SEDECO

SERVICIOS PARA EL DESARROLLO Y LA CONSTRUCCION



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR

“PLAYA CLARA”

2026

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

1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

PLAYA CLARA

1.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto denominado **"PLAYA CLARA"** implica la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario de tipo mixto a ubicarse en los tablajes catastrales 2470, 2768, 1980, 30596, 30597 y 2945 de la localidad de Santa Clara y municipio de Dzidzantún. El proyecto cuenta con una superficie de 1,478,371.267m^2.

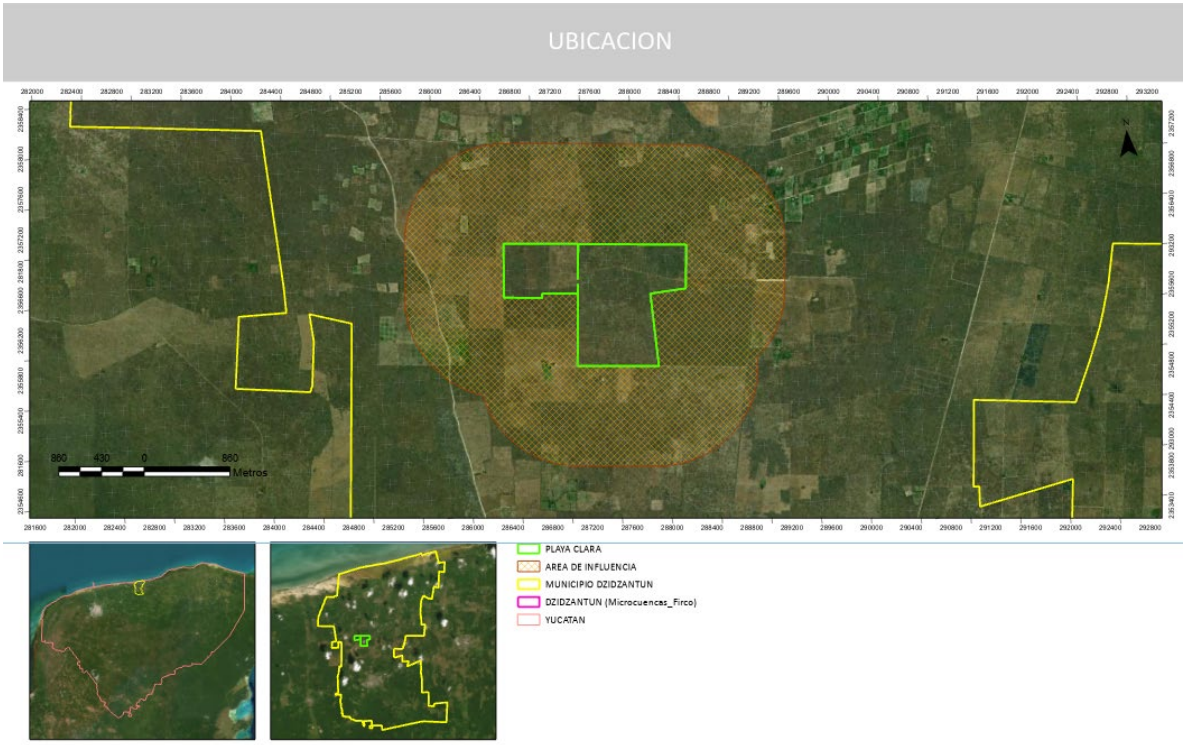


Figura 1: Localización del proyecto

1.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Construcción 5 años y operación 50 años.

1.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

Anexada.

1.1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El sitio del proyecto cuenta con una superficie de 1478166m^2 .Las superficies del proyecto se detallan a continuación:

Tabla 1. Superficies del proyecto.

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE EN M2	SUPERFICIE EN HA	PORCENTAJE
Conservación	367,070.77	36.707077	24.83
CUS	294530.69	29.453069	19.92
Lotes	816,769.807	81.6769807	55.25
TOTAL	**1,478,371.267**	**147.8371267**	**100.00**

El proyecto contara con **147.8371267 ha**. de área de conservación equivalente al 24.83%

1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

“DESARROLLO INMOBILIARIO PENINSULAR RH” SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITALVARIABLE.

[redacted]

1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC)

DIP2104266P5

1.2.3 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

[redacted]

1.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

[redacted]

1.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC)

[redacted]

1.3.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO

[redacted]

1.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

[redacted]

1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

1.4.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.5 NATURALEZA DEL PROYECTO

La Costa yucateca registra en la actualidad un marcado crecimiento urbano, lo cual ha provocado que los desarrollos se encuentren en expansión, la localidad de Dzidzantún, no es la excepción, con el desarrollo del proyecto se pretende contribuir con el desarrollo inmobiliario y socioeconómico de la localidad mediante la construcción de infraestructura acorde con la vocación natural de la zona.

El desarrollo de este proyecto se ajustará y será compatible con los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán, y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán. El tablaje del proyecto se encuentra dentro de la UGA: **UGA 021-PRES-BAC** del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán (POETY) siendo que, la autoridad Estatal en Materia de Impacto Ambiental, la Secretaría de Desarrollo Sustentable, en razón de la emisión de una Factibilidad Urbano Ambiental ha determinado la FACTIBILIDAD del proyecto respecto de la UGA que nos atañe; de igual manera, el predio se encuentra dentro de la **UGA DZD07-SEL_C3** del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY), siendo que expresa entre sus usos compatibles *Desarrollos inmobiliarios.* Tomando esto en cuenta, podemos concluir que el proyecto seguirá y respetará los lineamientos establecidos en ambos Programas.

En este mismo sentido es importante mencionar que, los métodos de construcción utilizados para este proyecto procurarán la conservación de la flora y fauna existente en la región, ya que únicamente se utilizará el área del predio necesaria para llevarlo a cabo, siempre cuidando de no remover mayor vegetación que la estrictamente necesaria.



Fotografía 1: Vista área de la zona del proyecto (tomada con un dron Mavic 2 Pro).

1.5.1 SELECCIÓN DEL SITIO

Para la selección del sitio sobre el que se llevará a cabo el proyecto **"PLAYA CLARA"** se tomaron encuenta diversos aspectos, entre los cuales se destacan:

- Condiciones actuales del sitio.
- Tipo y estado de la vegetación actual de la zona.
- Aptitud de la zona.
- Impactos en el sitio.
- Condición actual del suelo y aprovechamiento.

De igual manera, se tomaron en cuenta criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos que hacen del predio, el sitio óptimo para la puesta en marcha del presente proyecto.

- *Criterios Ambientales:*

Se tomaron en cuenta los lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) en el cual se señala que, de acuerdo con la ubicación del predio, este se encuentra dentro de la **UGA021-PRES-BAC** del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán (POETY) siendo que, la autoridad Estatal en Materia de Impacto Ambiental, la Secretaría de Desarrollo Sustentable, en razón de la emisión de una Factibilidad Urbano Ambiental ha determinado la FACTIBILIDAD del proyecto respecto de la UGA que nos atañe; de igual manera, el predio se encuentra dentro de la **UGA DZD07-SEL_C3** del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY), siendo que expresa entre sus usos compatibles *Desarrollos inmobiliarios.*

Tomando esto en cuenta, podemos concluir que el proyecto seguirá y respetará los lineamientos establecidos e ambo Programa.

1.5.2 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

El proyecto **"PLAYA CLARA"** se encuentra en el municipio de Dzidzantún, Yucatán.

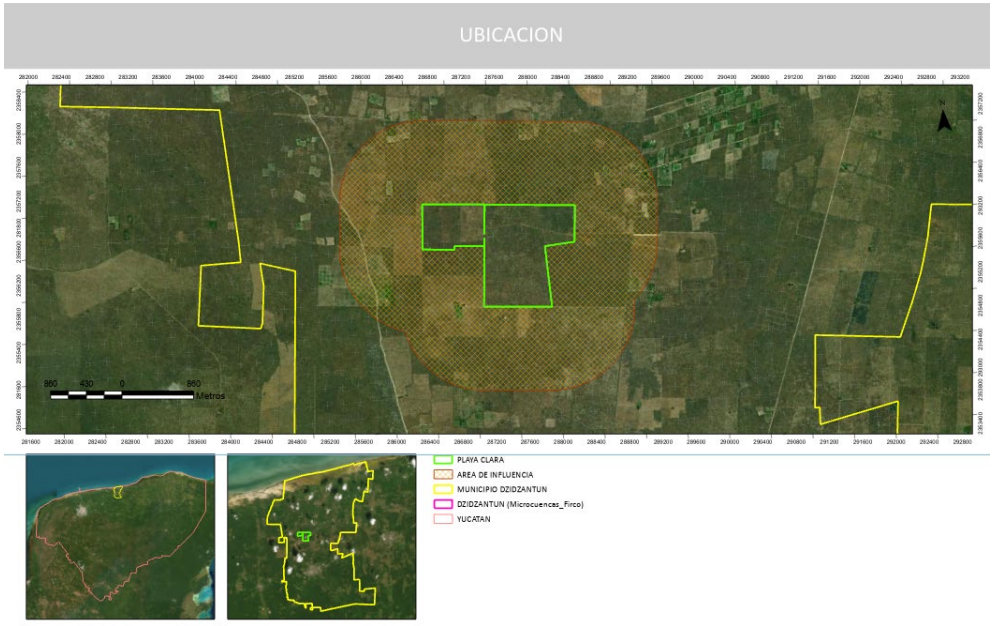


Figura 2: Localización del sitio del proyecto

1.6 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión total requerida es de $ 15,000,000.00

El presupuesto señalado incluye los costos para la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos al ambiente, considerados en un 5% del presupuesto, que equivale a un monto de $2 250,000.00 pesos, los cuales se aplicarían de manera independiente en caso de autorizarse el proyecto y conforme a las propuestas que se presentarán más adelante.

1.7 SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA (DIMENSIONES DEL PROYECTO)

El sitio del proyecto cuenta una superficie de 1478166m^2 las superficies del proyecto se detallan a continuación:

Tabla 2: Superficies del proyecto.

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE EN M2	SUPERFICIE EN HA	PORCENTAJE
Conservación	367,070.77	36.707077	24.83
CUS	294530.69	29.453069	19.92
Lotes	816,769.807	81.6769807	55.25
TOTAL	**1,478,371.267**	**147.8371267**	**100.00**

El proyecto contara con de área de conservación equivalente al 24.83%

Se presentan a continuación las coordenadas geográficas del sitio del proyecto :

Tabla 2: Coord*enadas de ubicación del sitio del proyecto.*

VERTICE	X	Y
1	3569.396	3191.808
3	3565.138	3195.557
4	3605.077	3550.189
5	2857.085	3626.353
6	2808.634	3128.706
7	2804.857	3089.914
8	3189.909	3046.42

VERTICE	X	Y
9	3194.65	3089.412
10	3549.12	3053.33
11	3560.054	3150.416
12	3564.774	3150.066
13	3540.543	2931.259
14	3533.934	2871.584
15	3525.288	2793.51
16	3493.594	2507.318
17	3474.323	2333.296
18	3581.682	2322.39
19	3631.426	2317.337
20	3699.576	2310.414
21	4292.466	2250.184
22	4287.497	2448.397
23	4283.789	2596.322
24	4283.407	2611.562
25	4282.429	2737.318
26	4281.96	2797.542
27	4281.348	2876.279
28	4280.547	2979.214
29	4641.969	2995.069
30	4692.255	3428.998
31	4271.34	3475.95
32	3968.368	3507.299
33	3929.165	3511.356
34	3881.332	3516.305
35	3608.458	3544.539
36	3579.092	3279.361
SUPERFICIE (m2)		**1,478,371.267**

1.8 USO ACTUAL DEL SUELO EN EL SITIO DEL PROYECTO

El tablaje sobre el cual se llevará a cabo el proyecto **"PLAYA CLARA"** se encuentra actualmente en desuso. De igual manera, es importante hacer hincapié en que debido a la cercanía del predio con la localidad de Dzidzantún, la vegetación dentro de este se encuentra previamente perturbada por actividades ajenas a este proyecto, sin embargo y tomando en cuenta lo anterior, la vegetación que será removida será exclusivamente la necesaria para poder llevar a cabo el proyecto, respetando la flora nativa de la región. De igual forma, el área verde propuesta, fue planteada principalmente sobre zonas perturbadas, de forma tal que, pueda implementarse un Programa de Enriquecimiento de las mismas.

1.9 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS Y SERVICIOS REQUERIDOS.

El proyecto se encuentra ubicado cerca de la localidad y municipio de Dzidzantún, Yucatán. a continuación se describen los puntos por los cuales se determina la autosustentabilidad del proyecto que nos atañe.

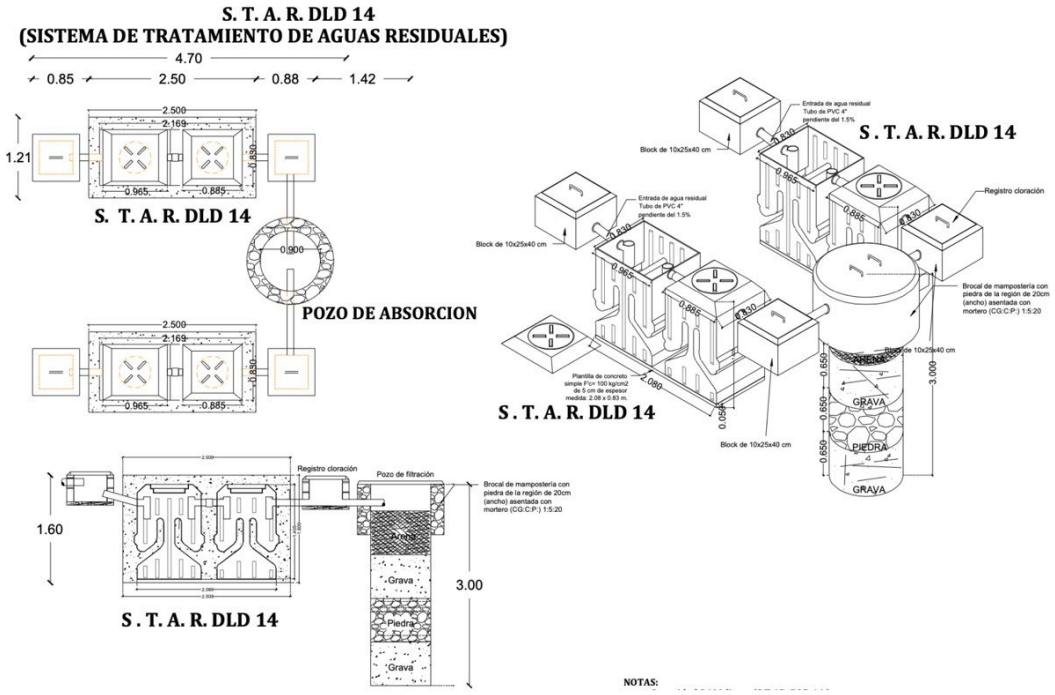
Es importante mencionar que, el proyecto colinda directamente con una carretera del municipio de Dzidzantún, misma que otorgará movilidad y conectividad a los futuros usuarios que residan en el proyecto.

Además de lo previamente referido, y en virtud de que el proyecto se encuentra sobre carretera principal del municipio en comento, el abastecimiento y suministro de agua potable será viable. Por otro lado y respecto de la energía eléctrica, durante las fases de preparación del sitio y construcción, el uso de energía eléctrica no será necesario, debido a que la maquinaria y equipo empleados en la obra funcionarán con combustible, así mismo se resalta que las actividades que se llevarán a cabo serán durante el día, aprovechando así la luz solar. No se almacenará combustible en ningún momento dentro de los límites del proyecto. El suministro de combustible para la maquinaria se realizará a través de estaciones de servicio cercanas, transportándolo en contenedores de 200 litros en vehículos

equipados con extinguidores. Ahora, durante la etapa de operación se contará con energía eléctrica por conducto de la CFE.

Para el tratamiento de aguas residuales se propone que, cada propietario o poseedor de los predios vendibles, una vez que procedan a la construcción de las viviendas, será responsable de la instalación de un DLD 14 con capacidad de 1,300 L/día con sistema de tratamiento terciario, por cada una de estas.

DETALLE SISTEMA TERCIARIO DE CLORACION



1.10 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

1.10.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El proyecto denominado **"PLAYA CLARA"** implica la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario de tipo mixto ubicado en el municipio de Dzidzantun, estado de Yucatán.

Se plantea que la construcción del proyecto tenga una duración de 5 años para completar todas las obras, esto ya considera los tiempos en caso de ocurrir imprevistos o cualquier otra situación extraordinaria que suspenda temporalmente el proceso de instalación. En la siguiente tabla se presente un cronograma de actividades.

Tabla 3: Calendario de actividades.

CONCEPTO	AÑO	MESES																																	AÑO
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	5
Obtención de permisos																																						
Implementación de programas de rescate de flora																																						
Implemnetación de programas de rescate de fauna																																						
Implementación de programas de restauración																																						
Limpieza																																						
Delimitación del área de desmonte y conservación																																						
Desmonte																																						
Desalojo de material resultante																																						
Trazo y nivelación																																						
Construcción de vialidades y entrada con caseta																																						
Limpieza																																						
Cierre de obra																																						
Presentación de informes de cumplimiento																																						
Supervisión ambiental																																						

1.10.2 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL Y MAQUINARIA

El personal y los requerimientos de personal y vehículos para llevar a cabo las distintas etapas que comprende el proyecto se especifican en las tablas siguientes.

Tabla 4. Requerimientos de personal por etapa del proyecto.

Personal Requerido	Preparación del sitio	Construcción	Operación
Biólogo	1	1	1
Topógrafo	1	1	

Ayudantes	8	10	3
Albañil		10	
Obreros		10	
Ingeniero Supervisor	2	3	1
Cabo de oficios	4	4	
Fierrero		2	
Plomero Electricista		2	
Masilleros		2	
Tablaroqueros		2	
Pintores		2	
Carpinteros		2	
Total	**16**	**51**	**5**
Personal en total: 72 colaboradores			

Se plantea la utilización de lo siguiente para llevar a cabo el proyecto

Material de construcción: bloques, cemento, cal, varillas, cabillas, alambre, clavos, pintura, lozas, cables, poliductos y tubos de PVC. Sin embargo no se tiene un estimado de la cantidad de material.

Con el objetivo de generar empleos que beneficien directamente a los habitantes de la localidad, se contempla que las plazas correspondientes a mano de obra no especializada sean cubiertas por habitantes de la región y/o de localidades cercanas al sitio del proyecto. Con esta medida también se evita la necesidad de realizar campamentos de personal en el sitio.

1.11 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES

Las obras temporales previstas para el proyecto son:

Almacén temporal: para resguardo y protección de herramientas, materiales de construcción e insumos vulnerables al ambiente. Estos almacénes será construidos a base de láminas de cartón y tablas para que pueda ser retirado del sitio al terminar las actividades constructivas.

Sanitarios portátiles que estarán al servicio de los trabajadores encargados de las obras de construcción del proyecto y cuyo uso será obligatorio.

1.12 PREPARACIÓN DEL SITIO

En esta etapa se incluyen las obras y actividades que se llevarán a cabo para la urbanización del proyecto: trazo y nivelación, topografía, mecánica de suelos, marcado, rescate y reubicación de especies de flora y fauna, instalación de obras provisionales, desmonte y despalme del terreno, instalación provisional hidrosanitaria, excavaciones y relleno de terreno.

1. **Trazo de las áreas de desmonte**. Para definir de manera precisa los límites del lote y de las áreas de aprovechamiento y conservación, se requerirá de una brigada de topógrafos encargadas de realizar el trazo y balizado de cada componente del proyecto. Para ello se utilizarán bancos de nivel y se trazarán los principales ejes verificados con un levantamiento topográfico del terreno que garantice el apego a lo proyectado.

2. **Rescate de vegetación** previa al desmonte. Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla.

3. **Rescate de fauna** previa al desmonte. Se implementarán técnicas para ahuyentar a la fauna antes de comenzar las labores de desmonte y despalme. Durante los recorridos se generará ruido con el apoyo de silbatos y sirenas que produce ruido de 120 decibelios, suficiente para ahuyentar a la fauna existente en el sitio.

4. **Desmonte y despalme**. Una vez que hayan concluido las actividades de rescate de flora y fauna, se podrá dar inicio con las actividades de desmonte de las áreas de

aprovechamiento, la mayoría del material excavado durante el despalme no tiene valor en términos constructivos, por lo que se puede utilizar para rellenar áreas destinadas a jardines que requieran nivelación.

5. **Limpieza del terreno**. La tierra vegetal y los restos vegetales serán triturados mecánicamente para su uso posterior para el mejoramiento de las diferentes áreas verdes del proyecto.

Cuando haya quedado limpio el terreno y se hayan removido los restos de escombros, tocones, rocas y similares se procederá a la ubicación de las instalaciones de apoyo, como almacenes y bodegas se dará inicio al proceso constructivo de la infraestructura permanente.

6. Realizado el despalme se procede a la construcción de obras provisionales y complementarias como la bodega de campo, instalación de oficinas de campo, delimitación de las áreas de construcción con las señalética e instalación de sanitarios portátiles para personal de campo (Uno por cada 10 trabajadores).

1.12.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

A continuación, se describen de manera general las actividades constructivas que se llevarán a cabo.

- **Limpieza del terreno:** Consistirá en retirar todos los residuos no peligrosos existentes en el predio del proyecto, entre los que se encuentran: botes de plástico y vidrio, residuos de madera, alambres, escombro, etc. Los materiales productos de la limpieza del predio, serán enviados al basurero municipal para su disposición final.

- **Desmonte y despalme:** Esta actividad incluye el deshierbe de la vegetación por medios manuales, incluye el acarreo libre en carretilla dentro del sitio de los trabajos o a pie del camión de volteo, limpieza, herramienta y equipos necesarios. De igual forma y en una etapa más avanzada, esta actividad se realizará con ayuda de un tractor D5. Para esta actividad, previamente se van a realizar visitas al sitio para identificar los individuos vegetativos que deban respetarse conforme al proyecto, tomando las previsiones necesarias

para no dañarlos.

- **Trazo y nivelación:** Trazo y nivelación topográfica de los lotes donde se encontrarán las zonas vendibles, y las calles. Incluye el establecimiento de puntos y ejes de referencia, bancos de nivel, reporte de campo de nivelación topográfica en diferentes puntos del área a intervenir durante el tiempo del proceso constructivo, materiales, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.

1.12.2 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Debido a que el proyecto consiste en una lotificación de un desarrollo inmobiliario habitacional por lo que se hace indispensable mantener todas las instalaciones en buen estado durante todo el año, por lo que se realizarán revisiones periódicas del buen funcionamiento de los sistemas eléctrico e hidrosanitario y brindando a estos un mantenimiento periódico.

Mantenimiento general. Limpieza periódica del interior de la infraestructura. Actividades de mantenimiento de tipo preventivo o correctivo.

1.12.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

No se requerirán obras asociadas al proyecto.

1.12.3 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

El proyecto no contempla una etapa de abandono del sitio.

1.12.4 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

No se utilizarán ningún tipo de explosivos durante el desarrollo del proyecto.

1.13 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

En la siguiente tabla se encuentran los residuos y las emisiones que se generarán durante las etapas del proyecto.

Tabla 5: Generación, manejo y disposición de residuos y emisiones.

ETAPA	RESIDUO O EMISIÓN GENERADO	MANEJO Y DISPOSICIÓN
PS, C	Los trabajadores generarán residuos fisiológicos.	Manejo: Se prevé la utilización de baños portátiles para la disposición de los residuos fisiológicos. Disposición: la empresa prestadora del servicio será la responsable de la disposición final de los residuos líquidos de las letrinas portátiles.
PS	Residuos vegetales producto de retiro de vegetación.	Manejo: los residuos serán acumulados y trozados. Disposición: se dispersarán por el área del proyecto para que estos se reintegren al suelo.
PS, C, OM	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión y ruido producto de vehículos y equipo.	Manejo: preventivo, uso de vehículos y equipo de combustión en buen estado. Disposición: Atmósfera, dispersión natural de los contaminantes.
PS, C	Los trabajadores generarán residuos sólidos no peligrosos.	Manejo: Se utilizarán botes de recolección de basura y se destinará una persona encargada de recolección de los sólidos para su traslado y almacenamiento. Disposición: sitio de disposición final más cercano.

PS: Preparación del Sitio; C: Construcción, OM: Operación y Mantenimiento.

1.13.1 INFRAESTRUCTURA ADECUADA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

No se requiere infraestructura para el manejo y disposición de los residuos. Los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores con tapa y trasladados diariamente al sitio de disposición final más cercano al proyecto. Se considera que el volumen de residuos sólidos será bajo.

En cuanto a los residuos fisiológicos, se contará con letrinas portátiles, cuyo manejo y disposición correrá a cargo de la empresa que se contrate. Cabe señalar que dichas letrinas únicamente permanecerán en el área del proyecto el tiempo que dure las etapas de Preparación y Construcción de la obra.

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES Y EN SU CASO CON LA REGULARIZACIÓN DEL USO DE SUELO.

Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

EJE GENERAL 2 DESARROLLO CON BIENESTAR Y HUMANISMO

El Estado tiene la responsabilidad de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos sociales, siguiendo los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. Toda la población debe poder satisfacer sus necesidades básicas y tener garantizado el acceso a educación, salud, vivienda adecuada y al sistema financiero.

La promoción y protección de las lenguas y cultura de los pueblos originarios es una obligación del Estado mexicano y un primer paso hacia la reparación histórica de la discriminación que han vivido por siglos. Además, se promoverá una cultura de cuidado a la naturaleza y prohibir el maltrato animal y la destrucción del medio ambiente. México se propone ser potencia tecnológica y de innovación y contará con un programa tecnológico para el desarrollo nacional. El Estado Mexicano debe crear las condiciones necesarias para que cada persona pueda construir su felicidad, garantizando acceso a los recursos y oportunidades que promuevan una vida digna y bienestar integral.

