Tabla IV.3. Valores de importancia del impacto.

NIVELES DE IMPACTO	
Ambiental compatible	**<25**
Ambiental Moderado	**25-50**
Ambiental Severo o significativo	**50-75**
Ambiental crítico	**> 75**

BAJO: Impacto de poca importancia, con recuperación inmediata o rápida de las condiciones originales al cesar la obra o actividad

MODERADO: Cuando la recuperación de las condiciones originales requiere de cierto tiempo (evidentemente mayor que para impactos compatibles)

SIGNIFICATIVO: La magnitud del impacto requiere de la aplicación de medidas o acciones específicas para la recuperación de las condiciones iniciales del ambiente, lo cual, se obtiene después de un tiempo prolongado.

CRITICO: La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable, se caracteriza por producir la pérdida permanente de la calidad de las condiciones o características, incluso con la aplicación de acciones específicas.

El proyecto modificará la situación actual del área donde se ubica, sin embargo, se tienen presentes los siguientes parámetros para la evaluación del posible daño que pudiese darse:

a) **RUIDO** (Incremento de los niveles de presión sonora).
b) **AIRE** (Generación de emisiones a la atmósfera).
c) **AGUA** (Alteración en la calidad del agua).
d) **SUELO** (Estructura, características fisicoquímicas, calidad y contaminación).
e) **FLORA** (Pérdida y cambios en la cobertura vegetal).
f) **FAUNA** (Afectación a la fauna silvestre y especies protegidas).
g) **PAISAJE** (Deterioro de las visuales paisajísticas y calidad del escenario natural).
h) **SOCIO-ECONÓMICO** (Mejoramiento de la calidad de vida, generación de empleos y demanda de bienes).

IV.3 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.

IV.3.1 CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO.

El proyecto pretende ofrecer viviendas e infraestructura adecuada para un nuevo desarrollo inmobiliario, de forma que ayude a satisfacer la demanda de áreas para viviendas privadas, por lo que las características del paisaje serán modificadas en un gran porcentaje del proyecto, manteniendo áreas verdes con características propias del sitio.

Actualmente el escenario donde será llevado a cabo el proyecto es una zona donde se pueden observar vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia, concordando con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI serie VII.

El predio anteriormente era utilizado para actividades agropecuarias, por lo que en la actualidad se cuenta con caminos rústicos los cuales son transitados por los pobladores.

Por otra parte, en las colindancias inmediatas se observan otros desarrollos inmobiliarios, así como vialidades principales, demostrando de esta manera que la zona se encuentra urbanizada, siendo menor el impacto que será ocasionado en el medio por la implementación del proyecto. Motivo por el cual, no se solicitó mantener áreas de conservación, únicamente áreas verdes.

El diseñar una obra con toda la infraestructura necesaria para su operación y buen funcionamiento, cuidando todos los detalles de agua potable, manejo de residuos, espacios verdes, vialidades funcionales y servicios públicos adecuados, nos garantiza que la obra vaya acorde con los parámetros urbanos y ambientales que se determinan para un futuro desarrollo habitacional. De manera que con la ejecución de las medidas ambientales propuestas en el capítulo VI, el escenario resultante será un sitio totalmente armónico con el entorno urbano.

IV.3.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Con base a la matriz propuesta, se destaca el resultado de la interacción entre las diferentes actividades de la obra y los componentes evaluados (abióticos, bióticos y socioeconómicos).

En general es posible observar que, en la etapa de preparación del sitio y construcción, para todos los componentes, se manifestará la mayor proporción de ocurrencias de impactos ambientales derivado de la interacción de las actividades propias en la etapa para con los componentes evaluados. En la etapa de operación y mantenimiento se destacan los impactos benéficos (positivos) para el componente socioeconómico y la ocurrencia de impactos ambientales significativos.

En cuanto a los subcomponentes abióticos los más representativos serán las características físico-químicas y la estructura del suelo, partículas suspendidas, calidad del aire y ruido desde la perspectiva de una afectación adversa y significativa por la impermeabilización del suelo y el uso de maquinaria, mientras que los subcomponentes calidad del agua y conformación del terreno serán afectados por la generación de aguas residuales. De los subcomponentes bióticos los que recibirán mayor afectación son el componente ambiental flora debido a la limpieza del sitio que se llevará a cabo en gran parte del predio.

IV.3.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

Los principales impactos ambientales que el proyecto ocasionará durante las distintas etapas se describen a continuación:

PARA LA PREPARACIÓN DEL SITIO: Generación de ruido, emisiones a la atmósfera, afectación a la calidad del agua, pérdida de cobertura vegetal, afectación a la fauna, modificación del paisaje, generación de empleos.

PARA LA CONSTRUCCIÓN: Pérdida de suelo, generación de ruido, aumento de emisiones a la atmósfera, afectación a la calidad del agua, afectación a la fauna silvestre, generación de empleos, calidad paisajística.

PARA LA OPERACIÓN: Generación de residuos sólidos urbanos, emisiones a la atmósfera, contaminación a la calidad del agua, generación de empleos.

Tabla IV.4. Identificación de los impactos generados en el sistema ambiental.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	**Aire**	Generación de emisiones a la atmosfera
			Incremento en los niveles de presión sonora
		Suelo	Alteraciones de la estructura
			Alteraciones de las características fisicoquímicas
			Afectaciones de la calidad del suelo
		Agua	Alteración en la calidad del agua.
	MEDIO BIÓTICO Y PERCEPTUAL	**Paisaje**	Deterioro visual paisajístico
			Disminución de la calidad del escenario natural
		Flora	Pérdida de la cobertura vegetal
			Afectación de especies protegidas
		Fauna	Afectaciones a la fauna (microfauna, Fauna Mediana y especies protegidas)
MEDIO SOCIOECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	**Social**	Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de localidades cercanas
		Económico	Generación de empleos
			Demanda de bienes y servicios

IV.3.4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

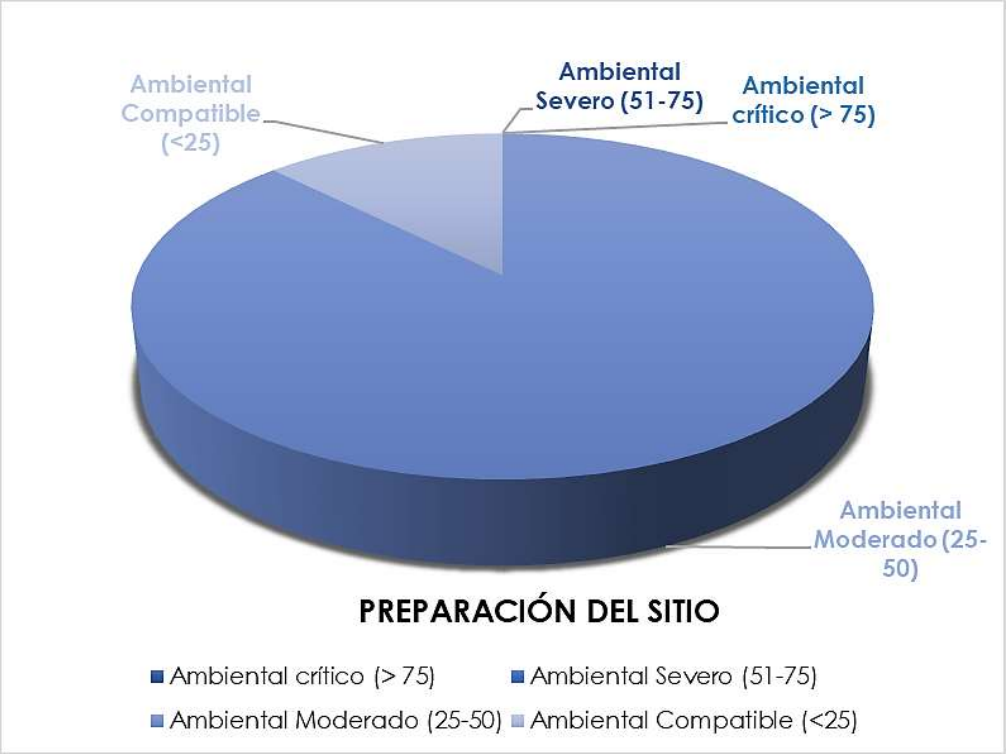
A continuación, se muestra un resumen con los valores obtenidos de la matriz de impacto (ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO):