Con la realización y evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental se pretende garantizar el bienestar tanto ambiental como económico, social y cultural.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO RENACIMIENTO MAYA 2024 – 2030

Con base en el marco conceptual para direccionar el desarrollo sostenible del estado en los próximos seis años, se orientaron los cuatro ejes rectores del PED a los Desca, además de plantear la interrelación de los cinco ejes transversales:

Ejes Rectores

- Yucatán con Economía Inclusiva. Busca que las personas puedan desarrollarse económicamente en cualquier actividad estratégica del estado y al mismo tiempo impulsar el desarrollo económico de Yucatán.

- Yucatán con Calidad de Vida y Bienestar Social. Prioriza la vida digna de la población del estado alcanzando la satisfacción de las necesidades básicas de los ciudadanos.

• Yucatán Cultural con Identidad para el Desarrollo. Busca garantizar que las personas y comunidades tengan acceso a la cultura para el disfrute de sus componentes en condiciones de igualdad, dignidad humana y no discriminación.

• Yucatán Verde y Sustentable. Tiene como propósito la regulación de las actividades humanas respecto al uso, explotación y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar el goce colectivo a los bienes ambientales velando por su integridad natural y con ello promover el desarrollo económico sostenible.

Ejes Transversales

• Igualdad de Género, Oportunidades y No Discriminación. Busca el desarrollo igualitario en el bienestar de la población haciendo valer los derechos de los grupos en situación de vulnerabilidad, para abatir las brechas existentes.

• Innovación, Conocimiento y Tecnología. Pretende generar conocimiento en distintas áreas con el objetivo de impulsar los ejes sectoriales mediante el uso de la innovación y tecnología para mejorar la calidad de vida de las personas.

• Paz, Justicia y Gobernabilidad. Promueve sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir, a todos los niveles, instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas.

Dentro de las acciones para el cumplimiento de los ejes rectores se encuentran los siguientes:

1. Yucatán con Economía Inclusiva

1.2 Competitividad e inversión extranjera

De acuerdo con el Índice de Competitividad Estatal del IMCO del año 2018 con datos 2016, Yucatán alcanzó 45.9 puntos lo que lo ubicó como la décimo cuarta entidad con mayor puntaje, esto representa un avance de seis posiciones desde 2006, año en el que ocupaba la vigésima posición con 40.2 puntos. La Inversión Extranjera Directa en Yucatán presentó una tasa de crecimiento de -7.1% al caer de 145.6 millones de dólares en 2008 a 69.4 millones de dólares en 2018. Este último dato ubicó a la entidad en la posición 31 y por debajo del promedio nacional de 987.6 millones de dólares.

Al respecto el proyecto plantea la inversión de $ 15,000,000 pesos, mismos que incrementarán este índice y generará una derrama económica directa en el Estado.

1.5 Capital humano generador de desarrollo y trabajo decente

Objetivo 1.5.1: Incrementar la calidad del empleo en Yucatán.

Estrategia 1.5.1.1. Promover la inclusión laboral productiva

Líneas de acción

1.5.1.1.1. Vincular los sectores público, privado, social y académico para mejorar el acceso laboral incluyente y productivo.

1.5.1.1.2. Fomentar el establecimiento de condiciones justas, equitativas y satisfactorias de trabajo en las empresas.

1.5.1.1.3. Promover los beneficios del sentido de identidad y pertenencia como consecuencia de mejores condiciones laborales.

1.5.1.1.4. Facilitar la inserción en el mercado laboral de todos los grupos sociales.

Al respecto el proyecto pretende generar un total de 20 a 25 empleos directos y muchos más empleos indirectos durante la etapa de construcción del proyecto. Se contratará mano de obra local de las comunidades cercanas lo que generará una derrama económica que beneficiará directamente a las comunidades cercanas. Las condiciones de trabajo serán de acuerdo con la normatividad aplicable y en condiciones justas, equitativas y satisfactorias para los trabajadores.

Estrategia 1.5.1.2. Impulsar la regularización de la seguridad social de la población trabajadora.

Líneas de acción

1.5.1.2.1. Promocionar los beneficios de la formalidad laboral entre la población trabajadora

1.5.1.2.2. Coadyuvar con el sector privado para que las empresas impulsen la seguridad social laboral.

1.5.1.2.3. Impulsar la coordinación efectiva entre los distintos órdenes de gobierno para mejorar los procesos de incorporación a la seguridad social.

La totalidad de las personas contratadas para la preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento serán regulares en términos de seguridad social.

2. Yucatán con calidad de vida y bienestar social.

2.3 Pueblos indígenas

Objetivo 2.3.1. Disminuir la pobreza y pobreza extrema en los pueblos indígenas de Yucatán.

Tal como se mencionó previamente el proyecto generará una derrama económica directa en las poblaciones aledañas mediante la contratación de mano de obra local, aunado a lo anterior se generará una derrama adicional, mediante empleos indirectos.

2.6 Seguridad social

Estrategia 2.6.1.1. Impulsar acciones dirigidas a la protección laboral y social de la población, que permitan llevar una vida digna.

Estrategia 2.6.1.2. Fortalecer esquemas que incrementen la cobertura y el acceso al sistema de seguridad social para la población en situación de pobreza.

Líneas de acción

2.6.1.2.1. Elaborar campañas de afiliación al sistema de salud, principalmente a la población que vive en comunidades indígenas.

La totalidad de las personas contratadas para el proyecto contarán con seguridad social de manera obligatoria.

4. Yucatán verde y sustentable

De acuerdo con el Subíndice Manejo Sustentable del Medio Ambiente que forma parte del Índice de Competitividad Estatal (ICE) 2018, Yucatán obtuvo una calificación de 34.8 puntos, por debajo del promedio nacional de 51.9, lo que ubicó a Yucatán en el lugar 31, y que representa un descenso de ocho posiciones con relación a 2010.

Con respecto a la conservación de los recursos naturales la entidad presentó un deficiente aprovechamiento de los recursos forestales al ocupar el lugar 31 en competitividad forestal y obtener una calificación de 27.4 puntos durante el periodo 2008-2016, cifra por debajo del promedio nacional de 43.3 puntos.

Asimismo, Yucatán ocupó el último lugar en volumen de aguas residuales tratadas, al tratar 0.1 litros por segundo por cada mil personas, cifra por debajo del promedio nacional de 1.1 litros por segundo por cada mil personas. Por otra parte 10% de las localidades de Yucatán tuvieron una disposición de 28.3% de los residuos, ubicando al estado por debajo de la media nacional y obteniendo el lugar 29 entre las entidades con mayor número de localidades.

El crecimiento económico va ligado de un aumento en el consumo de energía, en este sentido Yucatán se encuentra en el lugar 14 entre las entidades con mayor intensidad energética con 13.3 megawatts por hora por millón del PIB, por debajo del promedio nacional de 13.6 mega-watts hora por millón del PIB.

4.1 Conservación de los recursos renovables

Objetivo 4.1.1. Preservar los recursos naturales protegidos del Estado de Yucatán.

Estrategia 4.1.1.1. Fortalecer acciones para la conservación de las áreas naturales protegidas.

4.1.1.1.1. Considerar las áreas naturales protegidas en los programas de desarrollo urbano como instrumentos básicos del ordenamiento territorial.

4.1.1.1.3. Elaborar y dar seguimiento a programas de rehabilitación, reforestación y revegetación de los diversos ecosistemas presentes en las áreas naturales protegidas.

4.1.1.1.5. Promover el manejo sustentable de los recursos naturales endémicos que incrementen la reforestación.

4.1.1.1.6. Implementar acciones de conservación de la superficie con vegetación.

4.1.1.1.7. Realizar la vinculación con los tres órdenes de gobierno para implementar acciones de arborización con participación ciudadana en las áreas naturales protegidas.

El proyecto contempla una zona de conservación con un 24.83% de área de conservación de la superficie total del predio.

Estrategia 4.1.1.2. Impulsar acciones a favor de la protección y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. Líneas de acción

4.1.1.2.8. Establecer programas de rescate y atención de especies en peligro de extinción que habitan en el estado.

El proyecto como medida de mitigación plantea la creación de un porcentaje considerable como zona de conservación manteniendo la vegetación natural del sitio.

Se realizarán recorridos preliminares para la identificación de ejemplares susceptibles de ser rescatados y reubicados a las áreas de conservación del proyecto.

Objetivo 4.2.2. Mejorar la calidad del aire en Yucatán

Estrategia 4.2.2.2. Fomentar la gestión integral de la calidad del aire.

4.2.2.2.1. Identificar y monitorear las fuentes de emisiones contaminantes

4.2.2.2.6. Establecer mecanismos para el monitoreo de la calidad del aire prioritariamente en los municipios más afectados por la contaminación

La totalidad de los vehículos y maquinarias que se utilicen en el proyecto tendrán los mantenimientos adecuados, así como las verificaciones pertinentes, para garantizar que se minimice al máximo las emisiones a la atmosfera por fuentes móviles.

El proyecto no contempla fuentes fijas de generación de emisiones a la atmósfera que deban ser monitoreados.

4.3 Agua limpia y saneamiento

Objetivo 4.3.1. Mejorar el saneamiento de aguas residuales en Yucatán.

Estrategia 4.3.1.1. Fortalecer la cultura de reutilización de aguas residuales, para disminuir la demanda del agua.

Se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales.

4.4 Manejo integral de residuos.

Objetivo 4.4.1. Mejorar el manejo de los residuos en Yucatán.
Líneas de acción

Estrategia 4.4.1.1. Impulsar una cultura del adecuado manejo de residuos que disminuya los riesgos ambientales.

El proyecto generará en sus diferentes etapas del proyecto residuos sólidos urbanos y estos será tratados de acuerdo con la normatividad pertinente.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, estos serán recolectados por el municipio. Se implementarán botes de basura en las áreas de trabajo, que estarán rotulados y con tapa y serán separados en orgánicos e inorgánicos.

2.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

3.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY)

El objetivo del POETY es regular e inducir el uso racional del suelo y del desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección de medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento de los recursos naturales.

La aplicación y lineamientos actuales del ordenamiento ecológico como instrumento de planeación están establecidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico en este modelo de

Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán, el sitio del proyecto se encuentra ubicado en la UGA 021 -PRES-BAC

En la siguiente figura se señala la ubicación del sitio con respecto al POETY:

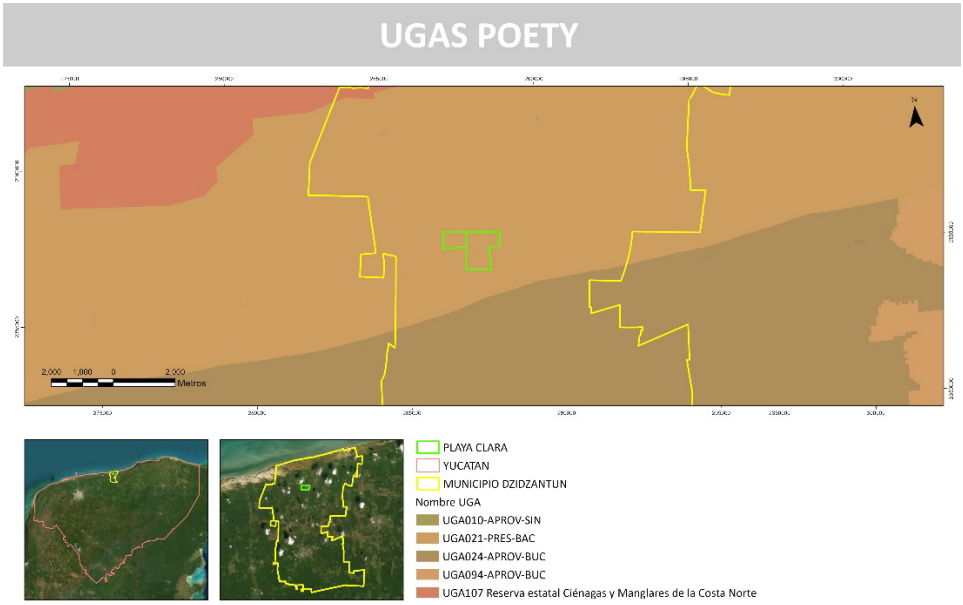


Figura 1: Localización del sitio del proyecto (poligonal en rojo) con respecto al POETY.

VINCULACION CON CRITERIOS GENERALES ASENTAMIENTOS HUMANOS

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
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.	*El presente propone la utilización de sistemas de tratamiento de aguas residuales (Se anexa ficha técnica).*
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	*El proyecto contempla la instalación de almacenes temporales para los residuos que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, estos residuos serán*

	o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.	*recolectados por empresas autorizadas, siendo el promovente responsable de esta contratación. En la etapa de operación, será responsabilidad de Los dueños la contratación de los servicios de recolección y se construirá un área destinada al almacén temporal de residuos para los habitantes.*
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.	*El proyecto contempla la contratación de empresas autorizadas para la recolección y disposición de los residuos de manejo especial que se generen durante la etapa de construcción.*
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.	*La distribución de agua en el proyecto será a partir pozos previamente autorizados por CONAGUA.*

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.	*No aplica, toda vez que el proyecto no se encuentra en una zona cavernosa y no presenta oquedades.*
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.	*El proyecto no se encuentra en una zona inundable.*
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.	*El proyecto contempla obras de drenaje que permitan 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.	*El proyecto destinara el 15.08% de la superficie total a área de conservación.*
9	Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por	*En caso de que se realicen excavaciones en el predio, el material pétreo que resulte será utilizado para relleno de las mismas obras.*

	el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.	
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.	*Se tendra la autorizacion correspondiente.*
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.	*La realización de actividades del proyecto se llevará a cabo exclusivamente en las áreas autorizadas y sin realizar afectaciones en el cuerpo de agua presente en el sitio.*
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.	*El proyecto no realizara actividades de extracción de agua salobre del acuífero subterráneo.*
13	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de	*El sistema de tratamiento a utilizar es compatible con el tipo de suelo del*

	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.	*proyecto.* *Se contemplan los futuros mantenimientos que sean requeridos.*
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.	*El proyecto contara con un área de conservación para mitigar efectos causados por eventos climáticos, además se reforestarán con especies nativas con el propósito de cuidar la diversidad.* *Se contará con áreas permeables.*

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.	*El proyecto contempla el 24.83 % de área de conservación.*

2.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO TERRITORIAL COSTERO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETCY)

El POETCY, decretado en Julio de 2007, es en la actualidad el principal instrumento rector de los lineamientos a seguir para el desarrollo de las zonas costeras del estado de Yucatán. Este se elaboró bajo una aproximación interdisciplinaria y rigurosa basada en el conocimiento de los ambientes marino-costeros.

Dentro de los objetivos y metas principales del POETCY, destacan:

Promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, en concordancia con otras leyes y normas y programas vigentes en la materia

Resolver los conflictos ambientales y promover el desarrollo sustentable.

Promover la incorporación de la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal en términos de lo dispuesto en la Ley de Planeación y otros ordenamientos aplicables.

Este Ordenamiento fue actualizado y modificado por medio del decreto 160/2014 publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el jueves 20 de marzo de 2014.

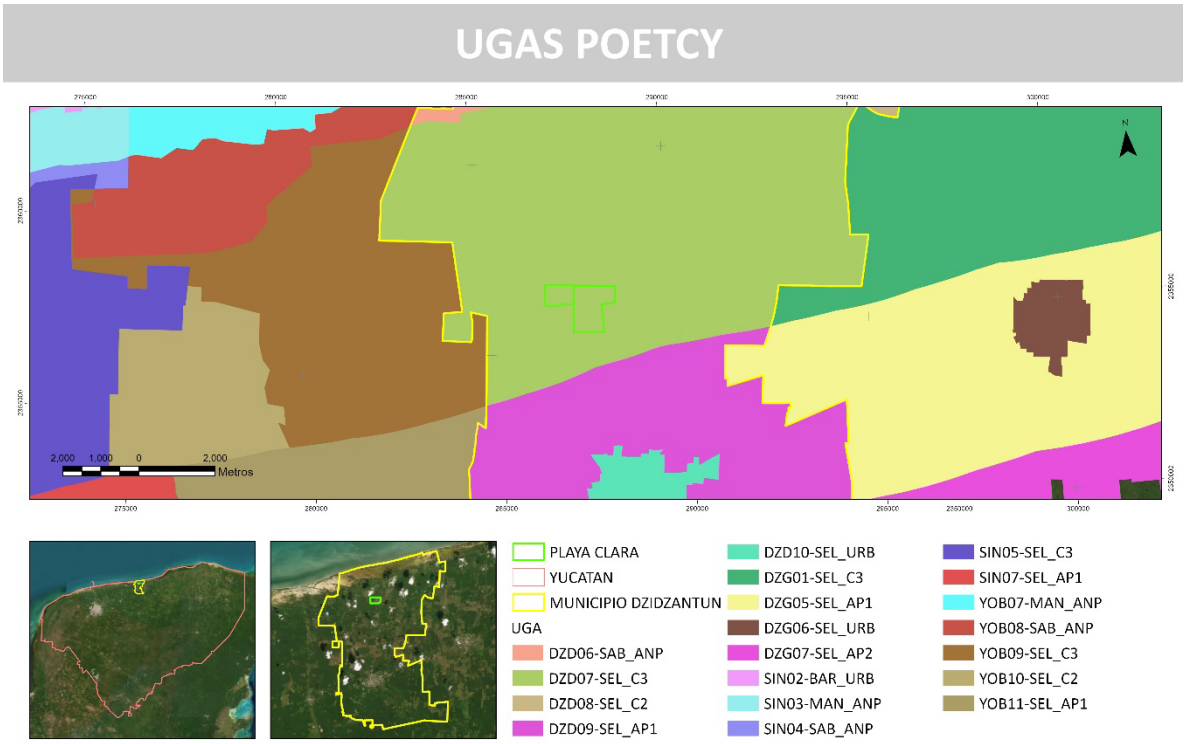


Figura 2: Localización del sitio del proyecto (poligonal en magenta) con respecto al POETCY.

Actual	El proyecto que se plantea en el presente documento comprende laconstrucción y operación de un desarrollo habitacional, tomándose compatible el uso No. 25. "Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán"
2. Aprovechamiento tradicional de flora y fauna	
3. Apicultura	
8. Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.	
9. Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales)	
10. Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).	
11. Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.	
12. Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).	
16. Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos	
Compatible:	
1. Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.	
2. Aprovechamiento tradicional de flora y fauna.	
3. Apicultura.	
4. Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.	
6. Acuacultura artesanal o extensiva.	
7. Acuacultura industrial o intensiva.	
8. Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.	
9. Agricultura de plantaciones Perennes (Henequén, coco, frutales)	
10. Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).	
11. Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.	
12. Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).	
16. Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.	
Incompatible:	
5. Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.	
13. Extracción artesanal de sal o artemia.	
14. Extracción industrial de sal.	
15. Extracción de arena.	
17. Extracción industrial de piedra o sascab.	
18. Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.	
19. Industria semipesada y pesada.	
24. Campos de golf.	
26. Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.	
27. Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.	

VINCULACION A LOS CRITERIOS DE LA UGA DZD007-SEL_C3

CLAVE	CRITERIOS ECOLOGICOS	CONGRUENCIA
5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer infraestructura vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua.	Se cumplió lo establecido en este criterio.
8	No se podrán establecer áreas de desarrollo de infraestructura en una colindancia menor de 100 m con respecto al límite de la sabana.	No se establecerán áreas de desarrollo de infraestructura en una colindancia menor de 100 m con respecto al límite de la sabana.
11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, deberá garantizarse el libre paso de las especies y no fragmentar el ecosistema.	En caso de delimitar el perímetro del terreno, se contará con espacios para asegurar el libre paso de la fauna por debajo de la barda, así como un área de conservación.
13	El uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales requerirá autorización mediante manifestación de impacto ambiental.	El predio no cuenta con cavernas, cenotes y/o manantiales.
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.	El proyecto cuenta con un programa de manejo de residuos.

27	Se considera compatible en el ecosistema la instalación de infraestructura para turismo de bajo impacto con materiales biodegradables y sistemas de tratamiento de aguas residuales.	El proyecto no contempla actividades turísticas.
28	Dada la baja aptitud de los suelos para actividades agropecuarias, se deben incorporar prácticas agroecológicas y silvopastoriles.	El proyecto no contempla actividades agropecuarias de ningún tipo.
29	Esta zona se considera apta para actividades recreativas como observación de fauna y senderismo.	El proyecto no considera el desarrollo de actividades turísticas y recreativas.
35	De acuerdo con el artículo 122 de la Ley General de Vida Silvestre, se considera infracción el manejo de especies exóticas.	No se manejan especies exóticas. Únicamente especies locales en áreas verdes y de conservación.
39	La construcción de nuevos caminos requerirá evaluación en materia de impacto ambiental y medidas de restauración.	No se contempla la construcción de nuevos caminos. Únicamente vialidades internas.
40	El uso del fuego deberá considerar las regulaciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	No se contempla el uso de fuego en el proyecto.
41	Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	No se contempla el aprovechamiento de especies silvestres en el proyecto.

45	En los casos que a la fecha de la expedición de este ordenamiento existieran ranchos con ganadería bovina extensiva, y dado que estos terrenos no son aptos para esta actividad, se recomienda que se realice en parcelas rotativas con desmontes temporales y manteniendo franjas de vegetación nativa, o mediante el establecimiento de sistemas agroforestales con especies forrajeras. Asimismo, se recomienda la adopción de prácticas de ganadería diversificada. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	El proyecto no implica ranchos con ganadería bovina extensiva.
46	Esta zona es apta para la extracción artesanal de piedra sin uso de maquinaria de excavación ni explosivos. No se permite la extracción industrial de material pétreo excepto en los casos en que a la expedición de este ordenamiento están funcionando y que serán sometidos a confinamiento en términos de la superficie proyectada de aprovechamiento y deberán presentar estudios hidrológicos detallados y modelaciones matemáticas que permitan evaluar y monitorear su impacto.	No se contempla la extracción artesanal o industrial de piedra, ni la instalación de bancos de material.

52	El aprovechamiento cinegético estará supeditado a las autorizaciones y permisos de la autoridad competente, respetando los calendarios, las vedas y las unidades de manejo ambientales definidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Se deberán respetar las áreas de restricción establecidas en las localidades de Uaymitún, Telchac Puerto y San Crisanto según el programa vigente de aprovechamiento cinegético de aves acuáticas.	No se contempla el aprovechamiento cinegético de especies en el proyecto.
55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuesto en el artículo 121 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	El proyecto se centra en la lotificacion de un desarrollo inmobiliario, por lo que durante la etapa de construcción y preparación del sitio, se instalarán letrinas portátiles cuyo mantenimiento correrá a cuenta de la empresa prestadora del servicio.
57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos, y en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales	Durante la etapa de operación, las aguas residuales serán tratadas con sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales, siendo que cuando las viviendas sean construidas por cada uno de los futuros propietarios o poseedores, se instalará por cada una de ellas un LDI 14 de 1,300 L/día con sistema terciario de cloración.

	previendo la separación de aguas grises de las negras.	
58	Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes y pesticidas y se deberá fomentar el uso de productos ambientalmente compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico.	No se utilizarán fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes y productos químicos dañinos para el control de plagas.
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	Todos los residuos que se generen dentro del proyecto serán dispuestos para el correcto manejo por parte de la autoridad competente.
62	No se permite el establecimiento de sitios de disposición final de residuos sólidos o líquidos en entradas de cuevas o grutas o en la ribera de cenotes, ni en las inmediaciones de estas, a distancias menores de 100 m.	El proyecto no contempla la disposición final de residuos de ningún tipo. Los RSU y RME serán recolectados y dispuestos por el municipio y no se prevé la generación de residuos peligrosos, tóxicos y/o biológico infecciosos. De igual manera es importante mencionar que el predio no cuenta con cavernas, cenotes y/o cuerpos de agua presentes ni cercanos.

65	Para el desarrollo de la industria eléctrica fotovoltaica y eólica, se deberá presentar un estudio de impacto ambiental, y particularmente el segundo requerirá de estudios detallados del sitio sobre geología, hidrogeología (con modelación matemática incluyendo cuña marina e interfase salina), topografía, geofísica y geotecnia.	El proyecto no contempla el desarrollo de industrias de energía de ningún tipo.