Tabla IV.5. Impactos ambientales generados en la preparación de sitio.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómico
Intensidad (IN)	Baja	1								
	Media	2	2	2					2	2
	Alta	4			4	4	4	4		
	Muy alta	8								
	Total	12								
Extensión (EX)	Puntual	1								1
	Parcial	2	2	2	2					
	Extenso	4				4	4	4	4	
	Total	8								
	Critica	(+4)								
Momento (MO)	Largo plazo	1								
	Medio plazo	2								2
	Inmediato	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Critico	(+4)								
Persistencia (PE)	Fugaz	1								
	Temporal	2	2	2				2		2
	Permanente	4			4	4	4		4	
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1	1							1
	Medio plazo	2						2	2	
	Irreversible	4		4	4	4	4			
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1	1							1
	Sinérgico	2		2	2	2	2	2	2	
	Muy sinérgico	4								
Acumulación (AC)	Simple	1	1							1
	Acumulativo	4		4	4	4	4	4	4	
Efecto (EF)	Indirecto	1						1		
	Directo	4	4	4	4	4	4		4	4
Periodicidad (PR)	Irregular y discontinuo	1	1		1					
	Periódico	4		4		4	4	4	4	4
Recuperabilidad (MC)	De manera inmediata	1								1
	A mediano plazo	2								
	Mitigable	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Irrecuperable	8								
Naturaleza	Impacto beneficioso	+								+
	Impacto	-	-	-	-	-	-	-	-	

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
		Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómico
	perjudicial								
Importancia (I)	**I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)**	**28**	**38**	**43**	**50**	**50**	**43**	**42**	**24**
Característica	Ambiental crítico (> 75)								
	Ambiental Severo (51-75)								
	Ambiental Moderado (25-50)	■	■	■	■	■	■	■	
	Ambiental Compatible (<25)								■

Como se observa en la tabla anterior, de los impactos identificados siete son negativos, pero de intensidad ambiental moderada se refieren a los impactos ocasionados por ruido, aire, agua, suelo, flora, fauna y paisaje, por otra parte, se generará un impacto ambiental positivo compatible el cual actúa sobre el componente socioeconómico que hace referencia a la generación de empleos.



Gráfica IV.1. Porcentaje de los impactos ambientales generados en la preparación del sitio del proyecto.

Los impactos potenciales que se generarán durante la preparación del sitio se analizan a continuación de acuerdo con lo obtenido en la matriz de valoración de impactos:

RUIDO (Incremento de los niveles de presión sonora): El ruido es un efecto perjudicial, sin embargo, es reversible pues se disipa en el aire. Por lo que, dada la extensión del predio, se estima que la afectación ocasionada sea mínima, generándose sobre una extensión parcial, con una intensidad media, la cual actuará de manera inmediata pero temporal. Dicho impacto será producto del uso de maquinaria y vehículos como volquetes, necesarios durante el tiempo en que se llevará a cabo el desmonte de las áreas solicitadas para el cambio de uso de suelo, de manera que la afectación por contaminación acústica será generada en un periodo irregular y discontinuo, aclarando que las actividades de desmonte sean llevadas a cabo de manera paulatina y por etapas, por lo que podrá ser mitigable al concluir la obra y podrá recuperarse a como se encontraba en un principio.

AIRE (Generación de emisiones a la atmósfera): Los impactos que recibirá este rubro serán en su mayoría negativos; esto se debe principalmente a que materiales varios se levantan del suelo como resultado del uso de vehículos y maquinaria durante las actividades de desmonte y despalme del sitio. Además, la maquinaria emite gases contaminantes por el uso de diésel, produciendo contaminación atmosférica, por lo que podría considerarse como un impacto irreversible y acumulativo con una intensidad media. Sin embargo, se espera que con el mantenimiento previo a las maquinarias que fueran a utilizarse en la obra, los impactos se reduzcan.

AGUA (Afectación a la calidad): Las posibles afectaciones hacia el agua en esta etapa podrán ocurrir por el mal funcionamiento de la maquinaria, así como por algún derrame aceite, diésel o gasolina, de manera parcial en el sitio donde se esté trabajando en ese momento, y de forma regular y discontinua, ya que se tratará de que la maquinaria este presente sólo cuando sea necesario; del mismo modo, con las medidas preventivas se espera que el impacto sea revertido a mediano plazo, considerando la aplicación de programas y medidas propuestas para el presente proyecto.

SUELO (Características fisicoquímicas, estructura y calidad): El proyecto mantendrán superficies con áreas verdes. De acuerdo a lo anterior, la afectación a este rubro fue valorada en una amplia extensión y con una intensidad alta. Sin embargo, este impacto podrá ser mitigable teniendo en cuenta que el material producto de las actividades de desmonte y despalme podrá ser reincorporado a las áreas verdes del proyecto. Como se sabe, uno de los problemas más grandes en el mundo es la generación de residuos sólidos conocidos comúnmente como basura; por lo cual, dentro del área de afectación del proyecto, de llevarse a cabo las medidas propuestas, se generará una afectación parcial por el vertimiento de residuos en las áreas de trabajo, generado por los mismos obreros. Sin embargo, la afectación será periódica, y aunque pudiese considerarse como acumulativa esto sería en el ámbito local.

FLORA (Pérdida y cambios de la cobertura vegetal). Es importante mencionar que la superficie donde se pretende construir el proyecto cuenta con vegetación forestal, de acuerdo a los muestreos realizados en el área del proyecto se observa que el sitio cuenta con vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia, de manera que la afectación a la flora por el desmonte y despalme para los sitios que requieran de una posterior cimentación será un impacto permanente y de intensidad alta, sin embargo se tomarán medidas adecuadas para no afectar especies de flora de importancia o bajo algún estatus de conservación, disminuyendo de tal manera el impacto.

FAUNA (Afectación a la microfauna, fauna mediana y especies protegidas). Este factor se verá afectado principalmente por la presencia de trabajadores y el empleo de maquinaria durante su desmonte y despalme, ocasionando un desplazamiento de sus nichos naturales a zonas aledañas; de manera que los impactos serán en su mayoría negativos e inmediatos, y en algunos casos permanentes dado que los hábitats de estas especies no son recuperables. Sin embargo, para la etapa operativa este impacto se podría considerar como temporal debido a que se irán disminuyendo el número de trabajadores y de maquinaria, por lo que la fauna podrá reincorporarse a las áreas que aún conserven vegetación. Por lo que los impactos que sean ocasionados podrán ser completamente mitigables hacia este grupo, tomando en cuenta todas las indicaciones que se le dé a la empresa encargada, dándoles la debida capacitación a sus trabajadores.

PAISAJE (Deterioro visual paisajístico y calidad del escenario natural). El paisaje en esta etapa será afectado de manera parcial, modificando solamente las áreas necesarias para llevar a cabo el proyecto, sin embargo, este se considera con una intensidad alta, dadas las características del mismo proyecto, el cual pretende hacer el cambio de uso de suelo, sin embargo, este contará con una gran extensión de áreas verdes. Además, se llevará a cabo un programa de reforestación, utilizando plantas nativas de la región, dándole de tal forma, una mejor visualización al paisaje.