2.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El proyecto no se encuentra dentro de alguna RESERVA

2.4 INSTRUMENTOS NORMATIVOS APLICABLES

2.4.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

Instrumento Normativo	Vinculación con el 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	*SE CUMPLE* *La presentación de este documento representa el compromiso del proyecto para cumplir con lo dispuesto en esta norma jurídica.*

ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; XI.- Obras o actividades en Áreas Naturales Protegidas de competencia de la Federación.	
ARTÍCULO 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.	*SE CUMPLE* *El capítulo que en este acto se somete a revisión de la autoridad contiene la vinculación con los ordenamientos jurídicos en materia ambiental y demás disposiciones estatales y locales aplicables.*
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	*SE CUMPLE* *Se cumple con dicho artículo, con la presentación de la presente MIA, en la cual se describe el proyecto, los impactos ambientales a generar y las medidas de mitigación y compensación a adoptar*

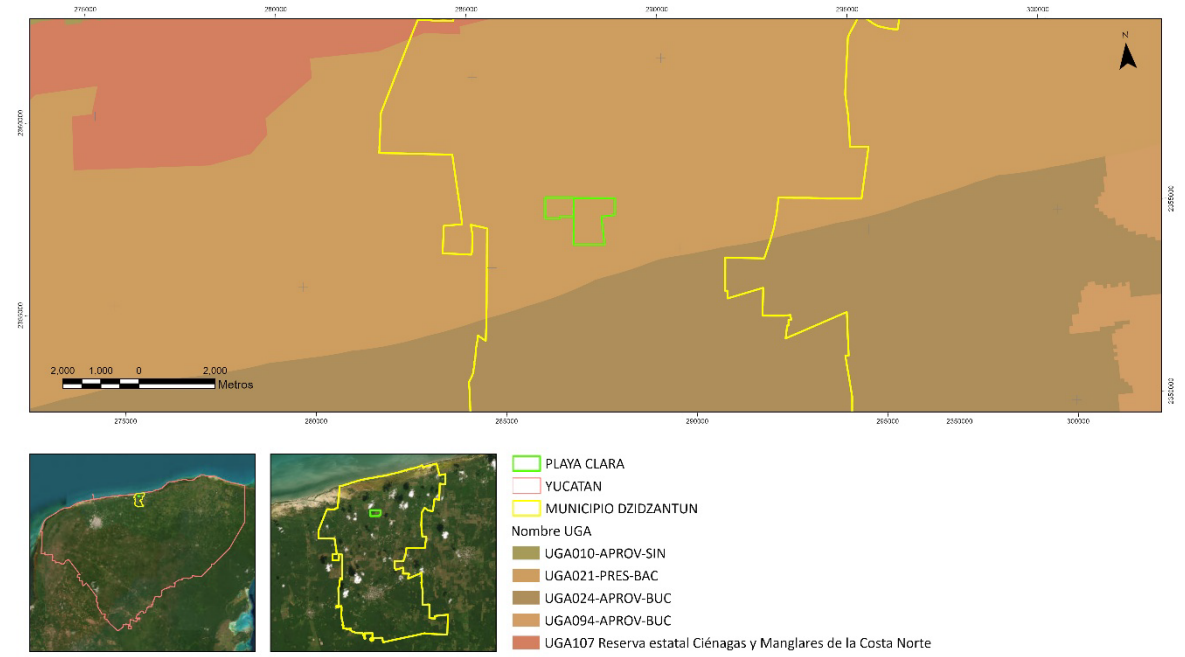
los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	
ARTICULO 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 declararán 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.	*SE CUMPLE* *Al respecto se anexa carta protesta de decir la verdad y de utilizar las mejores técnicas y métodos para la realización de la presente manifestación de impacto ambiental.*
ARTICULO BIS 3.- Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra; se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento. Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.	*SE CUMPLE* *Para dar cumplimiento con los artículos anteriores se somete a evaluación el presente documento.*
ARTÍCULO 79.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y	*SE CUMPLE*

fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios: I.- La preservación 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; III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; VIII.- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.	*Durante las etapas del proyecto, en especial durante la preparación del sitio y la construcción, se fomentará el trato digno hacia los animales.*
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; II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva.	*SE CUMPLE* *El proyecto cumple con la vocación natural del suelo y mediante el cumplimiento de los Ordenamientos se garantiza que el proyecto no alterará el equilibrio en el ecosistema.*
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.	*SE CUMPLE* *Con el objeto de mantener las emisiones contaminantes controladas y dentro de los parámetros de la NOM-041 y la NOM-045, la maquinaria y vehículos empleados contarán con mantenimiento periódico que garanticen su correcto funcionamiento.*
ARTÍCULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:	*SE CUMPLE* *Se prevendrá en todo momento la contaminación del agua, con la correcta*

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.	*aplicación de medidas de prevención y mitigación.*
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.	*SE CUMPLE* *No se llevará a cabo la disposición final de residuos dentro del sitio del proyecto. Los residuos serán enviados al sitio de disposición municipal.*
ARTÍCULO 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	*SE CUMPLE* *No se prevé la generación de ruido que supere los niveles máximos permitidos en la norma NOM-080- SEMARNAT-2001, sin embargo, se llevarán a cabo las medidas preventivas necesarias para cumplir con el presente artículo, dichas medidas se encuentran en el capítulo 6 de este documento.*

En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	

UGAS POETY



2.4.2 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS: Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios. S) OBRAS EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS	*SE CUMPLE* *Se requiere de la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental toda vez que El proyecto denominado PLAYA CLARA consiste en una lotificación.* *Con base en lo anterior se presenta a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental.*

2.4.3 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN A LA ATMOSFERA

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 13. Para la 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, y 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.	*SE CUMPLE* *Se cumple con lo establecido ya que se tienen contempladas medidas preventivas para la emisión de contaminantes a la atmosfera, entre las que se mencionan proporcionar mantenimiento periódico a vehículos y maquinaria, así como humedecer las áreas de trabajo y transitar a baja velocidad para evitar la incorporación de partículas a la atmosfera. La realización del proyecto no compromete la calidad del aire de la zona. Los impactos producidos serán temporales y el sistema*

	se auto recuperará naturalmente.

2.4.4 REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE RUIDO

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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.	*SE CUMPLE* *Como medida preventiva se utilizarán vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos, por lo que no se espera que se generen niveles de ruidos superiores a los permisibles. Sin embargo, se considera el presente artículo ya que en caso de ser necesario se tomarán las medidas pertinentes como paro de labores y retiro de la maquinaria defectuosa para su reparación fuera del sitio de trabajo, proporcionar equipo de protección auditiva a los empleados o replantear horarios de trabajo para evitar afectaciones a terceros.*

2.4.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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.	*SE CUMPLE* *Se fomentará la separación de basura en orgánicos e inorgánicos antes de ser enviados al sitio de disposición municipal o algún otro sitio de disposición final autorizado.*
Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales; VII. Residuos de la construcción,mantenimiento y demolición	*SE CUMPLE* *Los residuos de construcción serán trasladados al sitio de disposición municipal o algún otro sitio autorizado.*

en general.	

2.4.6 LEY DE AGUAS NACIONALES

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición	*SE CUMPLE* *No se llevará a cabo la disposición de basura o cualquier otro residuo en cuerpos receptores y zonas federales.*

2.4.7 REGLAMENTO DE LEY DE AGUAS NACIONALES

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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	*SE CUMPLE* *Debido a que, durante la construcción se consumirá agua, por lo que también se generará agua residual, por lo tanto, para evitar la contaminación del agua se instalarán sanitarios portátiles cuyo manejo será responsabilidad de una empresa autorizada y sistemas de*

en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	*tratamiento de aguas residuales.*
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...	*CUMPLE* *En todo momento se evitará la contaminación del agua durante la etapa de construcción y de operación mediante la instalación de contenedores con tapa para depositar basura la cual será recolectada periódicamente y trasladada al basurero municipal. No se depositarán residuos de ningún tipo en el agua.*

2.4.8 LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 78. 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 Ejecutivo del Estado establezca.	*SE CUMPLE* *Todos los vehículos utilizados se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.*
Artículo 81. Fracción II y III. Para la prevención y control de la contaminación del suelo se consideran los siguientes criterios: deberán ser controlados los residuos de cualquiera índole, en tanto que puedan constituir una fuente de contaminación de los suelos; racionalizar la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas y	*SE CUMPLE* *Como se mencionó anteriormente, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán botes de basura y sanitarios portátiles para evitar la contaminación del sitio.*

procedimientos para su reuso y reciclaje...	

2.4.9 REGLAMENTO DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 93. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación que establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas.	*SE CUMPLE* *Todos los vehículos utilizados se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.*
Artículo 106. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, monóxido de carbono e hidrocarburos, emitidos por el escape de los vehículos en circulación que utilizan gasolina, diésel o gas L.P. como combustible, así como de los niveles de opacidad del humo proveniente de la combustión de los vehículos automotores a diésel, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible.	*SE CUMPLE* *Todos los vehículos utilizados se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.*

Artículo 109. Todos los vehículos automotores que circulan en el estado y que por tanto estén registrados en él, serán sometidos obligatoriamente a verificación en las fechas que se fijen en los programas que al efecto se publiquen, no haciéndose válida su verificación en otras entidades federativas.	*SE CUMPLE* *Todos los vehículos utilizados se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.*

3.4.10 REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO DE LA SECRETARÍA DE TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 13. Los patrones están obligados a adoptar, de acuerdo a la naturaleza de las actividades laborales... en los centros de trabajo, las medidas de seguridad e higiene pertinentes..., a fin de prevenir... accidentes en el uso de maquinaria, equipo, instrumentos y materiales ...enfermedades...	*SE CUMPLE* *En contratista encargado de la obra proporcionará de los elementos de seguridad laboral que sean necesarios.*
Artículo 109. La basura y los desperdicios que se generen en los centros de trabajo deberán identificarse, clasificarse, manejarse y en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y al centro de trabajo.	*SE CUMPLE* *Se realizará el depósito de basura en botes contenedores y se fomentará su separación previo envío al sitio de disposición final autorizada, ya sea por parte del promovente o por una empresa contratada para realizar el servicio.*
Artículo 138. El personal encargado de la operación del equipo y la maquinaria... deberá contar con capacitación especializada para llevar a cabo sus actividades en condiciones de óptima seguridad e higiene.	*SE CUMPLE* *El contratista será el encargado de proporcionar personal capacitado*

3.4.11 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES		
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-001-SEMARNAT-2021.	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	*Durante la construcción y operación se utilizarán sanitarios portátiles cuyo manejo será responsabilidad de una empresa especializada. Para la etapa de operación se contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.*
NOM- 022- SEMARNAT-2003.	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. D.O.F. 2003.	*Se anexa vinculación específicamente con esta NOM*
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2015.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.	*Se llevará a cabo la verificación de los vehículos observando que cumplan con sus mantenimientos preventivos.*
NOM-045-SEMARNAT-2017.	Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo	*Se controlarán estas emisiones, mediante*

	proveniente del escape de vehículos automotores que usen diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.	*mantenimientos periódicos de los vehículos.*
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-052-SEMARNAT-2005.	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	*No se planea realizar ningún tipo de mantenimiento de los vehículos involucrados en el proyecto, en caso de ser necesario se realizarán sobre áreas cubiertas con tapetes para evitar el derrame de aceites u otro tipo de sustancias. Se mantendrá un control de los mantenimientos de los vehículos utilizados en el proyecto.*
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.	*. Durante las etapas del proyecto, en especial durante la preparación del sitio y la construcción, se fomentará el trato digno hacia los animales.*
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-080-SEMARNAT-1994.	Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas	*Se mantendrá una bitácora de los mantenimientos de los vehículos involucrados en el proyecto.*

	y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	
SEGURIDAD LABORAL		
NOM-001-STPS-2008.	Edificios locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo Condiciones de seguridad e higiene.	*Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas de esto servicios para prevenir accidentes durante la obra.*
NOM-004-STPS-1999.	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	*Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas de estos servicios para prevenir accidentes durante la obra.*
NOM-006-STPS-2014.	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad	*No se construirán almacenes temporales para el material. No se plantea el almacenamiento de aceites, lubricantes u otras sustancias peligrosas.*
NOM-011-STPS-2001.	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	*Pese a que no se contempla que los niveles de ruido sean muy altos y que puedan provocar daños a la salud, se proporcionara equipo de protección auditiva al personal cuando sus actividades así lo requieran.*

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Se delimitó el Sistema Ambiental respecto a la poligonal de la **UGA DZD07-SEL_C3** del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) y los usos de suelo según el INEGI, delimitando al área urbana y área de duna costera, de acuerdo con la ubicación del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Esta decisión responde a los siguientes criterios:

1. **Criterio normativo**: El POETCY es el instrumento rector de la política ambiental y territorial en la zona costera de Yucatán, reconocido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. La delimitación de UGAs constituye la unidad básica de planeación ambiental, por lo que utilizarlas garantiza congruencia con el marco legal y los objetivos del ordenamiento.
2. **Criterio ecológico-funcional**: La UGA integra en una sola unidad los elementos físicos, bióticos y socioeconómicos que caracterizan la región donde se ubica el proyecto. Esto permite analizar las interacciones y posibles impactos del proyecto dentro de un mismo sistema ambiental, en lugar de hacerlo sobre límites administrativos o arbitrarios.
3. **Criterio de gestión y planeación territorial**: La delimitación por UGA asegura que el análisis del proyecto se lleve a cabo bajo los lineamientos específicos, políticas ambientales, criterios de regulación ecológica y usos de suelo permitidos que el POETCY asigna a dicha unidad. Esto fortalece la vinculación del proyecto con las disposiciones de ordenamiento ecológico vigentes y con los objetivos de desarrollo sustentable de la región.

En este sentido, la selección de la UGA completa como delimitación del sistema ambiental es adecuada porque:

- Proporciona un marco espacial congruente con los instrumentos de planeación ambiental aplicables.
- Facilita la identificación de impactos y su manejo dentro de un contexto territorial reconocido oficialmente.
- Permite la comparación de las acciones del proyecto con las políticas y lineamientos establecidos para dicha UGA, asegurando así la compatibilidad ambiental del mismo

La Unidad de Gestión Ambiental DZD07-SEL_C3 corresponde a un área con política de conservación ubicada en el municipio de Dzidzantún, Yucatán, caracterizada por la presencia de ecosistemas de selva y vegetación secundaria, donde se prioriza la preservación de los procesos ecológicos y la protección de los recursos naturales, permitiendo únicamente actividades compatibles con la conservación y el aprovechamiento sustentable de baja intensidad.

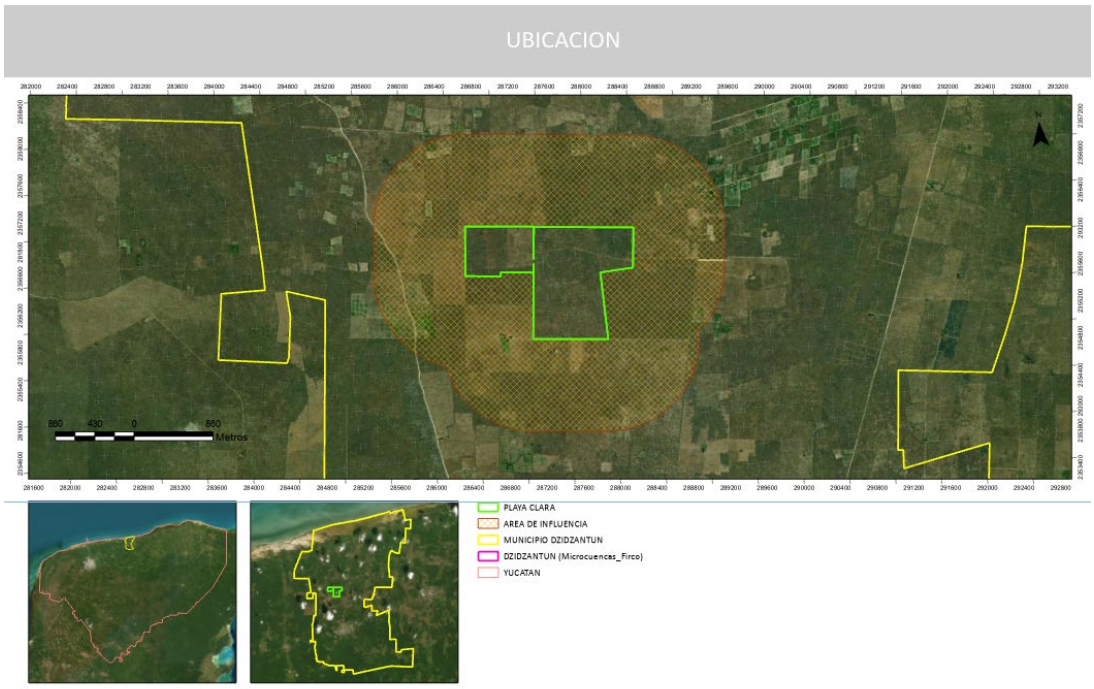


Figura 1 . Ubicación del sitio del proyecto

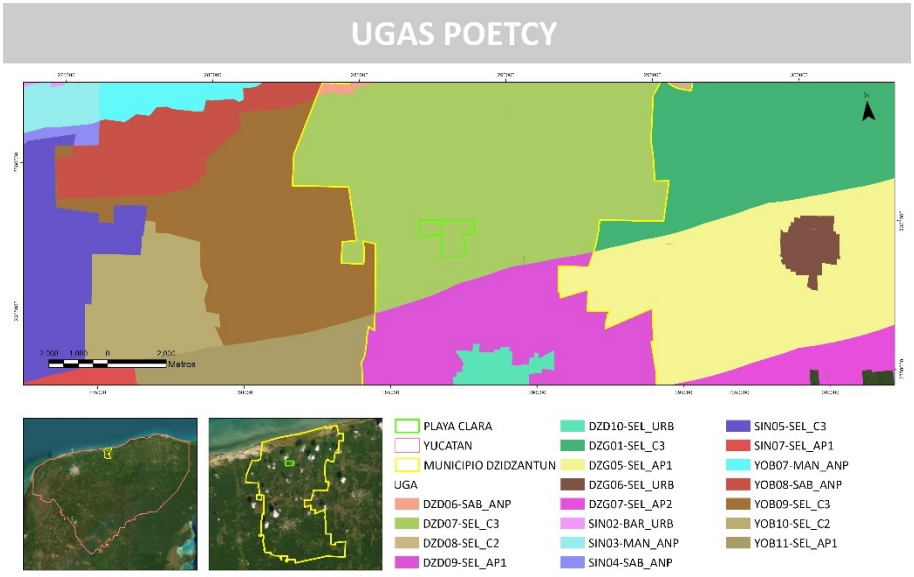


Figura 2. Ubicación del sitio del proyecto dentro de la DZD07-SEL_C3 de acuerdo al POETCY.

A continuación, se describen detalladamente algunos aspectos como su Clima, Vientos, Geología, Hidrología Superficial y Subterránea, así como Suelos y Vegetación con base en este Sistema.

CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

ASPECTOS ABIÓTICOS

Clima

Las condiciones climáticas de la zona de estudio, en dirección noroeste-sureste son cada vez menos secas y más húmedas, de tal forma que el clima cálido con lluvias irregulares en el año, es decir, el más seco de los semiáridos, se localiza en las inmediaciones, desde el este de Sisal hasta el norte de Dzilam. Rodeando a esta zona se presenta el clima semiárido cálido con lluvias en verano, que abarca una franja desde Celestún al oeste de Dzilam de Bravo.

La climatología de la zona corresponde a un clima semiárido cálido. De acuerdo con la clasificación de Koppen modificada por García (2004) corresponde a un clima BS1(h)w. (el menos seco de los secos), con una temperatura media anual superior a los 22°C y temperaturas del mes más frío superiores a 18°C. Presenta lluvias principalmente en verano con un porcentaje de lluvia invernal bajo (5% - 10.2%)).

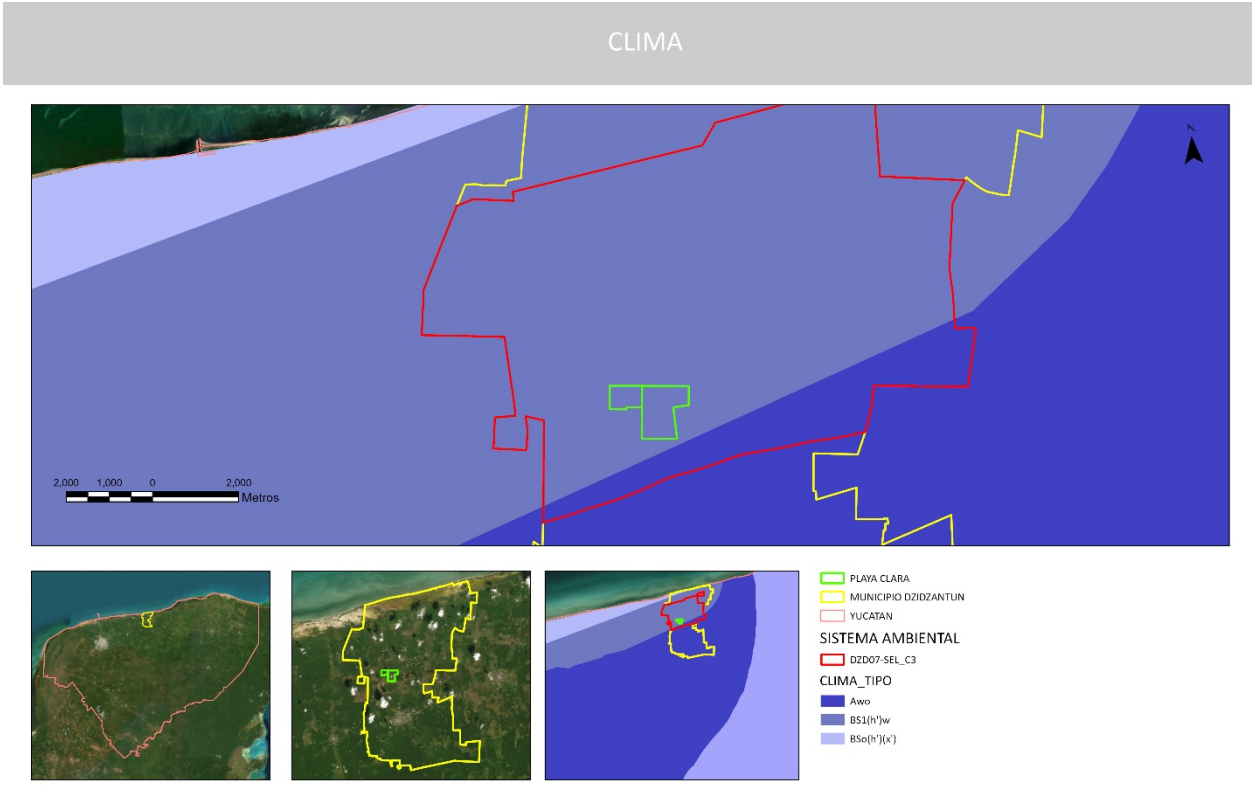


Figura 3. Tipo de clima del Sistema Ambiental

Eventos Climáticos Extremos (Huracanes)

De acuerdo con la velocidad de sus vientos, los eventos climáticos extremos en Yucatán se clasifican de menor a mayor en tres categorías: depresión tropical, tormenta tropical y huracán. Estos fenómenos se producen en el Atlántico oriental (Cabo Verde), en el Mar de las Antillas y con menor frecuencia en la Sonda de Campeche. El período de ocurrencia para toda la Península de Yucatán se extiende desde junio hasta noviembre. La incidencia ciclónica para el estado es una de las más importantes de toda la Península, pues prácticamente alcanza una ocurrencia de cerca del 40% de los eventos de huracanes. A pesar de que los datos sobre la cantidad y probabilidad de huracanes (1900-2005) muestran que la costa de Yucatán es la zona de máxima ocurrencia, los efectos destructores pueden reflejarse en todo el estado a través de la acumulación excesiva de agua de lluvia en un corto periodo de tiempo. Un claro ejemplo es la tormenta tropical Cristóbal que en verano de 2020 ocasionó severas y prolongadas inundaciones a causa de la saturación del nivel de agua del manto freático en gran parte del estado, lo cual se tradujo en pérdidas del 85% de los cultivos del estado. Los huracanes que más daños han causado en la región son: Allen en 1980; Gilberto (categoría 5) en 1988; Opal y Roxanne en 1995; Keith en 2000; Isidoro en 2002, Wilma en 2005 y Cristóbal (tormenta tropical) en 2020.

Se realizó un depurado de la base de datos de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) analizando datos desde el año 2000 a la fecha.