SOCIOECONÓMICA (Calidad de vida, generación de empleos y demanda de bienes): Durante la etapa de preparación del sitio, la generación de empleos a causa de las actividades de desmonte y despalme les traerá un gran beneficio a los pobladores cercanos al área del proyecto, considerando de tal forma, dicho impacto como

positivo, con una intensidad alta, que se dará de forma inmediata desde el inicio de las labores de preparación del sitio.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA

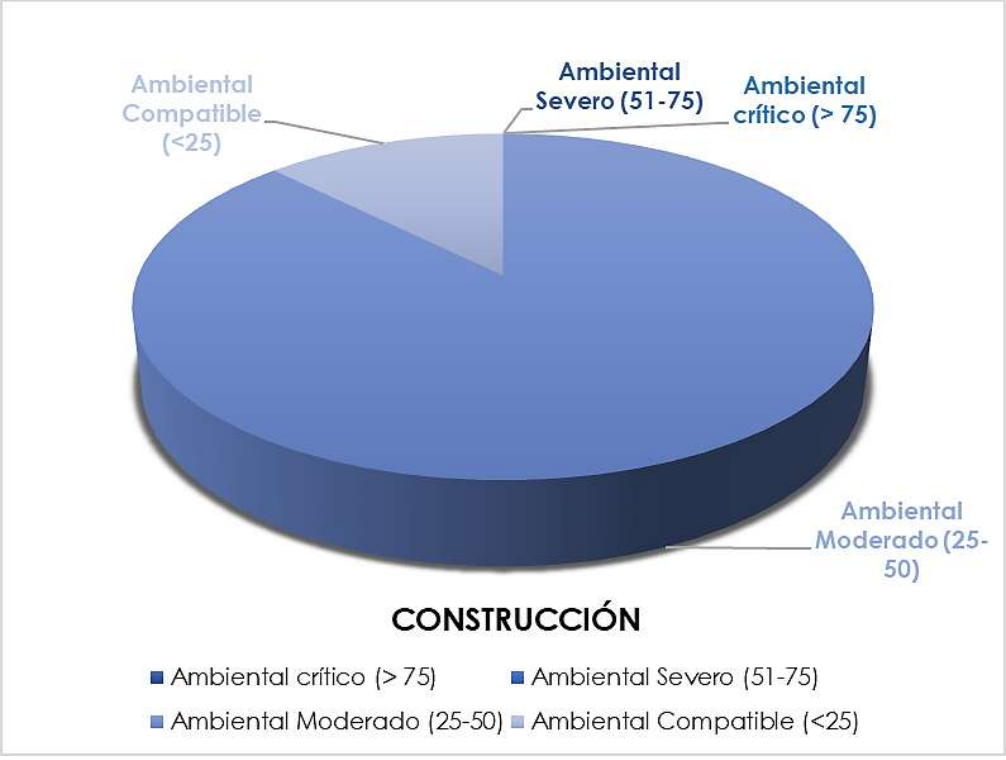
A continuación, se muestra un resumen de los valores obtenidos de la matriz de impacto (Etapa de construcción):

Tabla IV.6. Impactos ambientales generados por la construcción del proyecto.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómica
Intensidad (IN)	Baja	1					1			
	Media	2	2	2						
	Alta	4			4	4		4	4	4
	Muy alta	8								
	Total	12								
Extensión (EX)	Puntual	1					1			1
	Parcial	2	2			2		2	2	
	Extenso	4		4	4					
	Total	8								
	Critica	(+4)								
Momento (MO)	Largo plazo	1								
	Medio plazo	2			2					2
	Inmediato	4	4	4		4	4	4	4	
	Critico	(+4)								
Persistencia (PE)	Fugaz	1								
	Temporal	2	2	2			2	2	2	2
	Permanente	4			4	4				
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1	1				1			1
	Medio plazo	2		2				2	2	
	Irreversible	4			4	4				
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1	1							
	Sinérgico	2		2	2	2	2	2	2	2
	Muy sinérgico	4								
Acumulación (AC)	Simple	1	1							1
	Acumulativo	4		4	4	4	4	4	4	
Efecto (EF)	Indirecto	1					1	1		
	Directo	4	4	4	4	4			4	4
Periodicidad (PR)	Irregular y discontinuo	1			1		1			
	Periódico	4	4	4		4		4	4	4
Recuperabilidad (MC)	De manera inmediata	1								1
	A mediano plazo	2								
	Mitigable	4	4	4	4		4	4	4	

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómica
	Irrecuperable	8				8				
Naturaleza	Impacto beneficioso	+								+
	Impacto perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	
Importancia (I)	I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)		31	40	45	50	24	39	42	31
Característica	Ambiental crítico (> 75)									
	Ambiental Severo (51-75)									
	Ambiental Moderado (25-50)		■	■	■	■		▰	▰	▰
	Ambiental Compatible (<25)						▰			

De los impactos identificados, siete son considerados ambientalmente moderados, incluyendo un impacto positivo (socioeconómico); únicamente se obtuvo registro de un impacto considerado como compatible, debido a que la afectación sobre este subcomponente biótico (flora) ha ocurrido desde la primera etapa de trabajo, al llevarse a cabo las acciones de la remoción de la vegetación por el Cambio de Uso de Suelo del Terreno Forestal.



Gráfica IV.2. Porcentaje de los impactos ambientales generados en la etapa constructiva.

Los impactos potenciales que se generarán durante esta etapa se analizan a continuación, y de acuerdo a lo obtenido en la matriz de valoración de impactos:

RUIDO. Se estima que la afectación por el incremento de los niveles de presión sonora sobre el predio será mínima con una extensión parcial e intensidad media. Además, se considera temporal, ya que solamente permanecerá durante el tiempo en que se lleven a cabo la construcción de obras pretendidas; por otra parte, será recurrente (efecto periódico), ya que pretende realizarse por etapas. Sin embargo, estos serán reversibles y mitigables.

AIRE. El principal efecto adverso lo tendrá la agregación de gases de combustión que sean utilizados durante la etapa constructiva, provenientes de vehículos pesados y equipos que funcionan con combustibles (diésel o gasolina), los cuales generan emisiones de NOx, CO, SO_2, partículas e hidrocarburos. Por la magnitud de estas obras, se considera que el impacto será de intensidad media, extenso, inmediato, acumulativo, directo y periódico; sin embargo, es mitigable tomando las medidas adecuadas para evitar la máxima afectación.

AGUA. Las posibles afectaciones hacia el agua en esta etapa podrán ocurrir por el mal funcionamiento de la maquinaria, así como de algún derrame de aceite, diésel o gasolina; esto con una intensidad alta, extensa, permanente e irreversible. De manera periódica en el sitio donde se esté trabajando en ese momento, y de forma regular y discontinua, tratando de que la maquinaria este presente sólo cuando sea necesario. Además, la calidad de agua subterránea recibirá un impacto negativo durante la impermeabilización, al evitar el paso libre del oxígeno y nutrientes. Sin embargo, con las medidas preventivas se trata que este impacto sea revertido a mediano plazo considerando de igual forma llevar a cabo los programas y medidas de mitigación propuestas para el presente proyecto.

SUELO. El proyecto propone áreas verdes que mantendrán el suelo natural. De manera que la afectación a este rubro fue valorada en una amplia extensión, siendo de intensidad alta, irreversible y permanente, ya que las acciones de la construcción de obras no permitirán la renovación del suelo que fue removido desde la etapa de preparación del sitio, y que dadas las características propias de las áreas de sellamiento no podrán ser recuperables, deshabilitando la capa de suelo natural.

FLORA. Debido a que la vegetación será retirada durante la etapa de preparación del sitio, el impacto ocasionado será considerado ambientalmente compatible, ya que únicamente se removerá la vegetación herbácea que pudiese prosperar en las zonas que fueron despalmadas en las zonas de construcción y demás obras necesarias para la implementación del proyecto; sin embargo, este será un impacto bajo y puntual.

FAUNA. Por su parte la fauna silvestre que pudiese encontrarse en esta etapa del proyecto se verá afectada de manera inmediata tanto por la presencia de trabajadores, así como por la maquinaria, ocasionando un desplazamiento de la fauna potencialmente presente; sin embargo, este impacto se podría considerar como temporal debido a que poco a poco al disminuir el número de trabajadores y maquinaria, la fauna podría reintegrarse sobre las áreas con vegetación natural. Por último, cabe mencionar que los impactos en esta etapa podrán ser completamente mitigables hacia este grupo,
tomando en cuenta todas las indicaciones que se les dé a las empresas encargadas de la construcción, dándoles la debida capacitación. Por lo que es importante llevar a cabo actividades de rescate y reubicación de las especies susceptibles a ser afectadas.