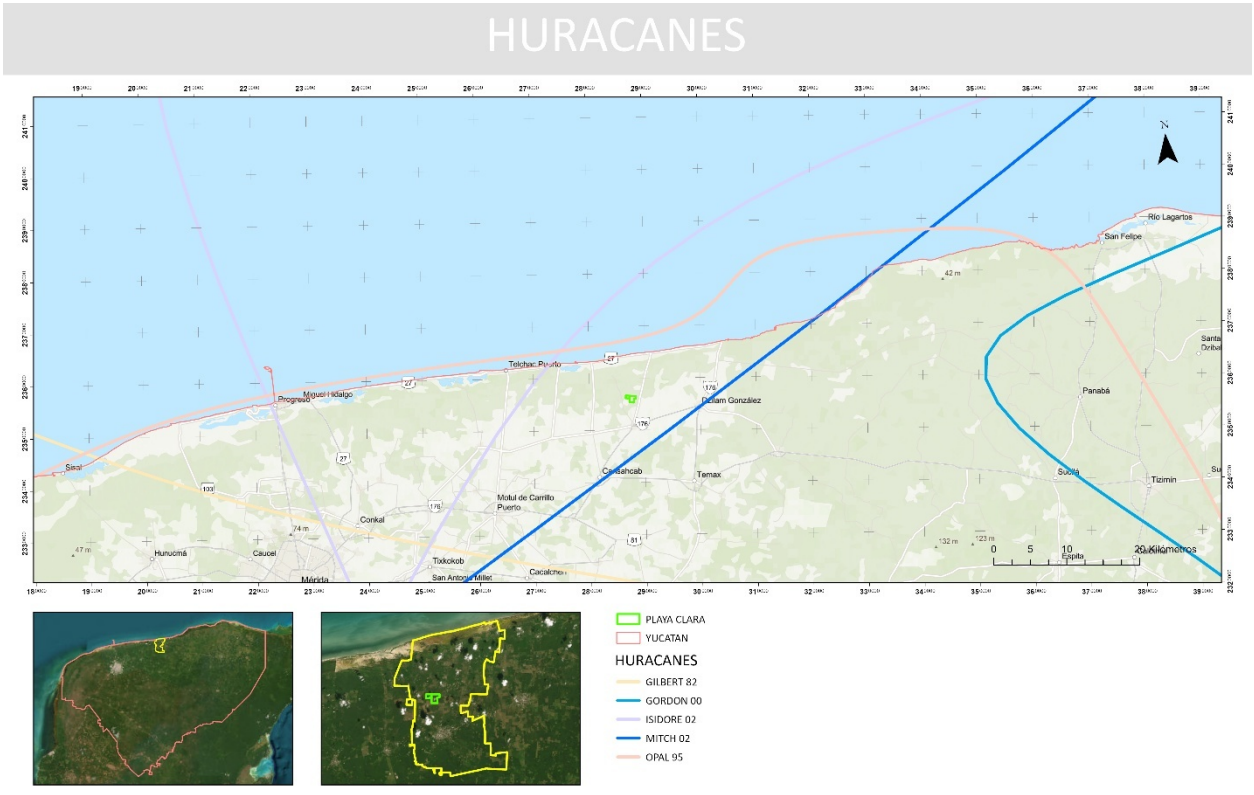


Figura 4. Fenómenos atmosféricos registrados y probabilidad de ocurrencia de huracanes categoría 1 a 5

PROBABILIDAD DE HURACANES CATEGORIA 1 A 5

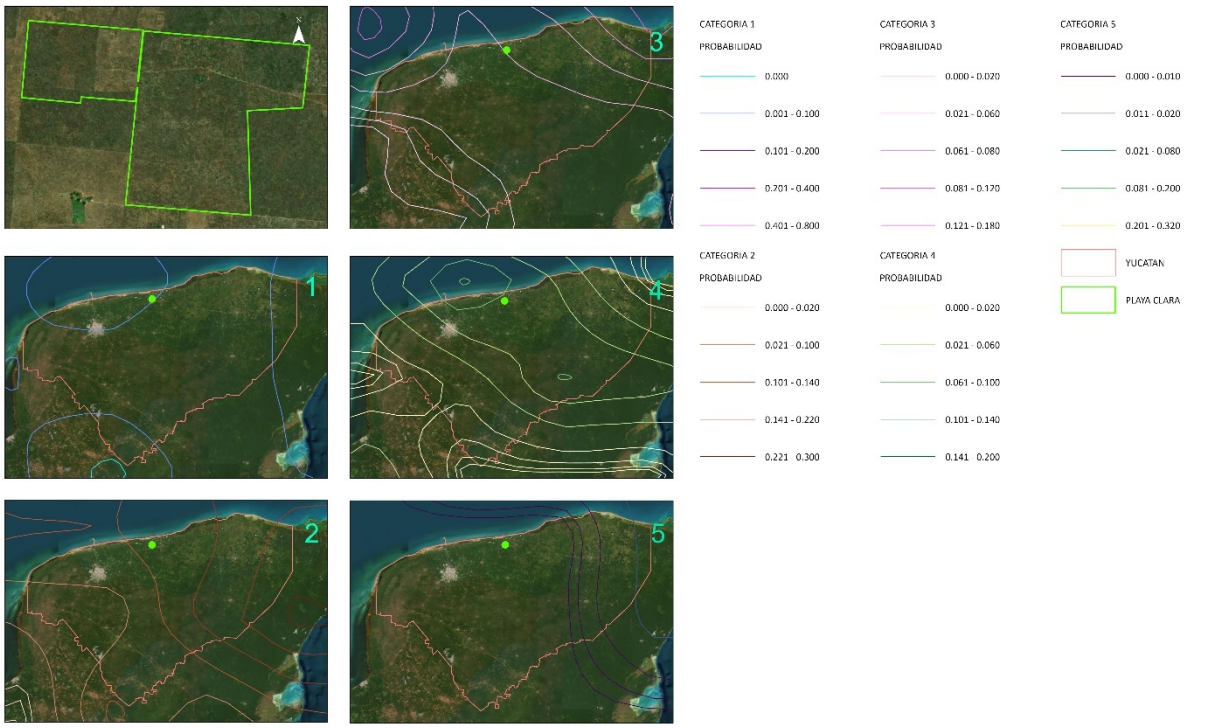


Figura 5. Probabilidad de Fenómenos atmosféricos registrados en un radio de 25 km del sitio del proyecto (Dato generado a partir de NOAA).

A continuación, se presenta una tabla con los huracanes que han afectado las costas de la Península de Yucatán y en especial del estado de Yucatán de 2000 al 2025, según el Sistema Meteorológico Nacional.

Tabla 1.Listado de Huracanes que afectaron al Estado de Yucatán de 2000 al 2025. Fuente: SMN y NOAA

NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA / COSTA MÁS CERCANA	ESTADOS AFECTADOS (península)	PERIODO (inicio – fin)	VIENTOS MÁX. SOSTENIDOS (kt → km/h)
Isidore (2002)	Cat 3 (en su pico antes/altura de impacto sobre Yucatán)	Landfall cerca de Puerto Telchac / norte de Yucatán	Yucatán (principal), afectó zonas del norte de la península.	14 Sep – 27 Sep 2002.	110 kt → 204 km/h.

Emily (2005)	Cat 4 al cruzar la península (impactó como Cat 4 en Cozumel/Quintana Roo)	Landfall en Coastal Quintana Roo — cercanías de Tulum / Cozumel	Quintana Roo, Yucatán (afectaciones en ambas).	11 Jul – 21 Jul 2005.	140 kt → 259 km/h.
Wilma (2005)	Cat 4 (en la península; tocó Cozumel / Puerto Morelos como gran huracán)	Landfall en Cozumel y luego NE de Yucatán (Puerto Morelos)	Quintana Roo, Yucatán (fuertes daños en Quintana Roo).	15 Oct – 27 Oct 2005.	160 kt → 296 km/h.
Dean (2007)	Cat 5 (al tocar tierra cerca de Majahual)	Landfall cerca de Majahual, Quintana Roo	Quintana Roo, Yucatán (grandes daños en Costa Maya)	13 Aug – 24 Aug 2007.	150 kt → 278 km/h.
Gamma (2020)	Cat 1 (post-análisis encontró intensidad cercana a huracán al tocar Tulum)	Landfall cerca de Tulum, Quintana Roo	Quintana Roo, Yucatán (lluvias e inundaciones en norte de la península)	2 Oct – 6 Oct 2020.	65 kt → 120 km/h.
Zeta (2020)	Cat 1 (hizo landfall en la península antes de continuar hacia EUA)	Landfall cerca de Ciudad Chemuyil / Playa del Carmen (Quintana Roo)	Quintana Roo, Yucatán (vientos y lluvias sobre la península).	24 Oct – 30 Oct 2020.	85 kt → 157 km/h.
Delta (2020)	Cat 2 (hizo landfall en la península durante su trayectoria)	Landfall justo al este de la península (costa norte de Q.R./Yucatán según trayectoria)	Quintana Roo, Yucatán (impactos en la península en su primer landfall).	4 Oct – 10 Oct 2020.	100 kt → 185 km/h.
Beryl (2024)	Cat 2 al tocar tierra en México (post-análisis:	Landfall cerca de Tulum /	Quintana Roo, Yucatán (afectaciones	28 Jun – 9 Jul 2024 (episodio	80 kt → 148 km/h (landfall

	impacto sobre Riviera Maya/sector Tulum–Playa del Carmen)	Chemuyil (Quintana Roo); trayectoria sobre Caribe y posterior llegada a Texas	en Riviera Maya y norte de península)	principal: 30 Jun–5 Jul).	en México ~80 kt).

Vientos

El sistema de vientos dominante en la región y en el Sistema en general tiene dos componentes principales durante el año: el primero y más importante para la región se presenta durante la primavera y el verano, cuando dominan los vientos del sureste, con una fuerte influencia de vientos del este, producto del desplazamiento hacia el norte tanto de la Zona Intertropical de Convergencia como de la Zona Subtropical de Alta Presión causando lluvias en verano y en parte del otoño, en el que la influencia ciclónica se recibe con mayor intensidad reforzándose el movimiento y vigor de los vientos del sureste y del este.

La figura 4 muestra un mapa elaborado por el Servicio Geológico Mexicano (2012-2018) sobre la intensidad de los vientos en temporada de huracanes en el estado de Yucatán. Las flechas que se observan en la figura están regidas por el área de acción de los vientos que se mueven dentro del radio de acción (sensibilidad) y por lo tanto indican de donde sopla el viento y por donde se podría conectar con otros flujos en corredores de vientos que podrían potencialmente transportar o alimentar algún fenómeno natural.

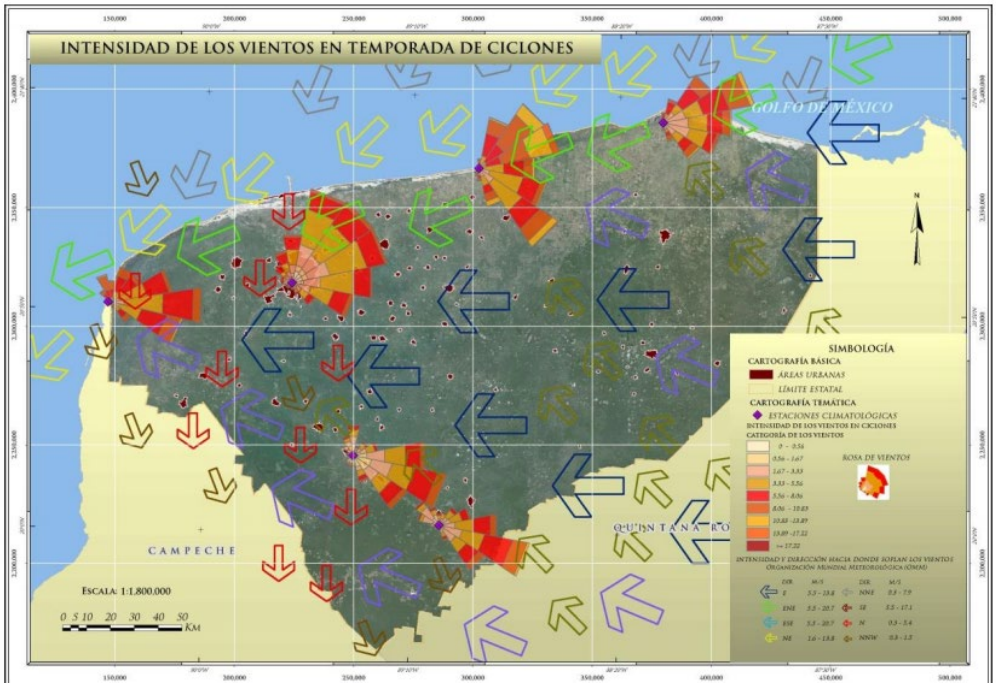


Figura 6. Flujo vectorial (predominante) del viento en temporada de ciclones.

A fines del otoño y principios del invierno el componente principal de los vientos se invierte y las masas de aire frío del norte o nortes adquieren mayor influencia. Se observa que los vientos del sureste predominan en primavera-verano (22.7 %), registrando velocidades medias más altas de 9.8 Km/h y los del este (20.9%) con velocidades medias de 8.5 Km/h.

Los vientos del noreste predominan en parte del otoño y todo el invierno (40%) con velocidades medias de 3.2 Km/h. Los vientos del noroeste predominan durante la primavera (13.6), con velocidades medias de 7.9 Km/h. Se estima que se presentan más de 300 días con viento al año.

Los vientos más importantes son los que se originan por la circulación ciclónica de junio a octubre, con mayor incidencia en septiembre y los nortes que abarcan de noviembre a marzo, haciendo descender la temperatura y aportando humedad en la época invernal. A veces se acompañan con vientos de hasta 100 Km/h.

Geología

El Estado de Yucatán es una gran plataforma calcárea que tiene su origen en los arrecifes coralinos y sedimentos marinos de los periodos terciario y cuaternario de la era Cenozoica que, al exponerse a la superficie, formaron la roca caliza. La edad aproximada del paisaje kárstico del estado es de 63 millones de años. Los otros dos estados que componen a la Península de Yucatán tienen las mismas características geológicas.

La gran plataforma calcárea se compone de tres estratos: la roca consolidada, el saskab (calizas blandas) y la coquina. La roca sedimentaria cubre 95.8% del territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6% y 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.

De esta manera, el sitio del proyecto y su área de influencia cumplen con tales características geológicas.

Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

El Sistema Ambiental corresponde a un ambiente de transición entre el sistema terrestre y el marino; el primero constituido por la plataforma carbonatada en donde dominan los procesos de disolución de la roca caliza, el transporte y la acumulación de materia orgánica y mineral. El sistema marino está determinado por la acción de las olas, las corrientes y el transporte de materiales, que permite la acumulación y la erosión del litoral.

La morfología de la zona costera es por naturaleza dinámica, debido a la frecuencia y a la intensidad de los procesos que la modifican. Los fenómenos ocurren de manera natural, sin embargo, también han sido inducidos por las acciones antrópicas.

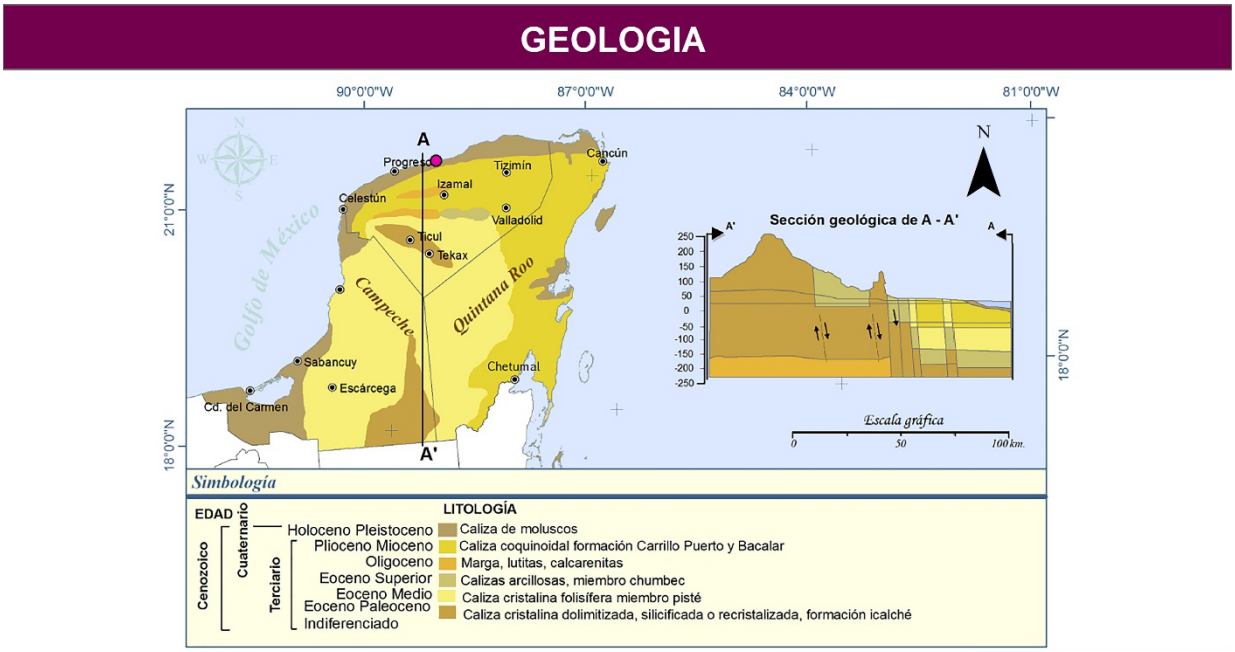


Figura 7. Geología del sitio del proyecto.

Geomorfología

La Península de Yucatán se divide en 4 provincias geomorfológicas: 1) zona costera, 2) planicies estructurales, 3) colinas y valles, y 4) cuencas escalonadas, tal como se observa en la figura 5. Los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE y SSW de la costa oriental que fue formada por una falla y que, a diferencia de las costas norte y oeste, descienden bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros. La laguna de Bacalar, los bloques escalonados entre Soh Laguna y el norte de Belice y la costa occidental de la Bahía de Cozumel tienen también la misma orientación de esta falla.

El desarrollo geomorfológico de esta región inició durante el Terciario Superior con la formación de una planicie calcárea que ha sido modelada por una intensa disolución. Así, la región se caracteriza por la presencia de rasgos de disolución como son las dolinas, la acumulación de arcillas de descalcificación, el relieve ruiniforme y los “cenotes”. Durante el Cuaternario esta planicie fue modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral. Por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez.

GEOMORFOLOGIA

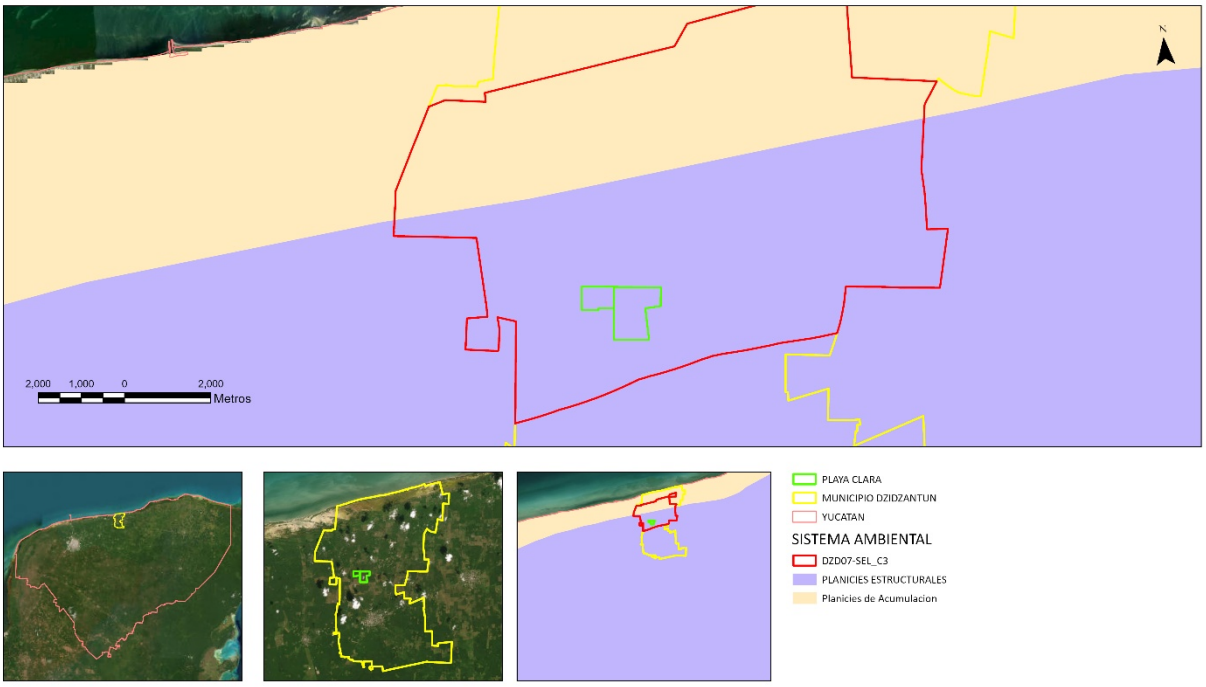


Figura 8.nGeomorfología.

Litología

El Sistema Ambiental está conformado por materiales recientes del Holoceno, y por rocas calizas de la plataforma Pleistoceno, la karstificación, la meteorización superficial de la roca, la erosión y la acumulación de sedimentos transportados por la corriente litoral junto con la acción del viento son los principales procesos.

Cuando se menciona una litología de tipo **c**aliza–coquina se refiere a una roca sedimentaria de origen bioclástico, compuesta principalmente por fragmentos de conchas, corales y restos de organismos marinos cementados por carbonato de calcio. Su formación ocurre en ambientes litorales y someros, donde la acción del oleaje y las corrientes concentra abundante material biogénico, que posteriormente se compacta y litifica. Este tipo de litología refleja condiciones marinas de alta energía y aguas cálidas, típicas de zonas tropicales como la Península de Yucatán, donde predominan los depósitos calcáreos derivados de antiguos mares someros del Cenozoico. La caliza–coquina es porosa y friable, lo que facilita la infiltración del agua y contribuye al desarrollo de procesos kársticos, como cavernas y dolinas. En la región de Mérida y sus alrededores, este tipo de roca constituye parte del sustrato dominante de la plataforma, actuando como base geológica que condiciona la morfología, la hidrología subterránea y la fertilidad de los suelos superficiales.

LITOLOGIA

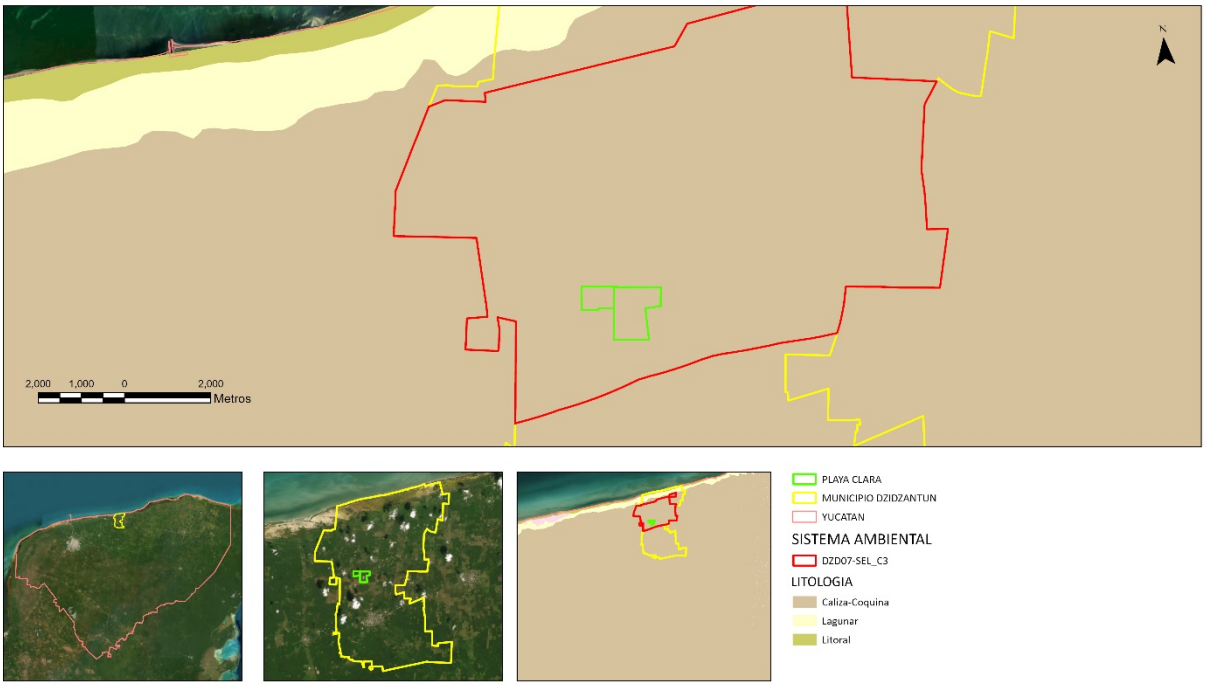


Figura 9. Litología de la Península de Yucatán.

Fisiografía

Con base en el conocimiento sobre los suelos de la Península de Yucatán, podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos sin grandes accidentes geográficos y de formación reciente. Miranda (1958) los describe con elevaciones de 0 a 275 msnm, siendo en la Sierrita de Ticul, donde alcanzan su mayor altitud.

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

Topografía

En general, el paisaje de la Península de Yucatán se caracteriza por pequeñas elevaciones y montículos que, en la parte más alta, la denominada Sierrita de Ticul alcanzan una altura de hasta 275 msnm, así como reholladas que son una serie de hondadas con un desnivel de hasta

30m. Para el Sistema ambiental la variación topográfica es mínima, encontrando pequeñas hondonadas de no más de un metro de variación.

La topografía de la costa de Yucatán es predominantemente plana y baja, con elevaciones por debajo de los 10 msnm. Se caracteriza por una franja de llanuras que incluye playas, marismas, manglares y barras litorales, con una inclinación hacia el mar. Además, hay zonas con pequeños cambios de altitud como planicies ondula-das, subhorizontales y onduladas con cenotes.

Clasificación de los Suelos

En este Sistema se puede localizar 1 tipo de suelo según la carta edafológica del estado de Yucatán; el Litosol es el más dominante en el Sistema Ambiental, sin embargo, se encuentra en una zona urbanizada. La figura 10 a continuación muestra el tipo de suelo, mismo que se describe en la tabla 2.

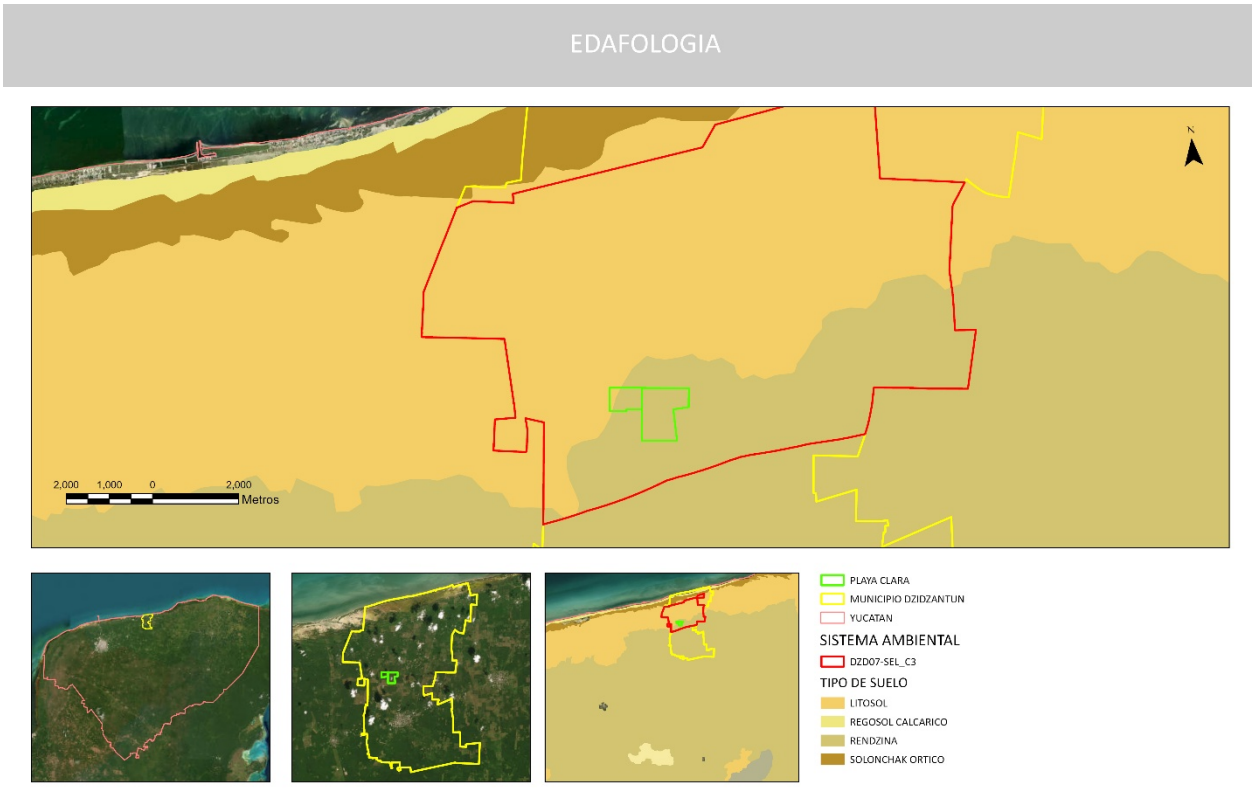


Figura 10 Tipos de Suelos registrados en el Sistema Ambiental, figura generada con el Mapa Digital de México (INEGI).