PAISAJE. El paisaje en esta etapa será afectado de manera parcial, ya que las áreas necesarias para llevar a cabo el proyecto fueron modificadas significativamente en la etapa de preparación del sitio. Sin embargo, debido a que en esta etapa se realizará la construcción de las diferentes obras del proyecto, el impacto visual podría considerarse de intensidad media y a largo plazo ya que al ser un proyecto del tipo inmobiliario; este será usado por un largo periodo de tiempo por los propietarios de cada vivienda habitacional.

SOCIO-ECONÓMICA. Por otra parte, un efecto benéfico que traerá el proyecto es la generación de trabajos de manera directa hacia la gente de los poblados y municipios cercanos, por lo que ocasionará un impacto positivo a las poblaciones cercanas, considerándolo de intensidad alta y de forma inmediata cuando den inicio las labores de construcción.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA OPERATIVA

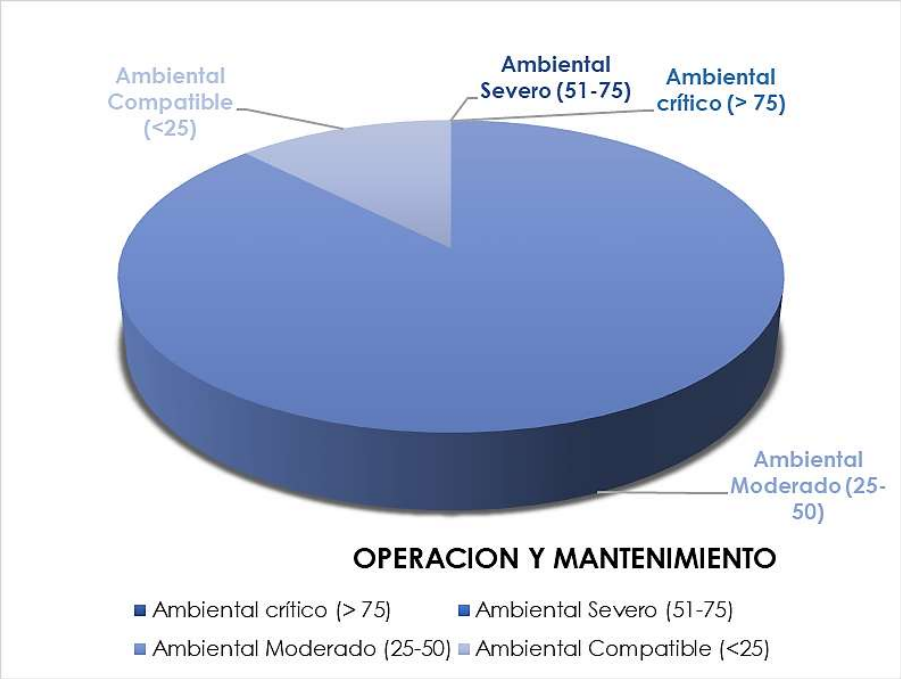
A continuación, se muestra un resumen de los valores obtenidos de la matriz de impacto (ETAPA DE OPERACIÓN):

Tabla IV.7. Impactos ambientales generados por la operación del proyecto.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómica
Intensidad (IN)	Baja	1	1	1	1	1	1	1		1
	Media	2							2	
	Alta	4								
	Muy alta	8								
	Total	12								
Extensión (EX)	Puntual	1				1	1			1
	Parcial	2		2	2			2	2	
	Extenso	4	4							
	Total	8								
	Critica	(+4)								
Momento (MO)	Largo plazo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Medio plazo	2								
	Inmediato	4								
	Critico	(+4)								
Persistencia (PE)	Fugaz	1					1			1
	Temporal	2		2	2	2		2		
	Permanente	4	4						4	
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1								1
	Medio plazo	2	2	2	2	2	2	2		
	Irreversible	4							4	
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1								
	Sinérgico	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Muy sinérgico	4								
Acumulación (AC)	Simple	1				1	1	1		1
	Acumulativo	4	4	4	4				4	
Efecto (EF)	Indirecto	1		1	1	1	1	1		
	Directo	4	4						4	4
Periodicidad (PR)	Irregular y discontinuo	1				1	1		1	1
	Periódico	4	4	4	4			4		
Recuperabilidad (MC)	De manera inmediata	1			1	1	1	1		1
	A mediano plazo	2	2	2					2	
	Mitigable	4								
	Irrecuperable	8								

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS							
			Ruido	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Socioeconómica
Naturaleza	Impacto beneficioso	+								+
	Impacto perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	
Importancia (I)	I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)		34	25	24	16	15	21	32	17
Característica	Ambiental crítico (> 75)									
	Ambiental Severo (51-75)									
	Ambiental Moderado (25-50)		■	■					■	
	Ambiental Compatible (<25)				■	■	■	■		■

Como se puede observar, los impactos identificados fueron ocho, de los cuales tres son considerados ambientalmente moderados 3 (37%), y los cinco restantes (63%) fueron considerados ambientalmente compatibles.



Gráfica IV.3. Porcentaje de los impactos ambientales generados en la etapa operativa.

Los impactos potenciales que se generarán durante esta etapa se analizan a continuación, de acuerdo a la matriz de valoración de impactos:

RUIDO. En cuanto a la generación de ruido se prevé una afectación baja y a largo plazo, debido a que los propietarios de cada vivienda generarán ruido vehicular, sin embargo, el impacto por ruido será periódico y se encontrará de acuerdo con los límites establecidos por la norma para zonas habitacionales.

AIRE. Se espera que algunos vehículos sigan circulando, sin embargo, estos serán los mínimos y solamente serán utilizados por los residentes y del personal contratado para el mantenimiento del sitio.

AGUA. En la etapa operativa, las afectaciones al agua (de acuerdo con la evaluación realizada estas son consideradas como compatibles), debido a que no habrá alguna actividad que pudiese ocasionar una afectación importante al manto acuífero, las actividades que se realicen durante esta etapa serán completamente mitigables y podrán hasta cierto punto evitarse con la correcta aplicación de los programas de vigilancia.

SUELO. Como se ha mencionado con anterioridad, el área que ocupará el proyecto será modificado en las etapas de preparación del sitio, así como durante la etapa constructiva. Sin embargo, como medida de compensación se pretende llevar a cabo una reforestación con plantas nativas que a largo plazo podrá recuperar el suelo natural, revirtiendo algunos impactos y compensado la pérdida que se causó durante las anteriores etapas, inclusive mejorando la calidad del suelo con la que cuentan en las áreas verdes.

FLORA. En esta etapa del proyecto se espera que los impactos sean poco significativos, ya que se trata de un ambiente transformado, es decir, las áreas del proyecto serán modificadas desde la preparación y construcción del proyecto, por lo que únicamente se realizarán podas de limpieza, trayendo en sí, efectos benéficos a la flora existente de las áreas verdes (jardines) debido a los trabajos de mantenimiento. De manera que éste será un fugaz, puntual y reversible a largo plazo. Por otra parte, para compensar y mitigar las actividades antes realizadas, se llevará a cabo la reforestación con especies endémicas de la región, con la finalidad de contribuir en la repoblación de flora sobre las áreas verdes del proyecto.

FAUNA. El ambiente transformado se convertirá en el hábitat de fauna nativa que haya permanecido sin afectación durante los trabajos (pequeños reptiles y mamíferos) o que hayan regresado al sitio (aves); lo cual se considera de alguna manera benéfico. Por otra parte, la fauna que se verá afectada en esta etapa del proyecto será mínima, debido a que durante los muestreos se encontró un bajo número de especies y organismos observados, así mismo, los accidentes que pudiesen ocurrir serían mediante atropellamientos por los vehículos de los residentes, sin embargo, este impacto podría ser mitigado con la colocación de señalamientos en áreas verdes o donde se considere pueda haber una mayor probabilidad de incidencias de afectación sobre dichas especies. Constituyéndose en un impacto adverso, poco significativo, puntual, fugaz, reversible y mitigable.

PAISAJE. La afectación al paisaje de acuerdo al análisis realizado se considera como ambientalmente moderado, debido principalmente a las estructuras y diversas construcciones con las que contará el proyecto por tiempo indefinido. Sin embargo, en los alrededores del sitio del proyecto ya se cuenta con desarrollos inmobiliarios los cuales cuentan con el mismo paisaje, inclusive con áreas verdes y plantación de árboles nativos de la región.