Tabla 2.Descripción del tipo de suelo encontrados en el Sistema Ambiental.

Suelo	Descripción
Rendzina	La **rendzina** es un suelo superficial de color oscuro, rico en materia orgánica y carbonatos, que se forma directamente sobre roca caliza en climas cálidos o templados. Por su escasa profundidad y riesgo de erosión, no es apto para agricultura, limitándose a vegetación natural o pasto
Litosol	El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. El desarrollo del perfil es de tipo AR o AC, muy rara vez aparece un incipiente horizonte B. En materiales fuertemente calcáreos y muy alterados puede presentar un horizonte Móllico con signos de gran actividad biológica. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos.

Hidrología Superficial y Subterránea

La Península de Yucatán es una unidad geológica constituida por calizas y dolomías de alta permeabilidad, así como de yesos y anhidritas altamente solubles. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la renovación del agua subterránea de la Península y propician que los escurrimientos superficiales sean nulos o de muy corto recorrido.

Gran parte de la precipitación pluvial se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas y evaporitas. Posteriormente, una parte considerable se pierde mediante la evapotranspiración y el resto fluye por el subsuelo alcanzando las costas para finalmente llegar al mar.

El acuífero de la Península de Yucatán es altamente vulnerable a la contaminación debido a la gran densidad de fisuras y conductos de disolución que se encuentran en el subsuelo y que permiten la infiltración de todo tipo de aguas con mucha facilidad. Dado el escaso relieve del terreno, no se encuentran afloramientos o manantiales. Sin embargo, la disolución de los carbonatos frecuentemente forma cavernas que, en caso de derrumbarse sus techos, dan origen a dolinas o cenotes. El flujo subterráneo se da desde las porciones internas de la península radialmente hacia las planicies costeras.

El Sistema Ambiental se sitúa en la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte (CNA) que limita al oeste y norte con el Golfo de México, al sureste con el Mar de las Antillas y al sur con las Regiones Hidrológicas 31 y 33. La Región 32 abarca casi la totalidad del Estado de Yucatán (tabla 3).

Tabla 3. Disponibilidad Media Anual: Acuíferos del Estado de Yucatán. Fuente: INEGI

ACUÍFERO	CLAVE	RECARGA MEDIA Mm³/año	DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA Mm³/año	VOLUMEN CONCESIONADO DE AGUA SUBTERRÁNEA Mm³/año	VOLUMEN DE EXTRACCIÓN CONSIGNADO EN ESTUDIOS TÉCNICOS Mm³/año	DISPONIBILIDAD Mm³/año
PENÍNSULA DE YUCATÁN	3105	21,813.40	14,542.20	2,265.60	1,313.30	5,505.60

ASPECTOS BIÓTICOS

Tipos de Vegetación con Distribución Normal en el Sistema Ambiental y Área de influencia

En el Sistema Ambiental y área de influencia se puede localizar en primera instancia un uso para agricultura, pastizales cultivados y en menor proporción vegetación secundaria de selva baja caducifolia y selva baja espinosa caducifolia.

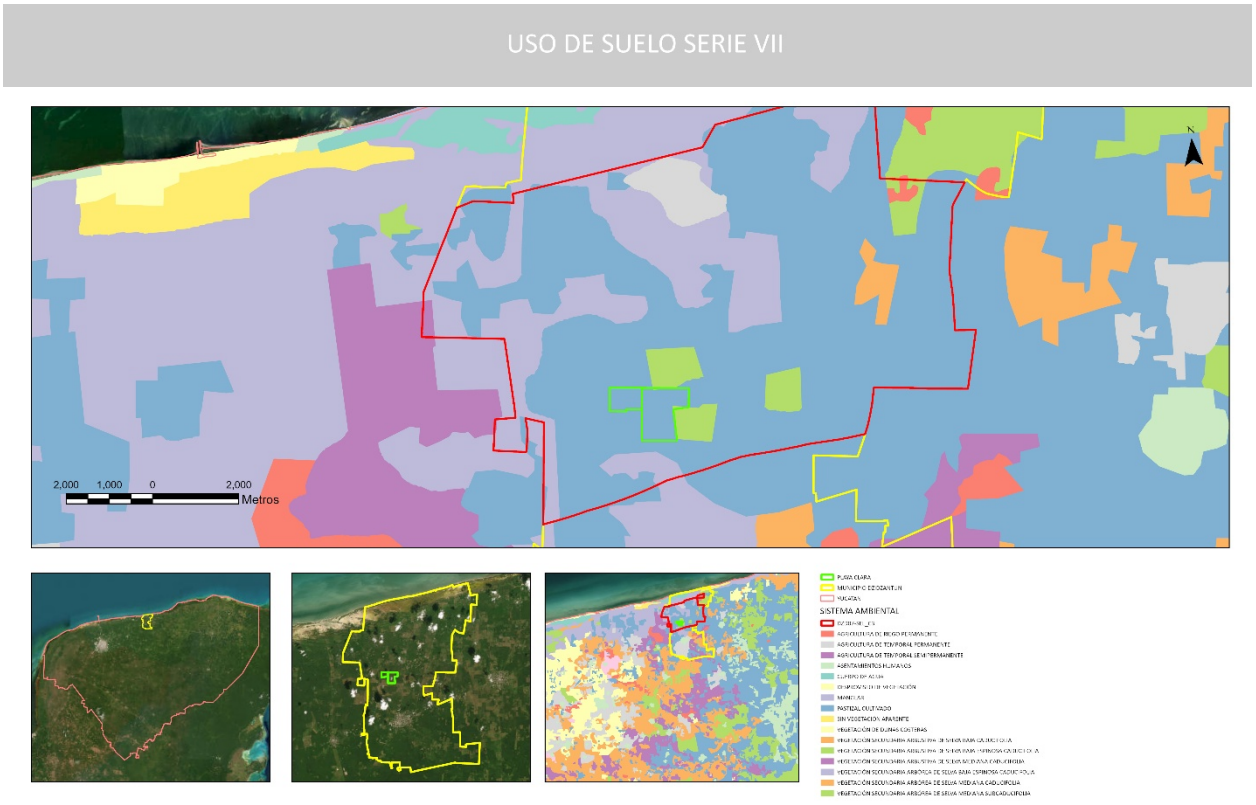


Figura 11. Usos de suelo dentro de SA.

Agricultura de riego permanente

Corresponde a áreas agrícolas donde los cultivos reciben agua mediante sistemas artificiales de riego (pozos, canales, bombeo, presas, etc.) y permanecen establecidos por largos periodos, generalmente mayores a 10 años.

Agricultura de temporal permanente

Áreas agrícolas cuyos cultivos dependen exclusivamente de la lluvia y permanecen establecidos durante largos periodos.

Agricultura de temporal semipermanente

Superficies agrícolas de temporal con cultivos cuyo ciclo productivo dura entre 1 y 10 años.

Pastizal cultivado

Áreas donde el hombre ha establecido pastos inducidos para alimentación de ganado.

Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia

Vegetación que surge después de la perturbación o eliminación parcial de la selva baja caducifolia original, predominando especies arbustivas jóvenes.

Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia

Vegetación secundaria derivada de una selva baja espinosa caducifolia perturbada, dominada por arbustos y especies espinosas.

Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia

Etapa sucesional más avanzada donde predominan árboles jóvenes derivados de selva baja espinosa caducifolia alterada.

Fauna con Distribución Normal en el Sistema Ambiental

El territorio mexicano se compone de una gran diversidad de formas geológicas; contiene prácticamente todos los grupos y subgrupos climáticos posibles y de igual forma posee 25 de las 28 categorías de suelos reconocidos en el mundo. Tales características, entre otras, colocan a México en el plano de los países tropicales con mayor biodiversidad a nivel mundial. Entre el 10 y el 12% de las especies del planeta se encuentran distribuidas en México.

Dentro de la fauna silvestre mexicana podemos encontrar diferentes organismos que nos indican de una u otra forma si los ecosistemas que muestreamos se encuentran conservados o perturbados, tomando en cuenta la biología específica de cada grupo o en algunos casos, especies. Esto contemplando que existen algunas especies distribuidas en el territorio mexicano que necesitan grandes extensiones de territorio para satisfacer todas sus necesidades biológicas, así como otras especies que son muy específicas en sus necesidades, pudiéndolas encontrar solamente en aquellos ecosistemas que cumplan con sus requisitos específicos.

En el Estado de Yucatán se reconoce la presencia de un gran número de especies para los grupos de vertebrados. Para el caso de los reptiles se tiene registro de 87 especies entre las que destacan 2 cocodrilos, 5 tortugas marinas y 47 serpientes. En cuanto a Aves se refiere, se cuenta con registros de 456 especies (CCBA-UADY). Para el caso de la Mastofauna se ha registrado un total de 89 especies que representan el 17% del total de registros nacional. Los anfibios son el grupo menos diverso contando con solo 18 especies registradas en el Estado.

DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA

El área de influencia del proyecto se delimitó considerando un radio de **1000 metros** alrededor del predio. Esta delimitación responde a los siguientes criterios:

1. **Criterio de magnitud y extensión de impactos**:
   De acuerdo con las características del proyecto y sus actividades previstas, no se espera la generación de impactos de gran magnitud que puedan propagarse a distancias mayores. Los posibles efectos ambientales (como modificaciones al suelo durante la preparación del sitio, generación de residuos, emisiones puntuales de polvo y ruido en etapa de construcción, y descargas controladas en etapa de operación) son de **carácter localizado**, por lo que su influencia se restringe a la zona inmediata del predio y su entorno próximo.

2. **Criterio de dispersión de agentes ambientales**:
   Las emisiones potenciales (ruido, polvo, tránsito vehicular) tienden a disiparse rápidamente en distancias cortas debido a las condiciones climáticas predominantes de la región (vientos costeros y buena ventilación natural). Por ello, un radio de **1000 m** resulta suficiente para abarcar el área donde aún podría percibirse un efecto directo.

3. **Criterio de funcionalidad ecológica**:
   El entorno de **1000 m** alrededor del predio integra de manera adecuada los componentes físicos, bióticos y sociales que pudieran verse afectados directa o indirectamente por el proyecto. Esta escala permite observar la relación del predio con su entorno inmediato (vegetación, fauna de tránsito, cuerpos de agua, infraestructura de acceso y viviendas cercanas), sin extender artificialmente la zona de análisis hacia áreas que no tendrán interacción con las actividades del proyecto.

4. **Criterio de proporcionalidad**:
   El establecimiento de un área de influencia acotada garantiza un análisis ambiental proporcional al tipo de proyecto. Al no tratarse de obras con emisiones difusas, descargas de gran escala o impactos de arrastre regional, no es técnica ni ambientalmente necesario ampliar la delimitación más allá de los **1000 m.**

5. De acuerdo con la Serie VI de INEGI, el sistema ambiental como el área de influencia, tal como se aprecia en la siguiente imagen, se aprecia rodeado de pastizales cultivados y remanentes de vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

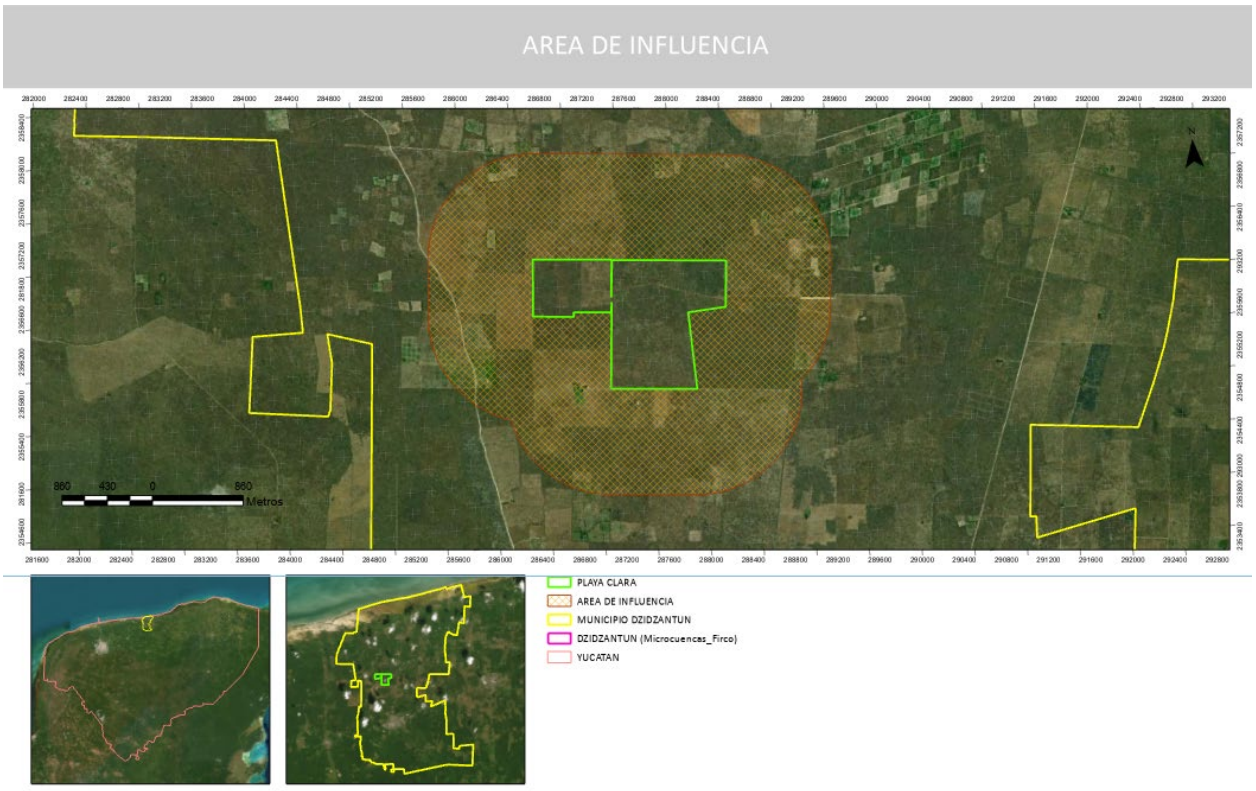


Figura 12. Zona de influencia del sitio del proyecto.

MUESTREO DE VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y AREA DE INFLUENCIA

Metodología

La vegetación debe ser caracterizada por su fisionomía, cuyo estudio a la vez es indispensable para la comprensión de su naturaleza y distribución de las especies y por ende para entender cuál será la afectación a esta por un proyecto determinado. Para ello se debe distinguir la estructura tanto en el sentido vertical (estratificación) como en el horizontal (especiación o cobertura). La fisionomía se refiere a la apariencia externa de la vegetación en cuanto a altura, color, exuberancia, forma y tamaño de las hojas (golpe de vista). Previo a la visita de campo se analizaron fotografías satelitales disponibles en la red para tener una idea anticipada del estado de la vegetación.

Una vez en el sitio se recorrió el SA y AI se determinó que, por el tipo de vegetación presente se establecerían transectos de muestreos debido a que el predio se encuentra dominado por el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo en donde la altura máxima de los individuos es aproximadamente 4 metros y cuentan con un DAP aproximadamente de 14.

Diseño e intensidad de muestreo utilizado

Para visualizar la fisionomía de la vegetación del SA y AI bajo estudio fue sobrevolado mediante un Dron. También fueron consultados mediante fotografías satelitales las historias de cambio que ha experimentado el terreno. Por último, se realizaron recorridos en todo el predio para verificar las condiciones del terreno.

Para caracterizar la vegetación, fue aplicado el método de transectos, el cual es ampliamente utilizado debido a sus ventajas en términos de rapidez y heterogeneidad con la que se muestrea la vegetación. El muestreo aplicado fue dirigido, no aleatorio, posicionando las unidades de muestreo previamente con técnicas de percepción remota en un total de **30 transectos**, todos al interior del SA y AI. Los transectos establecidos fueron de 100 m de largo por 10 m de ancho (área total por transecto: 1000m2).

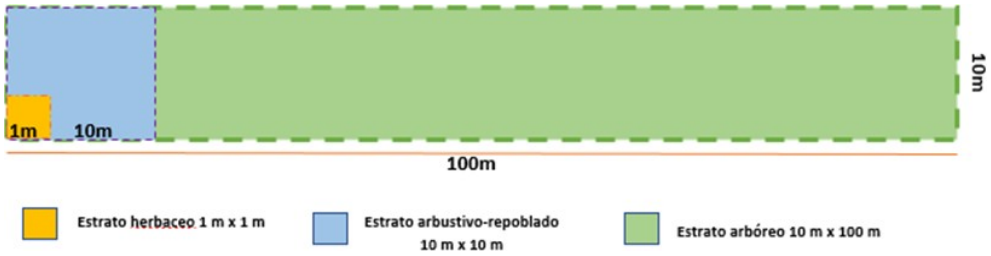


Figura 13. Representación del transecto como unidad de muestreo

Dentro de los 100m del transecto se establecieron dos cuadrantes, el primero de 10m por 10m donde se identificaron y contabilizaron todos los individuos del estrato arbustivo-repoblado, incluyendo formas de vida como: lianas, cactus, bromelias, otras suculentas. De igual forma, dentro del transecto principal se estableció un cuadrante de 1m por 1m donde se identificaron y contabilizaron todas las especies del estrato herbáceo.

En cada sitio de muestreo se midieron todos los árboles presentes a partir de 5 cm de diámetro normal (DAP a 1.30 m); también se registró el nombre común y científico de cada árbol y su altura total.

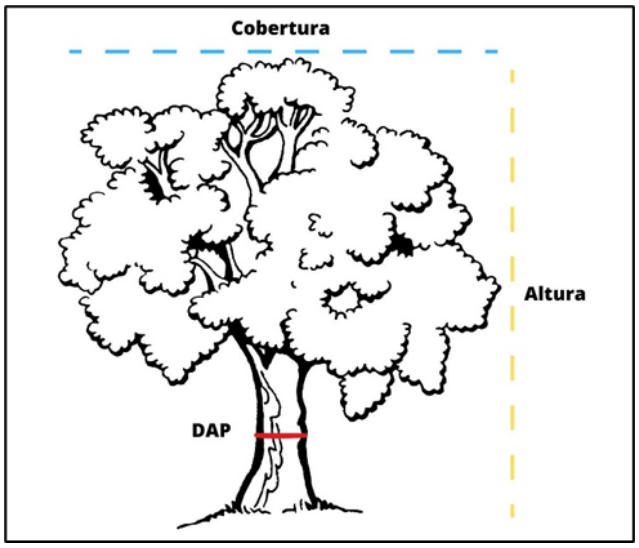


Figura 14. Esquema de medidas dasométricas registradas en el estrato arbóreo.

Número de sitios de muestreo

El muestreo consistió en la selección no aleatoria de **30 transectos** de 1000 m2 (10 m x 100 m) en donde se llevó a cabo el registro total de las especies y su ubicación por estratos.

Por medio del programa ESTIMATES 9, se generó una curva de acumulación de especies y se calculó el estimador de riqueza no paramétrico Chao 1. Se eligió este estimador de riqueza porque se basa en datos de abundancia (número de especies representadas por un individuo en la muestra o "singletons" y el número de especies representadas por 2 individuos en la muestra o "doubletons") y porque tiene un buen desempeño cuando las muestras son pequeñas (Hortal, Borges y Gaspar, 2006). Para evaluar la eficiencia del muestreo se realizó un índice de complementaridad donde dividimos los datos observados entre el índice seleccionado, para su expresión en porcentaje se multiplica por 100.

La estimación de la riqueza utilizando métodos no paramétricos proviene de la adaptación de los métodos de captura-recaptura, ya que la probabilidad de captura varía entre individuos en una población, así como la abundancia de las especies varía en un ensamble de especies.

Entre las ventajas del uso de los métodos no paramétricos está que estos estimadores tienen un sesgo menor que la extrapolación basada en una curva de acumulación de especies (Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001) y que requieren menor cantidad de datos que los métodos paramétricos (Brose, 2002).

De igual forma, mediante la relación de la riqueza estimada (Sestimada) y la riqueza verdadera (Sverdadera), se calculó el sesgo y la exactitud del estimadores chao1. Las fórmulas utilizadas fueron (Chiarucci et al., 2003):

$$\text{Sesgo} = (\text{Sestimada} - \text{Sverdadera}) / \text{Sverdadera}$$

$$\text{Exactitud} = ((\text{Sestimada} - \text{Sverdadera})/ \text{Sverdadera})2$$

El sesgo indica la sobreestimación o la subestimación de la riqueza y la exactitud indica la cercanía de la riqueza estimada a la riqueza verdadera. Tanto el sesgo como la exactitud tienen valores de -1 a 1, y los valores cercanos a cero son los menos sesgados o los más exactos, respectivamente.

Para vegetación herbácea, arbustiva y arbórea.

En cada transecto se contaron todos los individuos de hierbas, palmas, arbustos y árboles presentes, y se obtuvieron los siguientes parámetros:

Con los datos recabados se calcularon los siguientes valores para cada especie:

Tabla 4. Parámetros calculados para la vegetación

Parámetro	Formulación
Abundancia	$Aa = Número\ total\ de\ individuos\ por\ Sp.$
Abundancia relativa	$Ar = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ Sp1\ \ldots}{\sum total\ de\ los\ individuos\ de\ las\ X\ Sp.} \times 100$
Densidad	$D = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ las\ sp\ X}{Superficie\ muestreada}$
Densidad relativa	$Dr = \frac{Densidad\ de\ la\ sp\ X}{\sum Densidades\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$
Frecuencia	$F = Número\ de\ aparición\ por\ transectos\ o\ parcela\ en\ los\ que\ se\ presenta\ la\ Sp.X$
Frecuencia Relativa	$Fr = \frac{No.\ de\ aparición\ o\ presencia\ de\ la\ sp\ X\ por\ parcela}{\sum Frecuencias\ de\ todos\ los\ individuos} \times 100$
Cobertura relativa (CR)	$Cob = \pi\left[\left(\frac{D_1 + D_2}{4}\right)^2\right]$ Donde: Cob = Cobertura π = pi (3.1416) D1 = Diámetro 1 D2 = Diámetro 2
Índice de Valor de Importancia (IVI) % de Curtis	***IVI = Ar + Fr + Dr*** Donde: IVI = Índice de valor de importancia Ar = Abundancia relativa Fr = Frecuencia relativa de la especie i Dr = Dominancia relativa de la especie i

Las fórmulas anteriores se utilizaron para calcular el índice de valor de importancia de Curtis.

Índice de valor de importancia (IVI) y el Índice de Importancia Relativa (VIR)

El IVI, es un parámetro que revela la importancia ecológica relativa de cada especie, interpreta a las especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o están mejor distribuidas. El máximo valor del I.V.I. es de 300. (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

$$\textbf{IVI} = Ar + Fr + Dr$$

Donde:
IVI = Índice de valor de importancia
Ar = Abundancia relativa
Fr = Frecuencia relativa de la especie i
Dr = Dominancia relativa de la especie i

Cuando no se midió algún parámetro, por ejemplo, la densidad, se puede calcular el valor de importancia sumando únicamente la frecuencia relativa y la dominancia relativa o cobertura relativa, y entonces el valor más alto esperable será de 200. Aunque siempre será necesario aclarar por qué se prescindió de alguna de las tres variables.

$$\textbf{IVI} = Ar + Fr$$

Se define como la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa; siendo 300 el valor más alto esperable para una especie.

El VIR es un resumen de los valores cuantitativos de cada especie y permite ordenar a las especies de mayor a menor. Proporciona una buena idea de cuáles son las especies más importantes en la comunidad debido a su abundancia o al espacio que ocupan.

Posteriormente de calculará los índices de diversidad y equidad:

Índices de Diversidad de Shannon – Weaver

En los ecosistemas naturales este índice varía entre “0 y 5”. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y los arrecifes de coral. Si H’= 0, solamente cuando hay una sola especie en la muestra y H’ es máxima cuando las especies están representadas por los mimos números de individuos.

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superar este valor.

$$\mathbf{H}' = -\sum_{i=1}^{S} pi \ln pi$$

Donde:

S = número de especies (riqueza de especies)

pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia de la especie i), ni/N
ni = número de individuos de la especie i
N = número de todos los individuos de todas las especies.

Índice de equidad de Pielou (1969), J'.

El Índice de Equitabilidad el cual hace referencia Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia, el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas. Para ellos se empleó el Índice de Pielou (1969), J'.

Es uno de los índices más utilizados

J' = H'/Hmax

Dónde: H' = índice de Shannon-Wiener, H'max = (ln S) que es la diversidad máxima que se obtendría ó el número de especies (o riqueza), si las distribuciones de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas; Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Temporalidad de muestreo
Los muestreos se realizaron en el mes de abril de 2026.

Resultados

Distribución y ubicación en el área de estudio

Se realizaron **30 transectos** en el predio de 100 x 10 m. Las coordenadas son las siguientes:

Tabla 5. Coordenadas de transectos muestreados.