SOCIO-ECONÓMICA. Por la parte de generación de empleos, aunque será lo mínimo requerido, se prevé que será necesaria la contratación de trabajadores para actividades de vigilancia, limpieza y mantenimiento de las áreas del proyecto, por lo que la población cercana podrá verse beneficiada con esta actividad, trayendo consigo mejoras.

IV.3.5 CONCLUSIONES

El sistema ambiental previo a la construcción del proyecto presenta un estado ambientalmente compatible considerando las características de la zona.

Si bien, existe un impacto negativo en la fase de preparación del sitio por efecto de la remoción de vegetación (cambio de uso de suelo de terreno forestal), en general el proyecto en conjunto presenta una valoración positiva, que al efectuar el análisis se revierte por los efectos adversos al suelo y la vegetación. La carencia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 hace suponer que no se tendrán impactos negativos sobre la biodiversidad. Así mismo, en torno al medio socioeconómico, el resultado final es positivo para las tres etapas del proyecto.

Durante las actividades de despalme, desmonte y limpieza se generarán los mayores impactos negativos y moderados sobre el suelo y la vegetación, pero pueden verse mitigados a través de la creación de áreas verdes y la reforestación que deberá efectuarse como medida de compensación.

De igual manera, se alterará la calidad del aire por los polvos y emisiones generados a la atmósfera, aunque éstos serán impactos bajos, temporales, reversibles y puntuales, por afectar solamente el área que incide el proyecto. Sin embargo, a través de la ejecución de varias medidas de mitigación, como el humedecimiento del terreno y el mantenimiento a la maquinaria previo a su operación, el impacto puede ser nulo o poco significativo.

La valoración final de los impactos ocasionados resulta ser positiva en términos generales, adjudicada principalmente al aspecto económico y social, debido a la generación de empleos, el aumento en el nivel de consumo por cada una de las actividades y principalmente, por la oportunidad de que la población firme o incremente su patrimonio familiar.

Durante las diferentes etapas del proyecto con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, las actividades que se realizarán no pondrán en riesgo la estabilidad del sistema ambiental, por lo que el proyecto se considera compatible y ambientalmente viable para su ejecución, considerando su ubicación, niveles de impacto existentes en el predio actualmente, así como las características del paisaje; condicionado a la aplicación de medidas de mitigación o compensación de los impactos generados en cada etapa del proyecto que se indican en el **Capítulo VII**.

IV.4 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Después de analizar y evaluar los impactos generados en cada uno de los recursos del medio natural, se plantean las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos detectados, por la realización de las actividades inherentes al proyecto.

Es conveniente mencionar que los impactos generados en cada una de las etapas del desarrollo del proyecto, son factibles de ser previstos, además de ser mitigables; y en algunos casos van a generar un cambio positivo en la situación actual, como es el caso de las condiciones socioeconómicas de la región.

De acuerdo con la evaluación presentada en los apartados anteriores, los impactos se centraron principalmente en la etapa de preparación del sitio y su construcción, también se observaron impactos para la operación, pero en menor grado, por lo que en este apartado se especificarán puntualmente los impactos a mitigar con base en el análisis realizado de ellos. Para esto se evaluó la periodicidad, la intensidad, la extensión, la temporalidad, su persistencia o duración, su sinergia, su acumulación, su capacidad de recuperación, su controversia y su mitigación. Este análisis también sirvió para proporcionar el nivel de incidencia que se tendría al aplicar las medidas de mitigación que se proponen.

El diseño coherente y la objetividad de las medidas correctivas o de mitigación para reducir, eliminar o compensar los impactos ambientales negativos, es el objetivo de este capítulo. Este estudio se orienta a identificar la coherencia entre el impacto que se pretende prevenir o mitigar, y la medida propuesta para tal fin, así mismo se debe considerar que la ejecución de la misma sea viable (económica y técnica).

IV.5 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación” buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

1) de Prevención. Aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.

2) de Mitigación. Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto. Las medidas de mitigación que se contemplan para el proyecto son de tres tipos:

- **Ecológicas**, las cuales están orientadas a proteger y recuperar componentes naturales, cuyo deterioro produciría en el futuro costos ambientales mayores.
- **Económicas**, estas están enfocadas a proteger los recursos naturales de los que dependen varias actividades económicas.
- **Sociales**, están encaminadas a proteger a la población de daños a la salud, a su cultura y a su economía.

3) de Compensación. En lo que respecta a las medidas de Compensación, se puede definir como las acciones que se ejecutarán para resarcir el deterioro ocasionado por la obra o actividad proyectada pero que no están directamente relacionadas; o en otro caso, se realizan actividades de beneficio ambiental en un elemento distinto al afectado. Las medidas de compensación propuestas, pretenden resarcir y equilibrar los efectos del proyecto en cuestión al medio ambiente.

AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

Las principales medidas presentadas para este proyecto, se describen para cada componente ambiental identificado, y para la etapa en la que se presenta; adicionalmente se dan los elementos para evidenciar el cumplimiento de las medidas. Es conveniente mencionar que algunas medidas son similares en dos o tres etapas del proyecto, por lo que las diferentes actividades planteadas pueden estar presentes en varios momentos del proyecto.

Se establecieron en el Capítulo V los componentes y factores ambientales que podrían ser impactados por la realización de la obra. Con base en ellos se establecerán las medidas de prevención, mitigación y compensación para el proyecto, en este caso se considera agrupado en cada componente los factores ambientales definidos en la evaluación de los impactos ambientales.

En las tablas de las medidas propuestas se presentan algunas abreviaturas que se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla IV.8. Simbología que se utilizará para categorizar las medidas propuestas.

TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO
Prevención……...**P**	Preparación del Sitio……**Ps**
Mitigación……**M**	Construcción……..……**Co**
Compensación….....**C**	Operación y Mantenimiento…….**Om**

Nota: En lo que respecta al aparatado de preparación del sitio, construcción y operación esta no le aplica al proyecto; para los apartados del factor ambiental social y económico, son considerados como medidas adicionales al proyecto.

Las medidas siguientes están enfocadas a los siguientes componentes:

a) Componente Aire
b) Componente Agua
c) Componente Suelo
d) Componente Flora Silvestre
e) Componente Fauna Silvestre

IV.6 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

En las siguientes tablas se presentan las medidas mencionando su tipo, los componentes ambientales afectados, las etapas del proyecto en donde ocurrirán y el seguimiento que se le dará.

Tabla IV.9. Medidas generales para el componente ambiental AIRE.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados durante la etapa preparación de sitio y construcción deberán contar con mantenimiento previo al ingreso al área del proyecto. Los vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con su bitácora de mantenimiento preventivo.	**P**	X	X		• Facturas de talleres externos. • Llevar a cabo el procedimiento de supervisión ambiental (Ver anexo 5 del estudio). • -Bitácora de mantenimiento de vehículos y maquinaria.
Los camiones que transporten material pétreo para la construcción de viviendas al área del proyecto, deberán contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado.	**P**	X	X		• Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo. • Bitácora de mantenimiento por vehículo.
Se deberán realizar riegos periódicamente en los caminos más transitados. Esto con la finalidad de evitar la dispersión de los polvos a la atmósfera.	**P**	X	X		• Renta de pipas para riego. • Supervisión en campo. • Evidencia fotográfica.
En las áreas de trabajo se deberán colocar contenedores de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, estos deberán tener tapas y estar debidamente rotulados.	**P**	X	X		• Supervisión en campo. • Evidencia a través de fotografías.
El depósito de residuos debe estar techado, sirviendo como sitio para el	**P**	X	X		• Supervisión en campo.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
almacenamiento temporal, hasta su traslado a un sitio de disposición final.					• Evidencia fotográfica de bodega temporal. • Facturas de disposición final.
Queda estrictamente prohibida la quema de residuos sólidos urbanos en el área de trabajo.	**P**	X	X	X	• Disposición final en el relleno sanitario más cercano, con la consecuente exposición del recibo correspondiente del relleno sanitario. • Toma de fotografías del manejo y disposición de los residuos.