VERTICE	TRANSECTO INICIO FIN	POINT_X	POINT_Y	
1	1	292731.938	2359339.92	
2	1	292818.763	2359290.3	
3	2	292414.438	2358683.75	
4	2	292414.438	2358783.75	
5	3	292223.937	2357921.75	
6	3	292311.559	2357873.55	
7	4	291694.77	2356778.74	
8	4	291621.289	2356846.57	
9	5	291546.603	2356143.74	
10	5	291622.528	2356078.66	
11	6	291885.852	2357630.79	

12	6	291924.314	2357723.1	
13	7	291111.4	2355882.03	
14	7	291040.689	2355811.32	
15	8	291186.347	2355319.93	
16	8	291276.721	2355277.12	
17	9	291298.767	2357705.74	
18	9	291373.097	2357772.64	
19	10	293072.514	2360191.48	
20	10	293154.437	2360134.14	
21	11	292922.619	2359491.98	
22	11	292982.142	2359411.62	
23	12	291536.1	2359691.84	
24	12	291543.224	2359791.58	
25	13	290611.753	2357793.18	
26	13	290558.066	2357877.55	
27	14	289899.756	2357618.3	
28	14	289868.134	2357713.17	
29	15	285940.056	2355057.61	
30	15	286040.056	2355057.61	
31	16	285790.162	2356381.68	
32	16	285691.683	2356364.3	
33	17	285527.847	2357018.73	
34	17	285624.757	2357043.39	
35	18	285278.024	2357868.13	
36	18	285238.632	2357776.21	
37	19	285240.55	2358167.91	
38	19	285321.923	2358226.04	
39	20	284965.744	2358967.35	
40	20	284897.512	2358894.24	
41	21	284166.309	2359142.23	
42	21	284190.563	2359239.24	
43	22	284678.447	2359854.22	
44	22	284774.025	2359883.63	
45	23	290724.174	2359891.7	
46	23	290631.326	2359854.56	
47	24	290424.386	2359941.66	
48	24	290448.639	2360038.67	
49	25	290162.071	2359966.64	
50	25	290136.305	2359870.02	
51	26	290149.58	2361028.39	

52	26	290243.213	2360993.28	
53	27	289849.792	2359641.87	
54	27	289754.344	2359671.7	
55	28	290224.527	2361365.65	
56	28	290129.658	2361397.28	
57	29	290524.315	2361378.14	
58	29	290556.655	2361283.52	
59	30	289787.336	2359442.01	
60	30	289883.118	2359413.28	



Figura 15. Ubicación de los transectos de muestreo.

Vegetación presente en el SA y AI

La vegetación del SA y AI corresponde a vegetación de pastizal cultivado y vegetación arbórea y arbustiva de selva baja caducifolia.

La totalidad de los individuos fueron identificados a nivel de especie, se clasificaron por familia y se indicó la forma de vida y si se encuentra o no enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con

alguna categoría especial. Toda esta información se presenta en el listado florístico que se encuentra dentro de los resultados.

Listado florístico

Se **realizaron 30 transecto en el predio**. Se identificaron las especies presentes, se determinó la familia, si la especie está dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se identificó su forma de vida.

En total se encontraron e identificaron 85 especies, pertenecientes a 37 familias, siendo la mejor representada la Fabaceae.

Tabla 6. Listado florístico

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	Estatus
Acanthaceae	Elytraria imbricata	kabal xaan	Hierba	
Acanthaceae	Ruellia nudiflora	berraco xiiw	Hierba	
Agavaceae	Agave angustifolia var. angustifolia	agave	Hierba	
Anacardiaceae	Mangifera indica	Mango	Arbol	
Apocynaceae	Asclepia curasavica	cancerina	Hierba	
Araceae	Anthurium schlechtendalii	pool boox	Hierba	
Arecaceae	Roystonea regia	palma real	Palma	PR
Asparagaceae	Dracaena trifasciata	lengua de vaca	Hierba	
Asteraceae	Bidens pilosa		Hierba	
Asteraceae	Isocarpha oppositifolia	sak sajum	Hierba	
Asteraceae	Tridax procumbens	pasmado xiiw	Hierba	
Asteraceae	Viguiera dentata	Tajonal	Hierba	
Bignoniaceae	Arrabidaea floribunda	sak aak'	bejuco	
Bignoniaceae	Macfadyena unguis-cati	anil kab	bejuco	
Bignoniaceae	Parmentiera millspaughiana	pepino de monte	Arbol/arbusto	
Boraginaceae	Cordia gerascanthus	bojom	Arbol	
Bromeliaceae	Bromelia karatas	piñuela	Hierba	
Burseraceae	Bursera simaruba	chakaj	Arbol	
Cactaceae	Acanthocereus tetragonus		Hierba	
Cactaceae	Nopalea gaumeri	pak'am	Hierba	Endémica de la PBPY
Cactaceae	Nopalea inaperta	tsakam soots'	Hierba	

Cactaceae	Opuntia stricta	nopal	Hierba	
Cactaceae	Pilosocereus gaumeri	nej kisin	Hierba	
Cactaceae	Pterocereus gaumeri	k'ulub	Hierba	
Cactaceae	Selenicereus grandiflorus ssp. donkelaarii		Hierba	Endémica de la PBPY
Cactaceae	Stenocereus laevigatus		Hierba	
Caricaceae	Carica papaya	papaya	Arbusto	
Commelinaceae	Commelina erecta	hierba de lluvia	Hierba	
Convolvulaceae	Distimake aegyptius	tso' ots' aak'	Hierba	
Convolvulaceae	Ipomoea sp	Campanilla	Hierba	
Euphorbiaceae	Croton humilis	iik aban	Arbusto	
Euphorbiaceae	Croton pucntatus	hierba de jabalí	Arbusto	
Euphorbiaceae	Enriquebeltrania crenatifolia	ch'iin took	Arbusto	
Euphorbiaceae	Jatropha gaumeri	xuul	Arbol/arbusto	
Fabaceae	Albizia lebbeck		Arbol	
Fabaceae	Caesalpinia gaumeri	kitim che'	Arbol	
Fabaceae	Chloroleucon mangense	ya' ax eek'	Arbol	
Fabaceae	Havardia albicans	chukum	Arbol	
Fabaceae	Indigofera sp.	indigofera	Arbol	
Fabaceae	Leucaena leucocephala	Waaxim	Arbol	
Fabaceae	Lonchocarpus yucatanensis	xu'ul	Arbol	
Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	tsalam	Arbol	
Fabaceae	Mimosa bahamensis	Sak katsim	Arbol	
Fabaceae	Piscidia piscipula	ja'abin	Arbol	
Fabaceae	Pithecellobium dulce	guamuchil	Arbol/arbusto	
Fabaceae	Platymiscium yucatanum	granadillo	Arbol	Endémica de la PBPY
Fabaceae	Senegalia gaumeri	box katzin	Arbol	
Fabaceae	Senna atomaria	tu'ja'che'	Arbol	
Fabaceae	Senna racemosa	k'an ja' abin	Arbol	
Fabaceae	Vachellia collinsii	subin	Arbol/arbusto	
Fabaceae	Vachellia pennatula	ch'imay	Arbol/arbusto	
Fabaceae	Vigna sp	frijol de monte	Hierba	

Lamiaceae	Vitex gaumeri	ya'axnik	Arbol	
Malpighiaceae	Bunchosia swartziana	sip che	Arbol/arbusto	
Malpighiaceae	Malpighia lundelli	wayate	Arbol/arbusto	
Malvaceae	Abutilon sp.	sak xiiw	Hierba	
Malvaceae	Ceiba petandra	ceiba	Arbol	
Malvaceae	Guazuma ulmifolia	pixoy	Arbol	
Malvaceae	Melochia tomentosa		Hierba	
Malvaceae	Waltheria indica		Hierba	
Moraceae	Maclura tinctoria	mora	Arbol	
Nyctaginaceae	Neea choriophylla	ta'tsi'	Arbol/arbusto	
Poaceae	Cenchrus echinatus	Mul	Hierba	
Poaceae	Cynodon dactylon	zacate indio	Hierba	
Poaceae	Dactyloctenium aegyptium	Chimes	Hierba	
Poaceae	Melinis repens	zacate rojo	Hierba	
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	tsisilche	Arbol	
Polygonaceae	Podopterus mexicanus		Arbol/arbusto	
Polygonaceae	Neomillspaughia emarginata		Arbol/arbusto	Endémica de la PBPY
Primulaceae	Bonellia flammea	chak sik'iin	Arbusto	
Rubiaceae	Morinda royoc	piña de monte	Arbol/arbusto	
Rubiaceae	Randia aculeata	tinta che'	Arbol/arbusto	
Rubiaceae	Randia longiloba	cruz k'iix 1	Arbol/arbusto	
Rubiaceae	Randia obcordata	cruz k'iix	Arbol/arbusto	
Rutaceae	Esenbeckia pentaphylla	naranja che'	Arbol	
Rutaceae	Zanthoxylum caribaeum	si nan'che'	Arbol	
Rutaceae	Zanthoxylum fagara	palo mulato	Arbol/arbusto	
Salicaceae	Casearia yucatanensis	puuts' mukuy	Arbol	Endémica de la PBPY
Sapindaceae	Thouinia paucidentata	k'an chuunup	Arbol	
Sapotaceae	Sideroxylon obtusifolium	zapotillo	Arbol	
Scrophulariaceae	Capraria biflora		Hierba	
Solanaceae	Solanum hirtum	Tomatillo	Hierba	

Ulmaceae	Phyllostylon brasiliense	káan che'	Arbol	
Verbenaceae	Lippia graveolens	oregano	Hierba	
Zygophyllaceae	Guaiacum sanctum	guayacan	Arbol/arbusto	A

El sitio del proyecto se aprecia con usos agrícolas. Se identificaron un total de 85 especies, pertenecientes a 37 familias, siendo la familia Fabaceae la más representativa. De la totalidad de especies se identificaron 5 especies como endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán 2 bajo categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 7. Especies de importancia en el SA y AI.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	Estatus
Arecaceae	Roystonea regia	palma real	Palma	PR
Cactaceae	Nopalea gaumeri	pak'am	Hierba	Endémica de la PBPY
Cactaceae	Selenicereus grandiflorus ssp. donkelaarii		Hierba	Endémica de la PBPY
Fabaceae	Platymiscium yucatanum	granadillo	Arbol	Endémica de la PBPY
Polygonaceae	Neomillspaughia emarginata		Arbol/arbusto	Endémica de la PBPY
Salicaceae	Casearia yucatanensis	puuts' mukuy	Arbol	Endémica de la PBPY
Zygophyllaceae	Guaiacum sanctum	guayacan	Arbol/arbusto	A

Distribución por familias

Se encontraron un total de 37 familias diferentes en el área del proyecto.

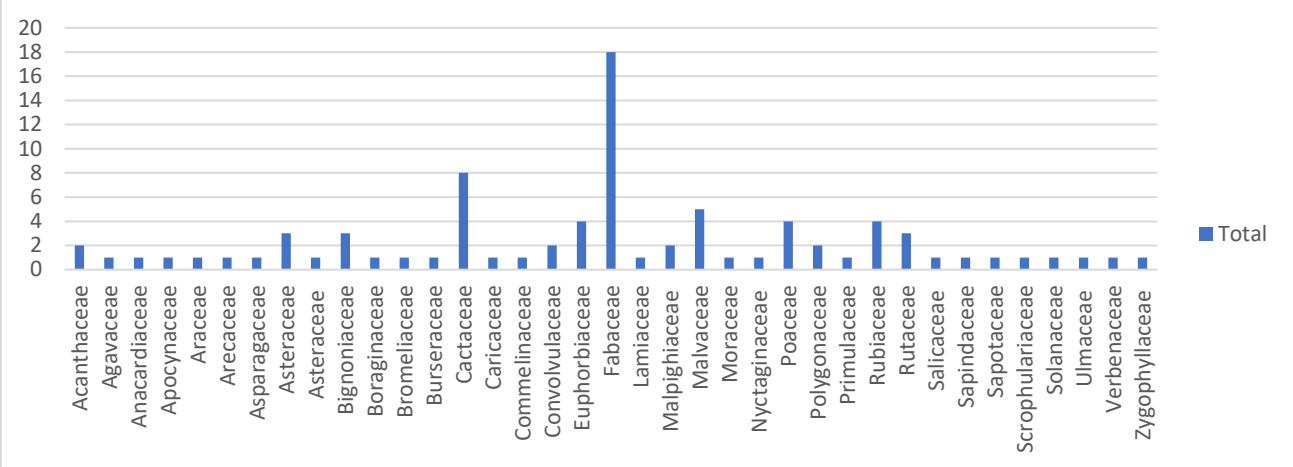


Gráfico 1. Especies por familia

Estructura vertical de la vegetación

Las especies con forma de vida arbórea en conjunto con las que se catalogan como arbóreas/arbustivas, representan el 52% del total de especies del predio, 6% son arbustivas y las especies herbáceas, bejucos y hierbas trepadoras ocupan un 42% .

La distribución por formas de vida se presenta en la siguiente gráfica:

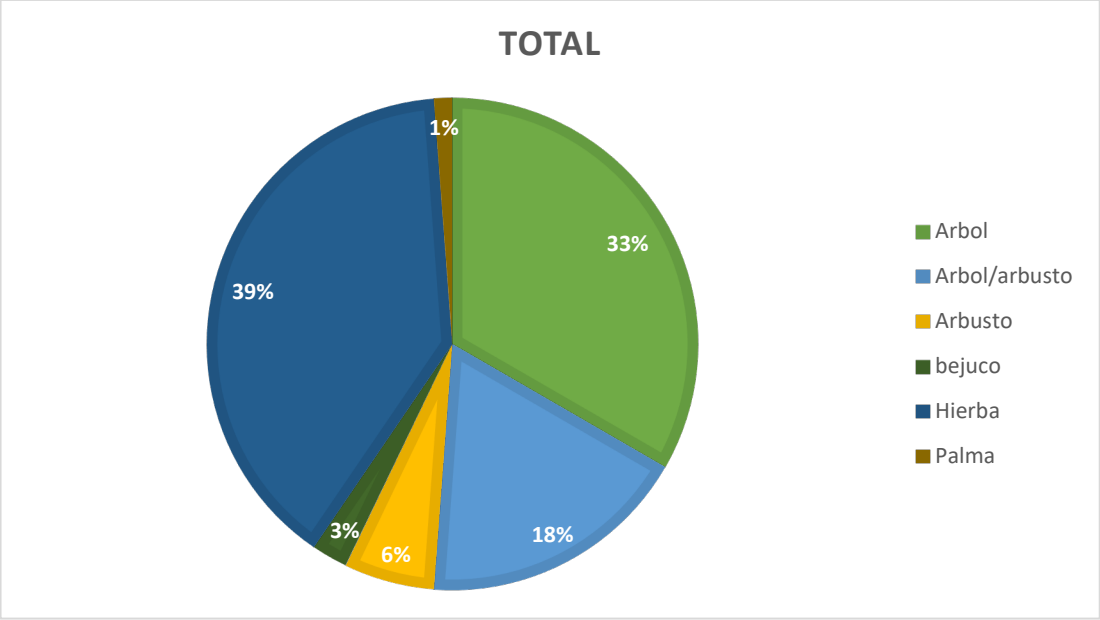


Gráfico 2. Porcentaje de especies por forma de vida.

Estrato herbáceo

Dentro del espacio herbáceo se encontraron un total de 35 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

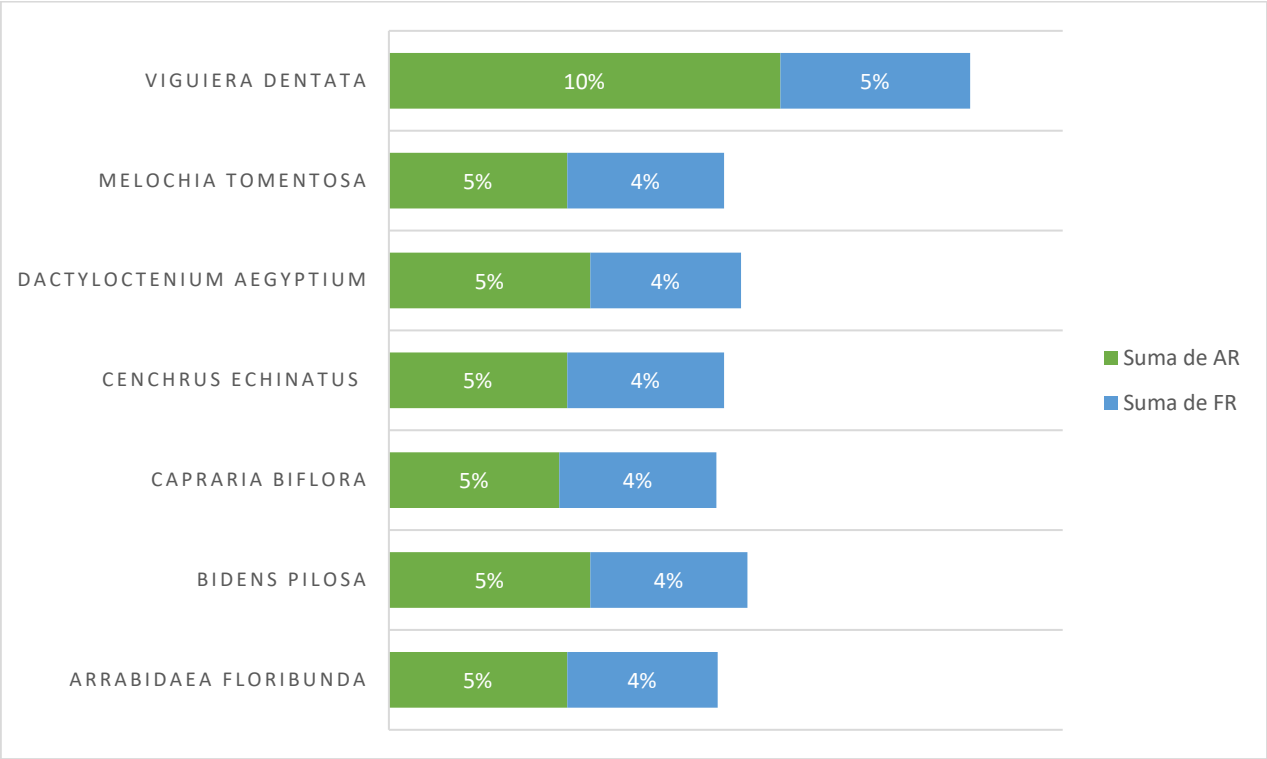
Tabla 8. IVI del estrato herbáceo.

Especie	Abundancia	AR	Frecuencia	FR	IVI
Abutilon sp.	30	3%	17	3%	6%
Acanthocereus tetragonus	12	1%	11	2%	3%
Agave angustifolia var. angustifolia	18	2%	12	2%	4%
Anthurium schlechtendalii	11	1%	9	2%	3%
Arrabidaea floribunda	46	5%	23	4%	9%
Asclepia curasavica	29	3%	21	4%	7%
Bidens pilosa	52	5%	24	4%	10%
Bromelia karatas	13	1%	9	2%	3%
Capraria biflora	44	5%	24	4%	9%

Cenchrus echinatus	46	5%	24	4%	9%
Commelina erecta	35	4%	24	4%	8%
Cynodon dactylon	24	2%	20	3%	6%
Dactyloctenium aegyptium	52	5%	23	4%	9%
Distimake aegyptius	40	4%	24	4%	8%
Dracaena trifasciata	30	3%	19	3%	6%
Elytraria imbricata	18	2%	14	2%	4%
Ipomoea sp	24	2%	19	3%	6%
Isocarpha oppositifolia	40	4%	22	4%	8%
Lippia graveolens	40	4%	21	4%	8%
Macfadyena unguis-cati	1	0%	1	0%	0%
Melinis repens	28	3%	22	4%	7%
Melochia tomentosa	46	5%	24	4%	9%
Nopalea gaumeri	7	1%	7	1%	2%
Nopalea inaperta	21	2%	16	3%	5%
Opuntia stricta	16	2%	14	2%	4%
Pilosocereus gaumeri	9	1%	6	1%	2%
Pterocereus gaumeri	10	1%	9	2%	3%
Ruellia nudiflora	23	2%	14	2%	5%
Selenicereus grandiflorus ssp. donkelaarii	8	1%	6	1%	2%
Solanum hirtum	7	1%	6	1%	2%
Stenocereus laevigatus	9	1%	7	1%	2%
Tridax procumbens	23	2%	16	3%	5%
Vigna sp	24	2%	18	3%	6%
Viguiera dentata	101	10%	29	5%	16%
Waltheria indica	29	3%	17	3%	6%
Total general	**966**	**100%**	**572**	**100%**	**200%**

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son*:*



Grafica 3. Especies con mayor IVI en el estrato herbáceo.

Estrato arbustivo

Dentro del espacio arbustivo se encontraron un total de 18 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

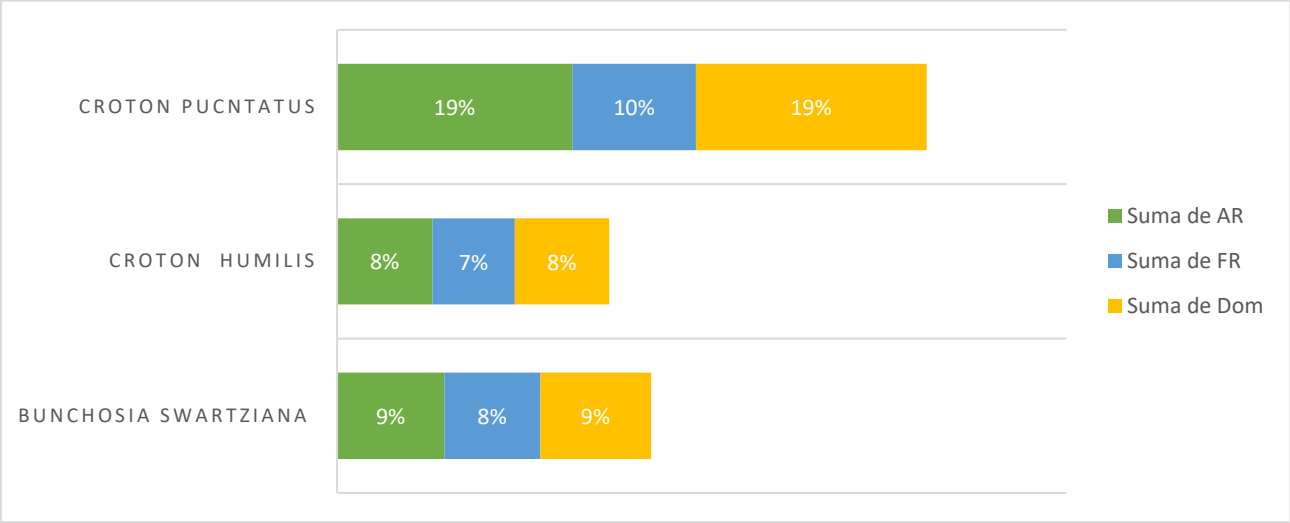
Tabla 9. IVI del estrato arbustivo

Especie	Abundancia	AR	Frecuencia	FR	cobertura	Dom	IVI
Bonellia flammea	22	5%	15	6%	17.1839	5%	16%
Bunchosia swartziana	36	9%	21	8%	31.201	9%	26%
Carica papaya	18	4%	12	5%	15.9392	5%	14%
Croton humilis	32	8%	18	7%	26.6426	8%	22%
Croton pucntatus	79	19%	27	10%	64.9951	19%	48%
Enriquebeltrania crenatifolia	9	2%	9	3%	6.9189	2%	8%
Malpighia lundelli	24	6%	19	7%	19.4117	6%	19%
Morinda royoc	15	4%	12	5%	12.2421	4%	12%
Neea choriophylla	19	5%	16	6%	15.3869	4%	15%
Neomillspaughia emarginata	27	7%	18	7%	23.7933	7%	20%
Parmentiera millspaughiana	15	4%	14	5%	12.3071	4%	13%
Pithecellobium dulce	6	1%	5	2%	5.2825	2%	5%

Randia aculeata	14	3%	11	4%	10.1325	3%	11%
Randia longiloba	17	4%	13	5%	15.2597	4%	14%
Randia obcordata	21	5%	17	6%	19.1309	6%	17%
Vachellia collinsii	17	4%	13	5%	13.7059	4%	13%
Vachellia pennatula	14	3%	10	4%	13.074	4%	11%
Zanthoxylum fagara	23	6%	16	6%	20.0604	6%	18%
Total general	**408**	**100%**	**266**	**100%**	**342.6677**	**100%**	**300%**

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son*:*



Grafica 4. Especies con mayor IVI en el estrato arbustivo.

Estrato arbóreo

Dentro del espacio arbóreo se encontraron un total de 41 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia.

Tabla 10. IVI del estrato arbóreo.

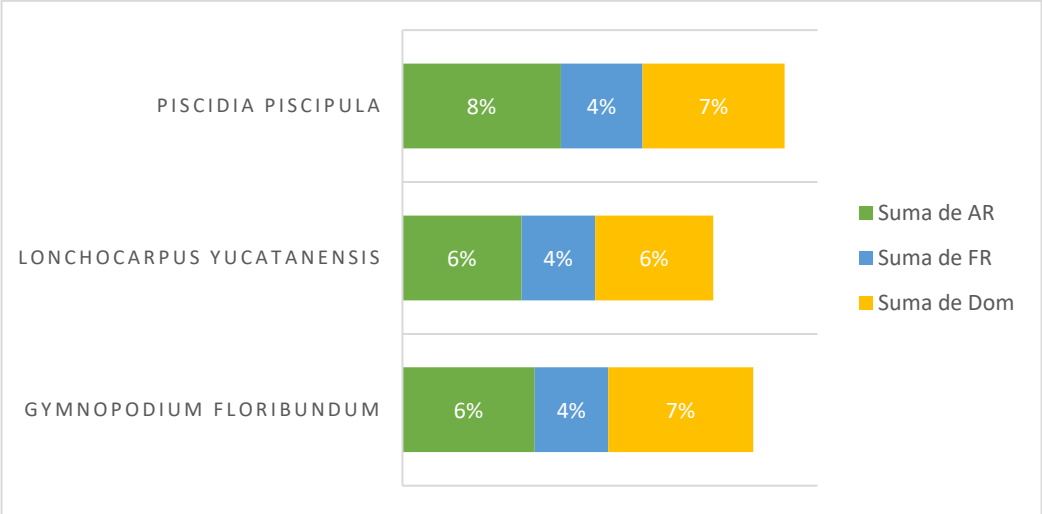
Especie	Abundancia	AR	Frecuencia	FR	cobertura	Dom	IVI
Albizia lebbeck	22	2%	14	2%	0.370236694	1%	5%
Bunchosia swartziana	16	1%	11	1%	0.261851748	1%	4%
Bursera simaruba	27	2%	17	2%	0.479799738	2%	6%

Caesalpinia gaumeri	39	3%	21	3%	0.716832904	3%	8%
Casearia yucatanensis	55	4%	25	3%	1.010650357	4%	11%
Ceiba petandra	10	1%	10	1%	0.116081849	0%	2%
Chloroleucon mangense	24	2%	18	2%	0.515299735	2%	6%
Cordia gerascanthus	53	4%	24	3%	0.957243282	4%	10%
Esenbeckia pentaphylla	33	2%	17	2%	0.61158955	2%	7%
Guaiacum sanctum	7	0%	6	1%	0.161792022	1%	2%
Guazuma ulmifolia	32	2%	18	2%	0.59454641	2%	7%
Gymnopodium floribundum	91	6%	27	4%	1.843800728	7%	17%
Havardia albicans	34	2%	21	3%	0.62454862	2%	7%
Indigofera sp.	18	1%	16	2%	0.360262138	1%	5%
Jatropha gaumeri	34	2%	18	2%	0.55574774	2%	7%
Leucaena leucocephala	36	3%	19	2%	0.767805245	3%	8%
Lonchocarpus yucatanensis	82	6%	27	4%	1.501759828	6%	15%
Lysiloma latisiliquum	65	5%	25	3%	1.305410287	5%	13%
Maclura tinctoria	27	2%	18	2%	0.503283143	2%	6%
Malpighia lundelli	24	2%	18	2%	0.508152612	2%	6%
Mangifera indica	10	1%	8	1%	0.168624986	1%	2%
Mimosa bahamensis	33	2%	20	3%	0.70560171	3%	8%
Neea choriophylla	24	2%	19	2%	0.472574075	2%	6%
Neomillspaughia emarginata	1	0%	1	0%	0.005026548	0%	0%
Parmentiera millspaughiana	40	3%	27	4%	0.678112774	3%	9%
Phyllostylon brasiliense	13	1%	11	1%	0.310939133	1%	4%
Piscidia piscipula	109	8%	30	4%	1.809321749	7%	18%
Pithecellobium dulce	24	2%	19	2%	0.332851742	1%	5%
Platymiscium yucatanum	23	2%	17	2%	0.445477838	2%	6%

Podopterus mexicanus	60	4%	29	4%	1.166316273	4%	12%
Randia aculeata	18	1%	12	2%	0.357513244	1%	4%
Randia longiloba	30	2%	18	2%	0.697983348	3%	7%
Randia obcordata	32	2%	18	2%	0.619836231	2%	7%
Roystonea regia	20	1%	15	2%	0.300414797	1%	5%
Senegalia gaumeri	32	2%	21	3%	0.549700175	2%	7%
Senna atomaria	55	4%	25	3%	0.968081776	4%	11%
Senna racemosa	37	3%	25	3%	0.592582914	2%	8%
Sideroxylon obtusifolium	44	3%	22	3%	0.814693515	3%	9%
Thouinia paucidentata	32	2%	18	2%	0.536819645	2%	7%
Vitex gaumeri	41	3%	21	3%	0.712041975	3%	8%
Zanthoxylum caribaeum	21	1%	17	2%	0.379268773	1%	5%
Total general	**1428**	**100 %**	**763**	**100 %**	**26.39047785**	**100 %**	**300 %**

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son:



Grafica 5 Especies con mayor IVI en el estrato arbóreo.

Análisis de diversidad de la vegetación.

Con respecto a la diversidad herbácea en el SA y AI se puede considerar que es alta para los elementos herbáceos ya que se obtuvo un valor de H'=3.340 bits/ind., es decir, que se encuentra por encima del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.939, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Valores de diversidad y equidad para elementos herbáceos del SA y AI

HERB	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Abutilon sp.	30	0.03106	-3.47197	-0.10783
2	Acanthocereus tetragonus	12	0.01242	-4.38826	-0.05451
3	Agave angustifolia var. angustifolia	18	0.01863	-3.98279	-0.07421
4	Anthurium schlechtendalii	11	0.01139	-4.47527	-0.05096
5	Arrabidaea floribunda	46	0.04762	-3.04452	-0.14498
6	Asclepia curasavica	29	0.03002	-3.50587	-0.10525
7	Bidens pilosa	52	0.05383	-2.92192	-0.15729
8	Bromelia karatas	13	0.01346	-4.30821	-0.05798
9	Capraria biflora	44	0.04555	-3.08897	-0.14070
10	Cenchrus echinatus	46	0.04762	-3.04452	-0.14498
11	Commelina erecta	35	0.03623	-3.31782	-0.12021
12	Cynodon dactylon	24	0.02484	-3.69511	-0.09180
13	Dactyloctenium aegyptium	52	0.05383	-2.92192	-0.15729
14	Distimake aegyptius	40	0.04141	-3.18428	-0.13185
15	Dracaena trifasciata	30	0.03106	-3.47197	-0.10783
16	Elytraria imbricata	18	0.01863	-3.98279	-0.07421
17	Ipomoea sp	24	0.02484	-3.69511	-0.09180
18	Isocarpha oppositifolia	40	0.04141	-3.18428	-0.13185
19	Lippia graveolens	40	0.04141	-3.18428	-0.13185
20	Macfadyena unguis-cati	1	0.00104	-6.87316	-0.00712
21	Melinis repens	28	0.02899	-3.54096	-0.10264
22	Melochia tomentosa	46	0.04762	-3.04452	-0.14498
23	Nopalea gaumeri	7	0.00725	-4.92725	-0.03570
24	Nopalea inaperta	21	0.02174	-3.82864	-0.08323
25	Opuntia stricta	16	0.01656	-4.10058	-0.06792
26	Pilosocereus gaumeri	9	0.00932	-4.67594	-0.04356
27	Pterocereus gaumeri	10	0.01035	-4.57058	-0.04731
28	Ruellia nudiflora	23	0.02381	-3.73767	-0.08899
29	Selenicereus grandiflorus ssp. donkelaarii	8	0.00828	-4.79372	-0.03970

30	Solanum hirtum	7	0.00725	-4.92725	-0.03570
31	Stenocereus laevigatus	9	0.00932	-4.67594	-0.04356
32	Tridax procumbens	23	0.02381	-3.73767	-0.08899
33	Vigna sp	24	0.02484	-3.69511	-0.09180
34	Viguiera dentata	101	0.10455	-2.25804	-0.23609
35	Waltheria indica	29	0.03002	-3.50587	-0.10525
	Total general	**966**	Diversidad	H' =	3.340
			Equidad	J' =	0.939

Con respecto a la diversidad arbustiva en el SA y AI se puede considerar que es alta para los elementos arbustivo ya que se obtuvo un valor de H'=2.716 bits/ind., es decir, que se encuentra por encima del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.940, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Valores de diversidad y equidad para elementos arbustivos del SA y AI

ARBUSTIVAS	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Bonellia flammea	22	0.05392157	-2.92022472	-0.1574631
2	Bunchosia swartziana	36	0.08823529	-2.42774824	-0.21421308
3	Carica papaya	18	0.04411765	-3.12089542	-0.13768656
4	Croton humilis	32	0.07843137	-2.54553127	-0.19964951
5	Croton pucntatus	79	0.19362745	-1.64181932	-0.31790129
6	Enriquebeltrania crenatifolia	9	0.02205882	-3.8140426	-0.08413329
7	Malpighia lundelli	24	0.05882353	-2.83321334	-0.16665961
8	Morinda royoc	15	0.03676471	-3.30321697	-0.1214418
9	Neea choriophylla	19	0.04656863	-3.0668282	-0.14281798
10	Neomillspaughia emarginata	27	0.06617647	-2.71543031	-0.17969759
11	Parmentiera millspaughiana	15	0.03676471	-3.30321697	-0.1214418
12	Pithecellobium dulce	6	0.01470588	-4.21950771	-0.06205158
13	Randia aculeata	14	0.03431373	-3.37220984	-0.11571308
14	Randia longiloba	17	0.04166667	-3.17805383	-0.13241891
15	Randia obcordata	21	0.05147059	-2.96674474	-0.1527001
16	Vachellia collinsii	17	0.04166667	-3.17805383	-0.13241891
17	Vachellia pennatula	14	0.03431373	-3.37220984	-0.11571308
18	Zanthoxylum fagara	23	0.05637255	-2.87577296	-0.16211465
	Total general	**408**	Diversidad	H' =	2.716
			Equidad	J' =	0.940

Con respecto a la diversidad arbórea en el SA y AI se puede considerar que es alta para los elementos arbustivo ya que se obtuvo un valor de H'=3.533 bits/ind., es decir, que se encuentra por encima del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.951, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13. Valores de diversidad y equidad para elementos arbóreos del SA y AI

ARBÓREAS	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Albizia lebbeck	22	0.015406	-4.17299	-0.06429
2	Bunchosia swartziana	16	0.011204	-4.49144	-0.05032
3	Bursera simaruba	27	0.018908	-3.96819	-0.07503
4	Caesalpinia gaumeri	39	0.027311	-3.60047	-0.09833
5	Casearia yucatanensis	55	0.038515	-3.2567	-0.12543
6	Ceiba petandra	10	0.007003	-4.96145	-0.03474
7	Chloroleucon mangense	24	0.016807	-4.08598	-0.06867
8	Cordia gerascanthus	53	0.037115	-3.29374	-0.12225
9	Esenbeckia pentaphylla	33	0.023109	-3.76752	-0.08706
10	Guaiacum sanctum	7	0.004902	-5.31812	-0.02607
11	Guazuma ulmifolia	32	0.022409	-3.79829	-0.08512
12	Gymnopodium floribundum	91	0.063725	-2.75317	-0.17545
13	Havardia albicans	34	0.02381	-3.73767	-0.08899
14	Indigofera sp.	18	0.012605	-4.37366	-0.05513
15	Jatropha gaumeri	34	0.02381	-3.73767	-0.08899
16	Leucaena leucocephala	36	0.02521	-3.68051	-0.09279
17	Lonchocarpus yucatanensis	82	0.057423	-2.85731	-0.16408
18	Lysiloma latisiliquum	65	0.045518	-3.08964	-0.14064
19	Maclura tinctoria	27	0.018908	-3.96819	-0.07503
20	Malpighia lundelli	24	0.016807	-4.08598	-0.06867
21	Mangifera indica	10	0.007003	-4.96145	-0.03474
22	Mimosa bahamensis	33	0.023109	-3.76752	-0.08706
23	Neea choriophylla	24	0.016807	-4.08598	-0.06867
24	Neomillspaughia emarginata	1	0.0007	-7.26403	-0.00509
25	Parmentiera millspaughiana	40	0.028011	-3.57515	-0.10014
26	Phyllostylon brasiliense	13	0.009104	-4.69908	-0.04278
27	Piscidia piscipula	109	0.076331	-2.57268	-0.19637
28	Pithecellobium dulce	24	0.016807	-4.08598	-0.06867

29	Platymiscium yucatanum	23	0.016106	-4.12854	-0.0665
30	Podopterus mexicanus	60	0.042017	-3.16969	-0.13318
31	Randia aculeata	18	0.012605	-4.37366	-0.05513
32	Randia longiloba	30	0.021008	-3.86283	-0.08115
33	Randia obcordata	32	0.022409	-3.79829	-0.08512
34	Roystonea regia	20	0.014006	-4.2683	-0.05978
35	Senegalia gaumeri	32	0.022409	-3.79829	-0.08512
36	Senna atomaria	55	0.038515	-3.2567	-0.12543
37	Senna racemosa	37	0.02591	-3.65311	-0.09465
38	Sideroxylon obtusifolium	44	0.030812	-3.47984	-0.10722
39	Thouinia paucidentata	32	0.022409	-3.79829	-0.08512
40	Vitex gaumeri	41	0.028711	-3.55046	-0.10194
41	Zanthoxylum caribaeum	21	0.014706	-4.21951	-0.06205
		1428	Diversidad	H' =	3.533
			Equidad	J' =	0.951

MUESTREO DE FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y EL AREA DE INFLUENCIA

Metodologías de muestreo, Diseño e intensidad de muestreo

Para los muestreos de fauna silvestre, dada la extensión del área de influencia y sitio del proyecto se optó por la realización de una campaña de monitoreo que abarco una extensión de una semana durante el mes de abril de 2026, obteniendo un registro más amplio de especies.

Se realizó una serie de recorridos exhaustivos aplicando las diversas metodologías aplicables a cada grupo faunístico y se procedió a identificar todas las especies. Para los recorridos en las zonas se empleó la técnica de detección en silencio siguiendo transectos lineales continuos por día (sumatoria de recorridos durante la mañana y tarde), con ayuda del software Garmin BaseCamp, dicha metodología se emplea principalmente en aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

Para definir el área se tomó referencia:

1.Sistema ambiental

1. Área de Influencia

2. Sitio del proyecto.

3. Las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales indirectos, así como las áreas urbanas o los asentamientos humanos que resultan beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente del proyecto.

6. Uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI

Tabla 14. Coordenadas UTM del recorrido realizado para el monitoreo- Puntos de observación marcados en el inicio y fin de cada transecto.

Vértice	transecto inicio/fin	X	Y
1	1	292731.938	2359339.92
2	1	292818.763	2359290.3
3	2	292414.438	2358683.75
4	2	292414.438	2358783.75
5	3	292223.937	2357921.75
6	3	292311.559	2357873.55
7	4	291694.77	2356778.74
8	4	291621.289	2356846.57
9	5	291546.603	2356143.74
10	5	291622.528	2356078.66
11	6	291885.852	2357630.79
12	6	291924.314	2357723.1
13	7	291111.4	2355882.03
14	7	291040.689	2355811.32
15	8	291186.347	2355319.93
16	8	291276.721	2355277.12
17	9	291298.767	2357705.74
18	9	291373.097	2357772.64
19	10	293072.514	2360191.48
20	10	293154.437	2360134.14
21	11	292922.619	2359491.98
22	11	292982.142	2359411.62
23	12	291536.1	2359691.84
24	12	291543.224	2359791.58
25	13	290611.753	2357793.18
26	13	290558.066	2357877.55
27	14	289899.756	2357618.3
28	14	289868.134	2357713.17
29	15	285940.056	2355057.61
30	15	286040.056	2355057.61
31	16	285790.162	2356381.68
32	16	285691.683	2356364.3
33	17	285527.847	2357018.73
34	17	285624.757	2357043.39
35	18	285278.024	2357868.13
36	18	285238.632	2357776.21
37	19	285240.55	2358167.91
38	19	285321.923	2358226.04
39	20	284965.744	2358967.35

40	20	284897.512	2358894.24
41	21	284166.309	2359142.23
42	21	284190.563	2359239.24
43	22	284678.447	2359854.22
44	22	284774.025	2359883.63

TRANSECTOS FAUNA SISTEMA AMBIENTAL

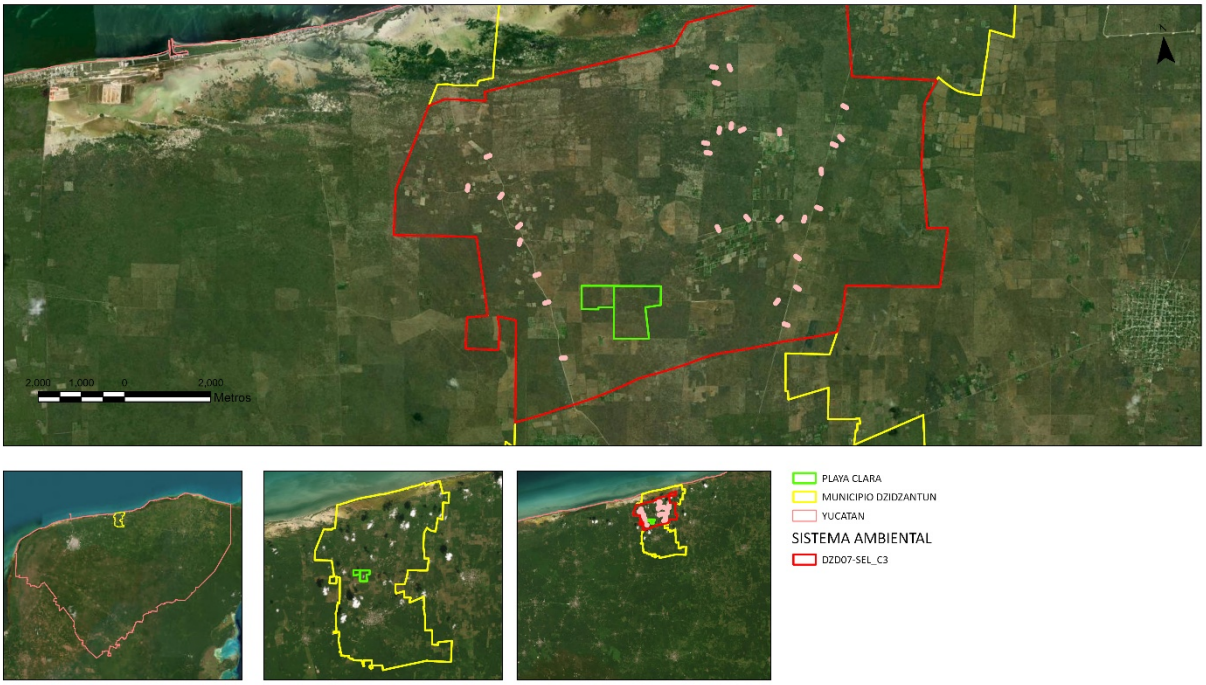


Figura 16. Mapa de transectos realizados en Sistema Ambiental y Área de Influencia del Proyecto.

Para el monitoreo de cada grupo faunístico se realizó lo siguiente:

- ***Aves***

Para obtener un inventario de la avifauna se realizaron muestreos tanto por métodos directos (avistamientos) como por indirectos (registros por canto). En los métodos directos, para una mayor certeza en la identificación de especies avistadas se utilizaron binoculares y guías de campo, en cuanto a los métodos indirectos para corroborar la identidad de las especies que emitían cantos, que no se lograron identificar *in situ,* se procedía a grabar los cantos y corroborados mediante la base de datos de Xeno-canto (http://www.xeno-canto.org/).

- Para la identificación de aves se utilizaron principalmente la guía de Sal a pajarear 2da edicióndе Barbara Mackinnon, la guía de Aves comunes de la Península de Yucatán de Llamosa Neumann y la aplicación Merlin bird ID para la identificación por cantos.
- Aves de México (2015). Humberto Berlanga García et al. CONABIO
- Sal a pajarear (2013). MacKinnon H., Barbara. Segunda edición. ISBN: 6079604221

9786079604226.
- Aves comunes de la Península de Yucatán (2008). Llamosa Neumann, Eduarco. ISBN: 9706053670
- Aplicación Merlin Bird ID.

Para el registro de aves se utilizó la metodología de recuentos en punto o puntos de conteo, los cuales son conceptual y teóricamente similares a los trayectos, solo que de longitud y velocidad cero. El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds et al. 1980, Bibbyet al. 1992, Ralph et al. 1996).

Se manejaron 44 puntos de conteo, al inicio y al final de cada transecto, el conteo se realizó mediante avistamientos directos y registro de canto. Considerando las características de la zona se tomó la decisión de no instalar redes de niebla.

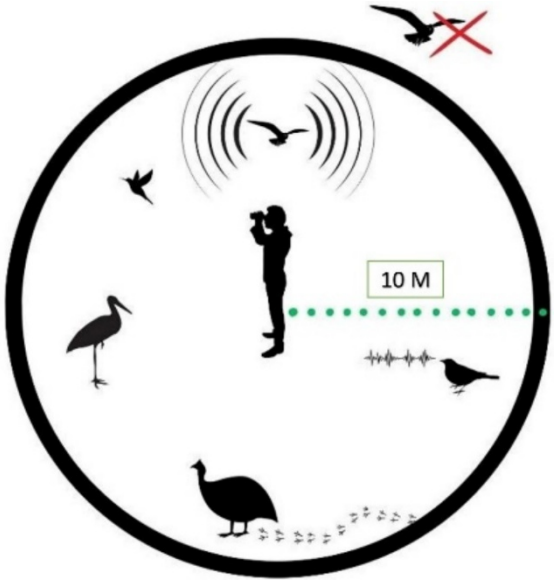


Figura 17 . Método de observación usado para el monitoreo de aves.

- ***Anfibios y reptiles***

La metodología que se utilizó fue la revisión de micro ecosistemas tanto en estratos arbóreos como al ras del suelo durante el recorrido de los transectos lineales, que en el caso del predio fueron prácticamente nulos y a ras del suelo en las zonas identificadas con restos de la vivienda donde podían resguardarse algunos individuos. Se localizaban sitios en donde las condiciones podrían albergar especímenes pertenecientes a cualquiera de estos dos grupos y se hacía una revisión de este. Se utilizó un gancho y bastón herpetológico para el muestreo.

Cuando se localizaban sitios que por sus condiciones físicas fueran susceptibles de albergar especímenes pertenecientes a cualquiera de estos dos grupos. Posteriormente se realizaba una revisión de los sitios, para esto se utilizaron un gancho y bastón herpetológico.

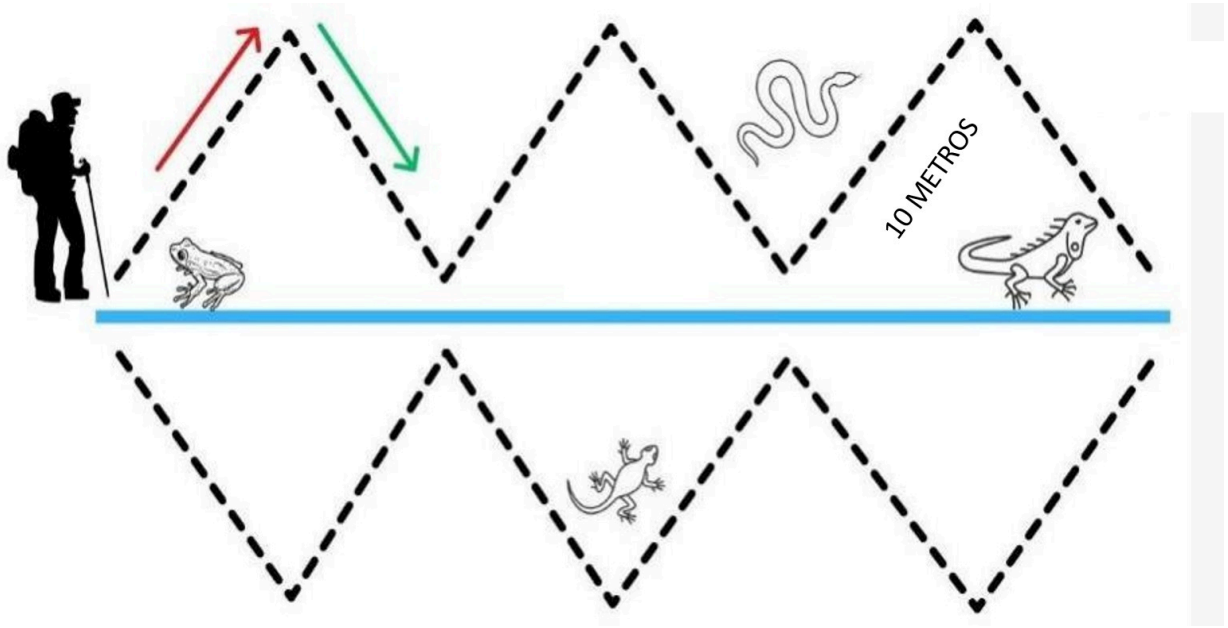


Figura 18. Método de observación usado para el monitoreo de anfibios y reptiles.

- Mamíferos

Se utilizó la metodología de identificación y extracción de huellas y/o excretas para mamíferos medianos y grandes, ya que es la forma más sencilla y directa de establecer ausencias y presencias en diferentes sitios del predio.

Se registró todo rastro (huella, excreta, pelos) que pudiera ser plenamente identificado y que se encontraran dentro de los transectos establecidos. De igual manera, el personal involucrado corrió la metodología de avistamiento directo siguiendo los recorridos establecidos para el predio.

Ante las características del sitio al encontrarse rodeado por barreras físicas por ser una zona con afluencia de personas en los caminos de acceso a pie de carretera los registros fueron escasos.

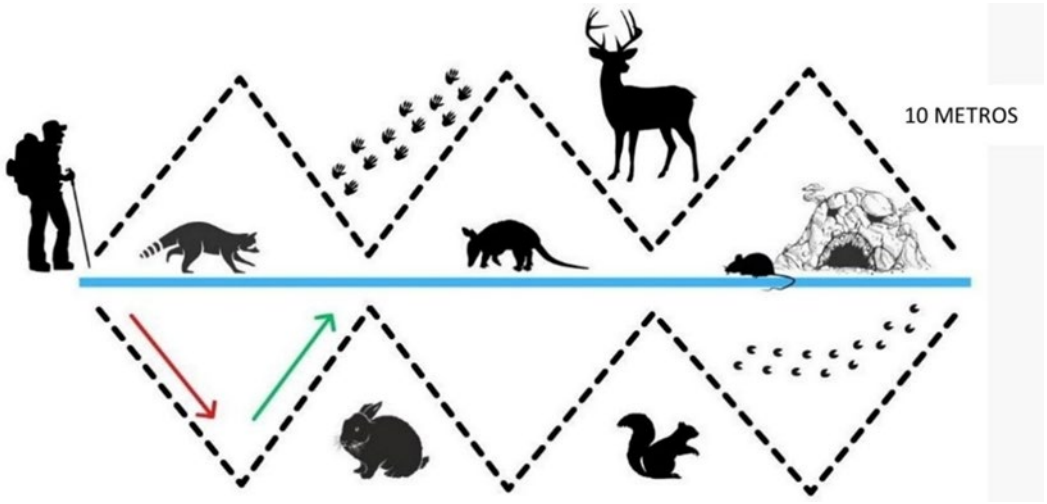


Figura 19. Método de observación usado para el monitoreo de mamíferos.