Tabla IV.10. Medidas generales para el componente ambiental AGUA.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
El agua para consumo de los trabajadores, procederá de bidones proveídos por la constructora.	**M**	X	X		Supervisión ambiental.
El proyecto mantendrá áreas verdes con vegetación nativa que permitirán la infiltración del acuífero de la zona. Lo anterior se realizará para no comprometer la calidad y la cantidad en la captación del acuífero de la zona. La precipitación pluvial sé evapotranspira (80 %) y el resto se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución de las calizas, siguiendo diferentes trayectorias de flujo, controladas principalmente por el desarrollo del carst. Dado que la infiltración es rápida, la superficie de dichas áreas permitirá la recarga del acuífero en la zona.	**C**	X	X	X	• Supervisión en campo. • -Delimitación de las áreas verdes. • Evidencia a través de fotografías de las actividades llevadas a cabo en campo.
Habilitar sanitarios móviles (letrinas) en el área de trabajo (a razón de 1 por cada 15 trabajadores), a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo	**P**	X	X		• Facturas de renta de sanitarios portátiles • Evidencia a través de fotografías de los sanitarios rentados.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
periódico de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al subsuelo y contaminación al agua, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores.					• Supervisión en campo de uso por personal.
Los sanitarios deberán ser distribuidos en los frentes de trabajo, de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando, y se deberán colocar letreros que promuevan su uso.	**P**	X	X		• Evidencia fotográfica de la distribución de sanitarios en áreas de trabajo, y supervisión en campo de su uso.
Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo sólido o peligroso en suelo natural, incluyendo los restos de pintura, así como cualquier material impregnado con éstos. Cada unidad deberá contar con equipo, materiales y recipientes para contener probables derrames o goteos.	**P**	X	X		• Supervisión en campo • Capacitación de personal. • Aplicación del procedimiento de manejo de residuos peligrosos.
Para la etapa operativa, las aguas residuales serán transportadas y canalizadas a un sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR).	**P, M**			X	• Supervisión en campo. • Evidencia a través de fotografías de las actividades.

Tabla IV.11. Medidas generales para el componente ambiental SUELO.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
Se mantendrán áreas verdes que permitirán la permanencia del suelo natural y vegetación nativa, así como también permitirá la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto.	**C**	X	X	X	•Supervisión en campo. •Delimitación de las zonas de limpieza o en las cuales se removerá vegetación. •Evidencia a través de fotografías de las actividades.
Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos.	**P**	X	X		•Temario de capacitación. •Evidencia a través de fotografías

MEDIDA	TIPO DE MEDID	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
					de capacitación al personal.
Los residuos derivados de la limpieza y excavaciones, será utilizado para rellenar en donde lo amerite. En ningún momento se dispondrá el material sobre vegetación nativa. Debido a la poca generación de este tipo de residuos, se reusará cerca la totalidad del mismo.	**M**	X	X		•Supervisión en campo. •Evidencia a través de fotografías.
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados para el proyecto, deberán contar con mantenimiento previo al ingreso al área del proyecto.	**P**	X	X		•Supervisión ambiental. •Evidencia a través de fotografías. •Facturas de talleres. •Bitácora de mantenimiento por vehículo.
Cada unidad deberá contar con equipo, materiales y recipientes para contener probables derrames o goteos.	**P**	X	X		• Supervisión ambiental. • Evidencia a través de fotografías.
Se deberá contar con sanitarios móviles (a razón de 1 por cada 15 trabajadores) en el área de trabajo, a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al suelo y al manto acuífero, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores.	**P**	X	X		• Supervisión ambiental. • Evidencia a través de fotografías. • Facturas de Renta de los sanitarios.
Se definirá un área para el almacenamiento temporal de los residuos y se separaran por categorías en recipientes o áreas especiales de igual manera se fomentará el reciclaje, reúso o aprovechamiento de residuos, incluyendo de manejo especial (cartón, madera, metales, papel, residuos de jardinería) y de tipo peligroso durante cada etapa del proyecto) y se registrará para control y seguimiento ante las autoridades correspondientes.	**M**	X	X	X	• Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos. • Presentar la memoria fotografía de la rotulación de los recipientes, ubicación y funcionamiento de los mismos.
Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes de las constructoras y en el caso de los residuos se dispondrán en el sitio de disposición final autorizado por la autoridad	**M**			X	•Evidencia fotográfica de limpieza total del área.

MEDIDA	TIPO DE MEDID	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
municipal.					

Tabla IV.12. Medidas generales para el componente ambiental Flora silvestre.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
Se contemplan áreas verdes manteniendo vegetación nativa en dichas superficies, permitiendo la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto.	**C**	X	X	X	• Supervisión ambiental. • Evidencia a través de fotografías. • Delimitación de las zonas de limpieza o en las cuales se removerá la vegetación.
Las actividades de limpieza se limitarán a las áreas solicitadas y autorizadas para este estudio. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación.	**P**	X	X		• Supervisión ambiental. • Memoria fotografía.
No realizar la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.	**P**	X	X		• Supervisión en campo. • Evidencia fotográfica del retiro de vegetación en áreas autorizadas.
Estará estrictamente prohibida la extracción de la vegetación del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación.	**P**	X	X		• Platicas informativas y de concientización acerca de la importancia de las especies de flora silvestre dentro del ecosistema. • Supervisión en campo del cumplimiento de la protección de las especies de flora silvestre.
Por las actividades de retiro de vegetación o retiro de maleza se verificará si existe alguna especie de importancia para rescate y reubicación.	**P**	X			• Supervisión en campo y reubicación de especies de importancia en caso de encontrarse dentro de la zona de afectación para reubicar en áreas asignadas por la autoridad ambiental.

Tabla IV.13. Medidas generales para el componente ambiental Fauna silvestre.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
Con el fin de garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna el proyecto contempla la permanencia de áreas verdes en la cual serán mantenidos el suelo y la vegetación actual para permitir la continuidad de los elementos naturales para la fauna del sitio.	**M**		X	X	• Supervisión en Campo. • Evidencia fotográfica de las áreas verdes.
Estará estrictamente prohibida la extracción o caza de la fauna nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación.	**P**	X	X		• -Platicas informativas y de concientización acerca de la importancia de las especies de fauna silvestre dentro del ecosistema. • Supervisión en campo del cumplimiento de la protección de las especies de fauna silvestre.
Se deberán delimitar las áreas de afectación, así mismo se deberá revisar previo a cualquier actividad de maquinaria pesada e incluso durante el uso de las mismas, la presencia de nidos o madrigueras activas, para en su caso reubicar o ahuyentar a la fauna silvestre susceptible de afectación. Por otro lado, se debe evitar la destrucción o perturbación de los sitios de anidación de aves o madrigueras en áreas adyacentes a la superficie de afectación.	**M**	X	X		•Supervisión en Campo. •Evidencia a través de fotografías de los señalamientos preventivos para evitar la afectación de la fauna.
Los trabajos de retiro de vegetación y construcción de obras, se realizarán paulatinamente conforme al avance de la obra para permitir una salida gradual de la fauna hacia sitios menos perturbados y fuera de todo peligro. En las áreas verdes se podrán reubicar a las especies que se capturen a través del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de	**M**	X	X		• Supervisión en campo y aplicación del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este estudio). • Evidencia fotográfica de las actividades llevadas a cabo del programa de acción para la protección de la fauna

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
este estudio). Sin embargo, en caso de que la autoridad destine alguna otra área se transportarán las mismas a las áreas asignadas.					silvestre.

Tabla IV.14. Medidas para el componente ambiental Modificación al paisaje.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		Ps	Co	Om	
Colocar contenedores suficientes y adecuadamente identificados para disponer en ellos los residuos que se generen.	**P**	X	X	X	• Implementación del procedimiento de manejo de residuos sólidos (ver **Anexo 5**). • Reporte fotográfico de las visitas al sitio seleccionado con objeto de constatar el cumplimiento de las medidas propuestas
La limpieza del área deberá realizarse después de terminada la jornada laboral. Dichos materiales deberán ser dispuestos en las áreas autorizadas para tal efecto.	**P**	X	X		• Supervisión en campo. • Evidencia a través de fotografías
Se deberá colocar un señalamiento de tamaño adecuado que indique que está prohibido tirar o disponer residuos de cualquier tipo.	**P**	X			• Supervisión en campo. • Evidencia a través de fotografías

Cabe señalar que todo esto será llevado a cabo en conjunto con los procedimientos y programas aplicables a la obra anexos a este estudio (**Ver anexo 5 y 6**).

- Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.
- Procedimiento de manejo de residuos peligrosos.
- Procedimiento de supervisión ambiental.
- Programa de acción para la protección de fauna silvestre
- Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal a afectar por motivo de cambio de uso del suelo en terrenos forestales.
- Programa de Reforestación

Medidas adicionales:

Como parte de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales asociados al desarrollo del proyecto habitacional, el promovente manifiesta su compromiso de incorporarse al **Programa de Restauración Ambiental** que resulte aplicable, atendiendo los lineamientos, criterios técnicos y disposiciones que establezcan las autoridades ambientales competentes. En tanto se formaliza dicha incorporación y se determinan las acciones específicas de restauración ambiental, el promovente implementará medidas provisionales orientadas a prevenir el deterioro de los componentes ambientales presentes en el área del proyecto, procurando mantener las condiciones de estabilidad del suelo, proteger la vegetación remanente, evitar afectaciones a la fauna silvestre y prevenir procesos de erosión y contaminación.

Estas medidas tendrán carácter preventivo y temporal, y se ejecutarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, sin perjuicio de las obligaciones ambientales que se deriven de las autorizaciones correspondientes.

Asimismo, el promovente manifiesta su disposición para participar en las acciones de restauración ambiental que se determinen, incluyendo, de manera enunciativa mas no limitativa, actividades de reforestación con especies nativas, recuperación de suelos, rehabilitación de superficies degradadas, mantenimiento de la vegetación establecida y seguimiento de los indicadores de supervivencia y desarrollo de las acciones implementadas.

La incorporación al Programa de Restauración Ambiental permitirá dar continuidad y fortalecer las medidas de manejo ambiental del proyecto, contribuyendo a la recuperación de las condiciones ecológicas del sitio y de las áreas que sean definidas para tal efecto, de conformidad con los criterios técnicos y las disposiciones de la autoridad ambiental competente.

Se deberán colocar señalamientos visibles sobre las actividades prohibidas a realizar dentro del área del proyecto, como, por ejemplo: prohibido cazar o extraer fauna y flora, prohibido realizar fogatas, prohibido tirar basura, etc. Capacitación del personal operativo para el buen desempeño laboral y evitar accidentes, así como con servicios de atención y equipamiento contra eventualidades menores.

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.

En el área de almacén deberá existir un botiquín de primeros auxilios, para la atención de algún accidente menor.

El almacén deberá incluir extintores y desarrollar un procedimiento para la atención y combate contra incendios menores. Se implementará la revisión mensual de los extintores para mantenerlos en condiciones de operatividad. Se colocarán cintas restrictivas de paso hacia áreas críticas cuando el proyecto se encuentre desarrollándose en las inmediaciones.

IV.7 IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos residuales representan el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas preventivas o de minimización de impactos. El ambiente, visto como el ecosistema donde vive el ser humano, es un sistema de relaciones donde es imposible cambiar alguna cosa sin alterar otras. En este sentido es que, a pesar del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en el presente manifiesto, se generarán algunos impactos residuales.
Sin embargo, para reducir al máximo estos impactos es necesario que se genere un Programa de Vigilancia Ambiental para el respectivo cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y compensación y a su vez se nombre un Representante Ambiental que vigile dicho cumplimiento para elaborar y gestionar los informes periódicos ante la SEMARNAT y PROFEPA ya que su incumplimiento también amerita sanciones, multas y hasta la clausura de los permisos. Los impactos residuales identificados a través del respectivo análisis se describen a continuación:

- La sustitución del sustrato natural por concreto, que impermeabilizará porciones del predio donde se situaran las vialidades;
- Consecuentemente, disminución de un área con vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia.

Por lo que es relevante asegurar la permanencia y fomento de las áreas verdes y de conservación dentro del predio. En todos los casos, el impacto en la zona viene a ser sinérgico y acumulativo, no atribuible exclusivamente al proyecto debido a la existencia de diversa infraestructura urbana y de servicios que han impactado previa y actualmente los alrededores del área. Para el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación aquí emitidas, se deberá de ejecutar un programa de supervisión de la acción u obra de mitigación (anexo 5). Se supervisará el cumplimiento de las medidas de mitigación mediante inspección visual (supervisión ambiental), con el objetivo de que se cumplan las condicionantes emitidas en este documento.

CAPÍTULO V

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES....1

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN....1

V.1.1 PLANOS DEL PROYECTO....1

V.1.2 DOCUMENTOS TÉCNICOS Y LEGALES....1

V.1.3 FOTOGRAFÍAS....1

V.1.4 MEMORIAS TÉCNICAS....2

V.2 OTROS ANEXOS....2

V.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS....3

V.4 BIBLIOGRAFÍA....9

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

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

De acuerdo a lo solicitado por la SEMARNAT, se entregarán dos ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. Asimismo, todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio mismo que será presentado en formato Word, 2 copias en formato digital considerando los formatos para consulta pública.

Se integrará un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no excederá de 20 cuartillas, asimismo será grabado en memoria magnética en formato Word.

V.1.1 PLANOS DEL PROYECTO

ANEXO 1

- PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO
- PLANO ARQUITECTÓNICO
- PLANO DE CUSTF (CUS 01)
- PLANO DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (VERSIÓN DIGITAL)

V.1.2 DOCUMENTOS TÉCNICOS Y LEGALES

ANEXO 2

- IDENTIFICACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL
- RFC DE EMPRESA PROMOVENTE
- LICENCIA DE USO DE SUELO (TRÁMITE 0000251802)
- FACTIBILIDAD URBANA AMBIENTAL (FUA 511/2025)

V.1.3 FOTOGRAFÍAS

ANEXO 3

- MEMORIA FOTOGRÁFICA

V.1.4 MEMORIAS TÉCNICAS

ANEXO 5

- PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
- PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS
- PROCEDIMIENTO DE DESMONTE DIRECCIONADO
- PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL

ANEXO 6

- PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE LA VEGETACIÓN FORESTAL A AFECTAR POR EL MOTIVO DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES (ANEXO 6A).
- PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE FAUNA SILVESTRE (ANEXO 6B).
- PROGRAMA DE REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS (ANEXO 6C).

ANEXO 8. ESTUDIOS ADICIONALES

- ESTUDIO GEOTÉCNICO Y MECÁNICA DE SUELOS (ANEXO 8A).
- ANÁLISIS DE RIESGO POR INUNDACIONES (ANEXO 8B).
- ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO (ANEXO 8C).
- PLANO TOPOGRÁFICO DEL PREDIO (ANEXO 8D).
- ESTUDIO SOCIOECONÓMICO (ANEXO 8E).
- FACTIBILIDAD DE SERVICIOS DE JAYAP Y CFE (ANEXO 8F).

V.2 OTROS ANEXOS

ANEXO 4

- IDENTIFICACIÓN DE RESPONSABLES DEL ESTUDIO Y COLABORADORES

ANEXO 7

- COORDENADAS DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y DEL PREDIO

ANEXO 9

- RESUMEN EJECUTIVO

V.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acuífero. Es cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas, que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

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 sesiónales 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 acumulativo: Aquél efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incremento progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

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 crítico: Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata de un impacto irrecuperable.

Impacto ambiental moderado: Efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el entorno al estado inicial del medio ambiente no requiere de un largo espacio de tiempo.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental severo: Efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa de un periodo de tiempo dilatado. Sólo los impactos recuperables posibilitan la introducción de medidas correctoras.

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.

Impacto continuo: Aquél cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

Impacto de ubicación crítica: Aquél en que la situación en que se produce el impacto sea crítica. Normalmente se da en Impactos Puntuales. Así, el vertido en un cauce, próximo y aguas arriba de una toma de agua para consumo humano, presenta una ubicación crítica.

Impacto directo: Es aquél cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

Impacto extremo: Aquél cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

Impacto fugaz: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto.

Impacto indirecto o secundario: Aquél cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.

Impacto inmediato: Aquél en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo. A efectos prácticos de valoración, el impacto inmediato se asimila al impacto a corto plazo.

Impacto irrecuperable: Aquél en el que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana.

Impacto irreversible: Aquél cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retomar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

Impacto latente (corto, medio y largo plazo): Es aquél cuyo efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca (tanto a medio como a largo plazo), como consecuencia de una aportación progresiva de sustancias o agentes, inicialmente inmersos en un umbral permitido y debido a su acumulación y/o a su sinergia, implica que el límite sea sobrepasado, pudiendo ocasionar graves problemas debido a su alto índice de imprevisión.

Impacto negativo: Aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

Impacto notable o muy alto: Aquél cuyo efecto se manifiesta como una modificación del Medio Ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales del funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto. En caso de que la destrucción sea completa, el impacto se denomina TOTAL.

Impacto mínimo ó bajo: Aquél cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

Impacto mitigable: Efecto en el que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera sostenible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.

Impacto medio y alto: Aquéllos cuyo efecto se manifiesta como una alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores.

Impacto parcial: Aquél cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

Impacto periódico: Aquél cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción interminente y continuo en el tiempo.

Impacto permanente: Aquél cuyo efecto supone una alteración, indefinida en el tiempo, de los factores, relaciones ecológicas o ambientales presentes en un lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo.
Impacto puntual: Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado nos encontramos ante un Impacto Puntual.

Impacto recuperable: Efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, y asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.

Impacto reversible: Aquél en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Impacto sinérgico: Aquél que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce con el tiempo la aparición de otros nuevos.

Impacto simple: Aquél cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia.

Impacto temporal: Aquél cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse.

Impacto total: Aquél cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.

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.

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.

V.4 BIBLIOGRAFÍA

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.

Arellano, A., S. Flores, J. Tun y M. Cruz. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense Fascículo 20. Universidad Autónoma de Yucatán-CONACYT. México.

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.

Bautista, F., D. Palma, W. Huchin. Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán, p. 105-122. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 2005. 282 p

Bibby, C., N. Burgess y D. Hill. 1993. Bird Census Techniques. Academic Press Limited. San Diego, CA. 257 p.

Butterlin, J. y Bonet, F. 1960. "Las Formaciones Cenozoicas de la Parte Mexicana de la Península de Yucatán". Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Butterlin, J y Bonet, F. 1963. "Mapas geológicos de la Península de Yucatán: las formaciones Cenozoicas de la parte mexicana de la Península de Yucatán". Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. México, Distrito Federal.

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.

CMAP, 1999. Clasificación Mexicana de Actividades Productivas.

Comisión Federal de Electricidad, 2002 "Estudio geohidrológico de la zona metropolitana del estado de Yucatán", Subdirección de Geohidrología.

Comisión Nacional del Agua. 1989. "Los Recursos Físicos de la Península de Yucatán". Gerencia Regional del Sureste. Subgerencia de Estudios. Subdirección de Agrología.

Comisión Nacional del Agua. 1997. "Diagnóstico de la Región XII, Península de Yucatán". Subdirección General de Programación. Gerencia de Planeación Hidráulica. Gerencia Regional de la Península de Yucatán. Subgerencia Regional de Programación.

Corn, P. y R. Bury. 1990. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. USDA Forest Service. 34 p.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. 2010. Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 8 de septiembre de 2010. Yucatán, México.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. 2011. Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 26 de mayo de 2011. Yucatán, México.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. 2002. Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2001 – 2007. Mérida, Yucatán. 29 de enero del 2002.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. "Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán". Mérida, Yucatán. 7 de diciembre del 2010

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. 2012. "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". México, Distrito Federal. 24 de abril de 2012.

Diario Oficial de la Federación. 2012 "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental". México, Distrito Federal. 26 de abril de 2012.

Diario Oficial de la Federación. "Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos" México, Distrito Federal. 16 de junio de 2007.

Diario Oficial de la Federación. "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. 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. 2011. "Ley de Aguas Nacionales". México, Distrito Federal. 20 de junio de 2011.

Diario Oficial de la Federación. 2011. "Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales". México, Distrito Federal. 24 de junio de 2011.

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. 2007 b. "Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible". México, Distrito Federal. 13 de septiembre de 2007.

Diario Oficial de la Federación. 2007. "Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible". México, Distrito Federal. 6 de marzo de 2007.

Diario Oficial de la Federación. 2011. "Ley General de Vida Silvestre". México, Distrito Federal. 16 de noviembre de 2011.

Diario Oficial de la Federación. 2000. "Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre". México, Distrito Federal. 30 de 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". Segunda Sección. México, Distrito Federal. 30 de diciembre de 2010.

Dowler, R. y M. Engstrom. 1988. Distributional records of mammals from the southwestern Yucatan Peninsula of Mexico. Annals of Carnegie Museum 57: 159-166.

Duch, J 1991. La conformación territorial de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 427 p.

Durán, R., G. Campos, J.C. Trejo, P. Simá, F. May y M. Juan. 2000. "Listado Florístico de la Península de Yucatán". Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 259 p.

Durán, R.; A. Dorantes; P. Simá y M. Méndez. 2000. Manual de propagación de plantas nativas de la península de Yucatán. Volumen II. Centro de Investigación Científica de Yucatán. 105 p.

Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Escolero, O. A., Marín, L. E., Steinich, B., Pacheco, J. Delimitation of a hydrogeological reserver for a city within a karstic aquifer: The Mérida, Yucatán example. Landscape and urban planning. ELSEVIER. 1999

Flores, J.S. e I. Espejel. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. México. 135 pp.

García, E. 1973. "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen". Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie Libros, Núm. 6. Instituto de Geografía. UNAM. México. 90 pp

Glasson J., R. Therivel y A. Chadwick. 1999. Introduction to Environmental Impact Assessment. 2nd Edition. Spon Press. USA. 496 p.

Google Earth Plus 2012. Software de imágenes satelitales.

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, Metodos estandarizados para anfibios. Smithsonian Institution Press. 364 p.

Howell, S. Y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Nortern Central America. Oxford University Press. USA. 851 pp.

Instituto Nacional de Ecología. Condiciones generales del ambiente en la frontera norte de México. En línea: http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/109/cap2.html

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. Anuario estadístico Yucatán: Edición 2000. México. 506 pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán, México. 77 pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2003. Datos Estadísticos Yucatán. Consulta por Internet: yuc.inegi.gob.mx.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2009. Anuario estadístico de Yucatán.

Lee, J.C. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the maya world. Cornell University. U.S.A. 402 p.

Lesser-Illades, J.M. 1989. Estudio Hidrogeológico e Hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. SRH. Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas.

Lesser-Illades, J.M. and Weidie, A.E. 1988. Region 25 Yucatan Peninsula; Chapter 28. The Geology of North America. Vol. O-2. Hydrogeology. The Geological Society of America.

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.

Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 283-322

MacKinnon, B. 2002. Check-list of the birds of the Yucatan Península. Amigos de Sian Ka'an, A.C. y Secretaria de turismo de Yucatán. 36 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. 1958. Estudio acerca de la vegetación de la Península de Yucatán. En: Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Ed. Beltrán. E. Publ. Inst. Mex. Nat. Renov., (II): 215-271

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.Perry, E., J. Swift, J. Gamboa, A Reeve, R. Sanborn, L. Marín y M. Villasuso. 1989. Geologic and environment aspects of surface cementation, north coast, Yucatan, Mexico. Geology. 17: 818-821.

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).

Petts, J. 1999. Handbook of Environmental Impact Assessment. Ed. Advisers. England. 484 p.

Pozo de la Tijera, C. y J. Escobedo. 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical 47:251-262.

Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. Occasional Papers The Museum Texas Tech University, 158:1-62.

Rzedowsky, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.

SARH. 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994, México. SEMARNAT

SCIAN, 2000. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, modificado para México.

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.

www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/publicaciones/PlanRegionalHidraulico/RegionXII/region XII4a.pdf: El agua, un recurso estratégico y de seguridad nacional. Fuente: GRPY. Subgerencia Técnica. CNA.