RESULTADOS

Tabla 15. Listado de fauna avistada en el sistema ambiental y área de influencia

GRUPO FAUNISTICO	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMUN	NOM-059 SEMARNAT	METODO DE OBSERVACION
AVES	Icteridae	Agelaius phoeniceus	Tordo sargento		AVISTAMIENTO
AVES	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibri		AVISTAMIENTO
AVES	Ardeidae	Ardea alba	Garza blanca		AVISTAMIENTO
AVES	Scolopacidae	Bartramia longicauda	Zarapito ganga		AVISTAMIENTO
AVES	Accipitridae	Buteogallus anthracinus	Aguililla Negra Menor		AVISTAMIENTO
AVES	Accipitridae	Buteogallus urubitinga	Aguililla Negra Mayor		AVISTAMIENTO
AVES	Falconidae	Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos		AVISTAMIENTO
AVES	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo		AVISTAMIENTO
AVES	Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote aura		AVISTAMIENTO
AVES	Cathartidae	Cathartes burrovianus	Zopilote sabanero		AVISTAMIENTO
AVES	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca		AVISTAMIENTO

AVES	Columbidae	Columba livia domestica	Paloma Domestica		AVISTAMIENTO
AVES	Columbidae	Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo		AVISTAMIENTO
AVES	Columbidae	Columbina talpacoti	Tortolita Canela		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Contopus virens	Papamoscas del Este		AVISTAMIENTO
AVES	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común		AVISTAMIENTO
AVES	Phalacrocoracidae	Nannopterum brasilianum	cormoran		AVISTAMIENTO
AVES	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		AVISTAMIENTO
AVES	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca		AVISTAMIENTO
AVES	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor		AVISTAMIENTO
AVES	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris		AVISTAMIENTO
AVES	Accipitridae	Elanoides forficatus	Milano tijereta		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Empidonax minimus	Papamoscas Chico		AVISTAMIENTO
AVES	Momotidae	Eumomota superciliosa	Momoto Cejas Azules		AVISTAMIENTO
AVES	Cuculidae	Geococcyx velox	Correcaminos tropical		AVISTAMIENTO
AVES	Strigidae	Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño		AVISTAMIENTO
AVES	Falconidae	Herpetotheres cachinnans	Halcon guaco		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	Leiothlypis peregrina	Chipe peregrino		AVISTAMIENTO
AVES	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		AVISTAMIENTO
AVES	Picidae	Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco		AVISTAMIENTO
AVES	Cardinalidae	Melanoptila glabrirostris	Maullador negro		AVISTAMIENTO
AVES	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	Mniotilta varia	Chipe trepador		AVISTAMIENTO
AVES	Icteridae	Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos		AVISTAMIENTO
AVES	Momotidae	Momotus lessonii	Momoto Corona Negra		AVISTAMIENTO

AVES	Tyrannidae	Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Myiopagis viridicata	Mosquerito Verdoso		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario		AVISTAMIENTO
AVES	Phalacrocoracidae	Nannopterum auritum	Cormoran orejon		AVISTAMIENTO
AVES	Phalacrocoracidae	Nannopterum brasilianum	Cormoran Neotropical		AVISTAMIENTO
AVES	Ardeidae	Nyctanassa violacea	Garza Nocturna Corona Clara		AVISTAMIENTO
AVES	Caprimulgidae	Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque		AVISTAMIENTO
AVES	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental		AVISTAMIENTO
AVES	Pandionidae	Pandion haliaetus	Pescadora		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	Parkesia motacilla	Chipe arroyero		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	Parkesia noveboracensis	Chipe charquero		AVISTAMIENTO
AVES	Cardinalidae	Passerina caerulea	Picogordo azul		AVISTAMIENTO
AVES	Cardinalidae	Passerina ciris	Colorin siete colores		AVISTAMIENTO
AVES	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	colorin azul		AVISTAMIENTO
AVES	Cardinalidae	Piranga rubra	Piranga roja		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo		AVISTAMIENTO
AVES	Charadriidae	Pluvialis squatarola	Chorlo Gris		AVISTAMIENTO
AVES	Polioptilidae	Polioptila albiventris	Perlita Yucateca		AVISTAMIENTO
AVES	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita Azulgris		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito		AVISTAMIENTO
AVES	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		AVISTAMIENTO
AVES	Recurvirostridae	Recurvirostra americana	Avoceta americana		AVISTAMIENTO

AVES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	Aguililla caminera		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	Setophaga americana	Chipe Pecho Manchado		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	*Setophaga tigrina*	Chipe atigrado		AVISTAMIENTO
AVES	Hirundinidae	Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano		AVISTAMIENTO
AVES	Vireonidae	Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos		AVISTAMIENTO
AVES	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	IGUANIDAE	*Ctenosaura similis*	Iguana	A	AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	TEIIDAE	*Cnemidophorus angusticeps*	Ameiva arcoiris		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	BUFONIDAE	*Incilius valiceps*	Sapo nebuloso		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	GEKKONIDAE	*Hemydactylus frenatus*	Gekko comun		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	PHRYNOSOMATIDAE	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	BOIDAE	Boa imperator	Boa	A	AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	DACTYLOIDAE	Anolis sagrei	Abaniquillo		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	HYLIDAE	Smilisca baudinii	Rana arboricola		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	TEIIDAE	*Holcosus undulatus*	Ameiva arcoiris		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Leporidae	Sylvilagus floridanus	Conejo		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Procyonidae	Procyon lotor	Mapache		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Geomydae	Orthogeomys hispidus	Tuza		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Tayassuidae	Pecari tajacu	Jabalí		AVISTAMIENTO

MAMIFEROS	Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Canidae	Urocyon cinereoargentus	Zorra gris		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Sciuridae	Sciurus yucatanatensis	Ardilla yucateca		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Mephitidae	Conepatus semistriatus	Zorrillo de espalda blanca		AVISTAMIENTO

NOM 059 SEMARNAT 2010 - P: Peligro, Pr: Protegida, A: Amenazada

Tabla 16. Listado de especies bajo alguna categoría en la NOM 059 SEMARNAT 2010

GRUPO FAUNISTICO	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMUN	NOM-059 SEMARNAT	METODO DE OBSERVACION
ANFIBIOS Y REPTILES	IGUANIDAE	*Ctenosaura similis*	Iguana	A	AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	BOIDAE	Boa imperator	Boa	A	AVISTAMIENTO

Tabla 17. Análisis de diversidad Sistema Ambiental.

Fauna	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	*Agelaius phoeniceus*	4	0.02381	-3.73767	-0.08899
2	*Amazilia rutila*	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
3	*Anolis sagrei*	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
4	*Ardea alba*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
5	*Bartramia longicauda*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
6	*Boa imperator*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
7	*Buteogallus anthracinus*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
8	*Buteogallus urubitinga*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
9	*Campylorhynchus yucatanicus*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
10	*Caracara plancus*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
11	*Cardinalis cardinalis*	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
12	*Cathartes aura*	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
13	*Cathartes burrovianus*	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
14	*Cnemidophorus angusticeps*	4	0.02381	-3.73767	-0.08899
15	*Colinus nigrogularis*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
16	*Columba livia domestica*	4	0.02381	-3.73767	-0.08899

17	*Columbina passerina*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
18	*Columbina talpacoti*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
19	*Conepatus semistriatus*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
20	*Contopus virens*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
21	*Coragyps atratus*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
22	*Crotophaga sulcirostris*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
23	*Ctenosaura similis*	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
24	*Cyanocorax yucatanicus*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
25	*Didelphis marsupialis*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
27	*Dives dives*	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
28	*Dumetella carolinensis*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
29	*Elanoides forficatus*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
30	*Empidonax minimus*	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
31	*Eumomota superciliosa*	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
33	Geococcyx velox	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
34	Glaucidium brasilianum	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
35	Hemydactylus frenatus	4	0.02381	-3.73767	-0.08899
36	Herpetotheres cachinnans	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
37	Holcosus undulatus	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
38	Incilius valiceps	4	0.02381	-3.73767	-0.08899
39	Leiothlypis peregrina	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
40	Melanerpes aurifrons	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
41	Melanerpes pygmaeus	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
42	Melanoptila glabrirostris	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
43	Meleagris ocellata	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
44	Mimus gilvus	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
45	Mniotilta varia	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
46	Molothrus aeneus	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
47	Momotus lessonii	4	0.02381	-3.73767	-0.08899
48	Myiarchus tuberculifer	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
49	Myiarchus tyrannulus	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
50	Myiopagis viridicata	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
51	Myiozetetes similis	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
52	Nannopterum auritum	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
53	Nannopterum brasilianum	5	0.02976	-3.51453	-0.10460
54	Nyctanassa violacea	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
55	Nyctidromus albicollis	2	0.01190	-4.43082	-0.05275

56	Odocoileus virginianus	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
57	Ortalis vetula	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
58	Orthogeomys hispidus	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
59	Pandion haliaetus	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
60	Parkesia motacilla	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
61	Parkesia noveboracensis	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
62	Passerina caerulea	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
63	Passerina ciris	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
64	Passerina cyanea	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
65	Pecari tajacu	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
66	Piranga rubra	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
67	Pitangus sulphuratus	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
68	Pluvialis squatarola	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
69	Polioptila albiventris	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
70	Polioptila caerulea	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
71	Procyon lotor	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
72	Pyrocephalus rubinus	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
73	Quiscalus mexicanus	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
74	Recurvirostra americana	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
75	Rupornis magnirostris	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
76	Sceloporus chrysostictus	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
77	Sciurus yucatanatensis	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
78	Setophaga americana	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
79	Setophaga dominica	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
80	Setophaga tigrina	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
81	Smilisca baudinii	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
82	Stelgidopteryx serripennis	2	0.01190	-4.43082	-0.05275
83	Sylvilagus floridanus	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
84	Tyrannus melancholicus	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
85	Urocyon cinereoargentus	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
86	Vireo griseus	1	0.00595	-5.12396	-0.03050
87	Zenaida asiatica	3	0.01786	-4.02535	-0.07188
		168	Diversidad	H' =	3.910
			Equidad	J' =	0.876

Tabla 18. Análisis de diversidad área de influencia.

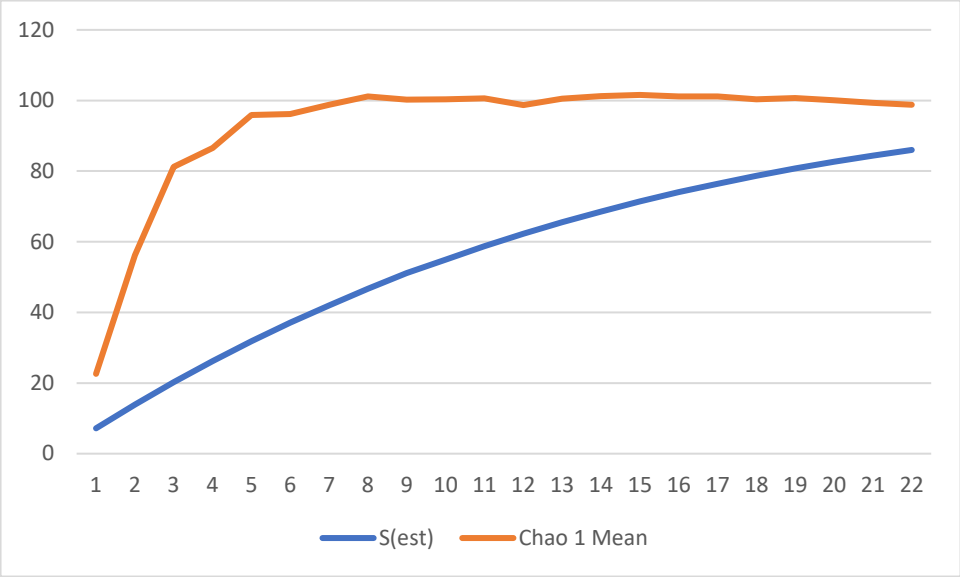
Fauna	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	*Amazilia rutila*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
2	*Cardinalis cardinalis*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
3	*Cnemidophorus angusticeps*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
4	*Columba livia domestica*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
5	*Columbina passerina*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
6	*Columbina talpacoti*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
7	*Contopus virens*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
8	*Crotophaga sulcirostris*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
9	*Didelphis marsupialis*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
10	*Dives dives*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
11	*Dumetella carolinensis*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
12	*Empidonax minimus*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
13	*Holcosus undulatus*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
14	*Incilius valiceps*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
15	*Melanerpes aurifrons*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
16	*Mimus gilvus*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
17	*Mniotilta varia*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
18	*Momotus lessonii*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
19	*Myiarchus tuberculifer*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
20	*Myiozetetes similis*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
21	*Parkesia noveboracensis*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
22	*Passerina cyanea*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
23	*Piranga rubra*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
24	*Pitangus sulphuratus*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
25	*Pluvialis squatarola*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
27	*Polioptila albiventris*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
28	*Procyon lotor*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
29	*Quiscalus mexicanus*	3	0.06000	-2.81341	-0.16880
30	*Sceloporus chrysostictus*	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
31	*Sciurus yucatanatensis*	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
32	Setophaga tigrina	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
33	Stelgidopteryx serripennis	2	0.04000	-3.21888	-0.12876
34	Tyrannus melancholicus	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
35	Zenaida asiatica	1	0.02000	-3.91202	-0.07824
		50	Diversidad	H' =	3.458

Equidad	J' =	0.973

Se obtuvo una riqueza de 84 registros de fauna silvestre en el SA y AI, de estas, una sola especie está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT -2010 con algún estatus de protección. El grupo más representativo fueron las aves con 66 registros, seguido por reptiles con 9 registros y mamíferos con 9 registros.

El análisis de diversidad biológica realizado para el Sistema Ambiental y el Área de Influencia permitió evaluar la estructura y composición de las comunidades presentes para ello, se emplearon índices ecológicos de diversidad y equidad, obteniéndose para el Sistema Ambiental un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 3.910 y un índice de equidad de Pielou (J') de 0.876, valores que indican una diversidad alta y una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas. Por su parte, en el Área de Influencia se obtuvo un valor de H' = 3.458 y J' = 0.973, presentando uniformidad en la distribución de las especies. En conjunto, estos resultados evidencian que ambas áreas conservan comunidades biológicas bien estructuradas y representativas.

CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL MONITOREO SA,AI



Gráfica 6: curva de acumulación de especies de fauna.

La aplicación de curvas de acumulación de especies tiene como finalidad evaluar la representatividad del esfuerzo de muestreo y estimar la riqueza potencial de especies presentes en ecosistemas con condiciones de conservación suficientes para mantener comunidades faunísticas relativamente estables y diversas. Sin embargo, para el presente proyecto, localizado en un predio con perturbación antropogénica, no se consideró técnicamente necesaria la elaboración de una curva de acumulación de especies, debido a las siguientes condiciones:

- Durante los recorridos de campo se observó una recurrencia constante de registros y ausencia de incorporación significativa de nuevas especies conforme avanzó el esfuerzo de observación, lo que indica una composición faunística simplificada típica de ambientes impactados. Por lo anterior, la elaboración de una curva de acumulación no aportaría información adicional relevante para la evaluación ambiental del proyecto, debido a que la riqueza registrada refleja adecuadamente las condiciones ecológicas actuales del predio.

- El predio presenta modificaciones severas derivadas de actividades antropogénicas previas, tales con fragmentación de vegetación, tránsito continuo y pérdida de cobertura vegetal original, condiciones que reducen significativamente la diversidad y abundancia faunística. En este contexto, la comunidad faunística observada corresponde principalmente a especies generalistas, oportunistas y tolerantes a la perturbación, con baja probabilidad de registrar especies raras, endémicas o con requerimientos ecológicos especializados.

- Diversos criterios metodológicos en evaluación ambiental establecen que las curvas de acumulación son particularmente útiles en ecosistemas conservados o con alta diversidad biológica, donde existe una elevada probabilidad de especies no detectadas. En ambientes fuertemente perturbados, la utilidad analítica de dichas curvas disminuye considerablemente, especialmente cuando la comunidad biológica está compuesta por pocas especies dominantes.

4.1. DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DEL PREDIO

A continuación, se describirán de manera más específica los aspectos relacionados a Flora y Fauna del predio donde se pretenden desarrollar las actividades contempladas en el proyecto.

4.4.1 VEGETACIÓN EN EL SITIO DEL PROYECTO

Metodología

La vegetación debe ser caracterizada por su fisionomía, cuyo estudio a la vez es indispensable para la comprensión de su naturaleza y distribución de las especies y por ende para entender cuál será la afectación a esta por un proyecto determinado. Para ello se debe distinguir la estructura tanto en el sentido vertical (estratificación) como en el horizontal (especiación o cobertura). La fisionomía se refiere a la apariencia externa de la vegetación en cuanto a altura, color, exuberancia, forma y tamaño de las hojas (golpe de vista). Previo a la visita de campo se analizaron fotografías satelitales disponibles en la red para tener una idea anticipada del estado de la vegetación.

Una vez en el sitio se recorrió la poligonal de este y se determinó que, por el tipo de vegetación presente dentro del predio se establecerían transectos de muestreos debido a que el predio se encuentra dominado por el estrato arbóreo y arbustivo en donde la altura máxima de los individuos es aproximadamente **4 metros y cuentan con un DAP aproximadamente de 11.**

Diseño e intensidad de muestreo utilizado

Para visualizar la fisionomía de la vegetación del predio bajo estudio fue sobrevolado mediante un Dron. También fueron consultados mediante fotografías satelitales las historias de cambio que ha experimentado el terreno. Por último, se realizaron recorridos en todo el predio para verificar las condiciones del terreno.

Para caracterizar la vegetación, fue aplicado el método de transectos, el cual es ampliamente utilizado debido a sus ventajas en términos de rapidez y heterogeneidad con la que se muestrea la vegetación. El muestreo aplicado fue dirigido, no aleatorio, posicionando las unidades de muestreo previamente con técnicas de percepción remota en un total de **15 transectos**, todos al interior del predio. Los transectos establecidos fueron de 100 m de largo por 10 m de ancho (área total por transecto: 1000m2).

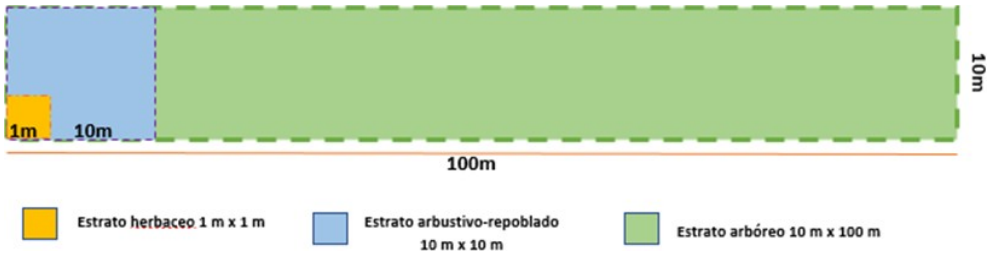


Figura 20. Representación del transecto como unidad de muestreo

Dentro de los 100m del transecto se establecieron dos cuadrantes, el primero de 10m por 10m donde se identificaron y contabilizaron todos los individuos del estrato arbustivo-repoblado, incluyendo formas de vida como: lianas, cactus, bromelias, otras suculentas. De igual forma, dentro del transecto principal se estableció un cuadrante de 1m por 1m donde se identificaron y contabilizaron todas las especies del estrato herbáceo.

En cada sitio de muestreo se midieron todos los árboles presentes a partir de 5 cm de diámetro normal (DAP a 1.30 m); también se registró el nombre común y científico de cada árbol y su altura total.

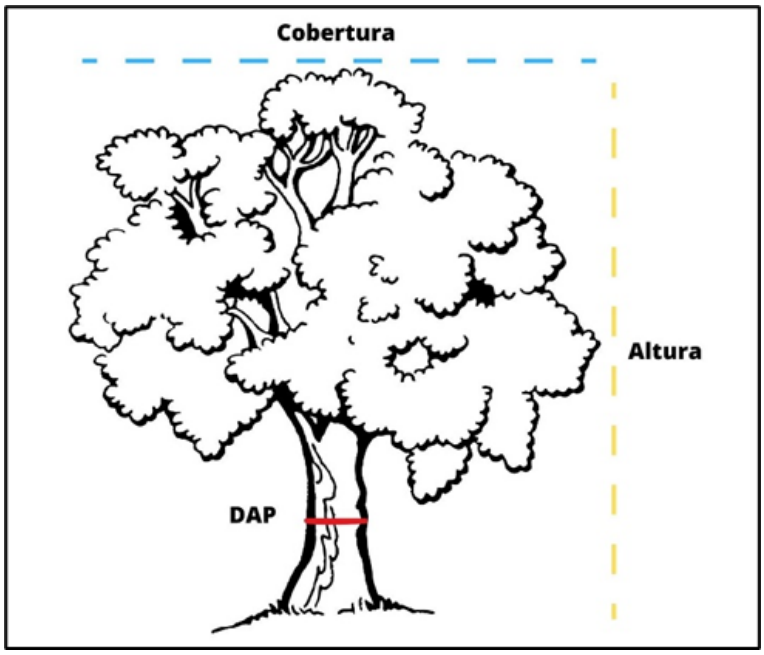


Figura 21. Esquema de medidas dasométricas registradas en el estrato arbóreo

Número de sitios de muestreo

El muestreo consistió en la selección no aleatoria de **15 transectos** de 1000 m2 (10 m x 100 m) en donde se llevó a cabo el registro total de las especies y su ubicación por estratos.

Por medio del programa ESTIMATES 9, se generó una curva de acumulación de especies y se calculó el estimador de riqueza no paramétrico Chao 1. Se eligió este estimador de riqueza porque se basa en datos de abundancia (número de especies representadas por un individuo en la muestra o "singletons" y el número de especies representadas por 2 individuos en la muestra o "doubletons") y porque tiene un buen desempeño cuando las muestras son pequeñas (Hortal, Borges y Gaspar, 2006). Para evaluar la eficiencia del muestreo se realizó un índice de complementaridad donde dividimos los datos observados entre el índice seleccionado, para su expresión en porcentaje se multiplica por 100.

La estimación de la riqueza utilizando métodos no paramétricos proviene de la adaptación de los métodos de captura-recaptura, ya que la probabilidad de captura varía entre individuos en una población, así como la abundancia de las especies varía en un ensamble de especies.

Entre las ventajas del uso de los métodos no paramétricos está que estos estimadores tienen un sesgo menor que la extrapolación basada en una curva de acumulación de especies (Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001) y que requieren menor cantidad de datos que los métodos paramétricos (Brose, 2002).

De igual forma, mediante la relación de la riqueza estimada (Sestimada) y la riqueza verdadera (Sverdadera), se calculó el sesgo y la exactitud del estimadores chao1. Las fórmulas utilizadas fueron (Chiarucci et al., 2003):

$$\text{Sesgo} = (\text{Sestimada} - \text{Sverdadera}) / \text{Sverdadera}$$
$$\text{Exactitud} = ((\text{Sestimada} - \text{Sverdadera})/ \text{Sverdadera})2$$

El sesgo indica la sobreestimación o la subestimación de la riqueza y la exactitud indica la cercanía de la riqueza estimada a la riqueza verdadera. Tanto el sesgo como la exactitud tienen valores de -1 a 1, y los valores cercanos a cero son los menos sesgados o los más exactos, respectivamente.

Para vegetación herbácea, arbustiva y arbórea.

En cada transecto se contaron todos los individuos de hierbas, palmas, arbustos y árboles presentes, y se obtuvieron los siguientes parámetros:

Con los datos recabados se calcularon los siguientes valores para cada especie:

Tabla 19. Parámetros calculados para la vegetación.

Parámetro	**Formulación**	
Abundancia	$Aa = Número\ total\ de\ individuos\ por\ Sp.$	
Abundancia relativa	$Ar = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ Sp1\ \ldots}{\sum total\ de\ los\ individuos\ de\ las\ X\ Sp.} \times 100$	
Densidad	$D = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ las\ sp\ X}{Superficie\ muestreada}$	
Densidad relativa	$Dr = \frac{Densidad\ de\ la\ sp\ X}{\sum Densidades\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$	
Frecuencia	$F = Número\ de\ aparición\ por\ transectos\ o\ parcela\ en\ los\ que\ se\ presenta\ la\ Sp.X$	
Frecuencia Relativa	$Fr = \frac{No.\ de\ aparición\ o\ presencia\ de\ la\ sp\ X\ por\ parcela}{\sum Frecuencias\ de\ todos\ los\ individuos} \times 100$	
Cobertura relativa (CR)	$Cob = \pi\left[\left(\frac{D_1 + D_2}{4}\right)^2\right]$ Donde:	
	Cob = Cobertura π = pi (3.1416)	D1 = Diámetro 1 D2 = Diámetro 2
Dominancia relativa (DR)	DR=(Área basal de la sp x /Área basal de todas las especies)*100	
Índice de Valor de Importancia (IVI) % de Curtis	***IVI = Ar + Fr + Dr*** Donde:	
	IVI = Índice de valor de importancia Ar = Abundancia relativa	Fr = Frecuencia relativa de la especie i Dr = Dominancia relativa de la especie i

Las fórmulas anteriores se utilizaron para calcular el índice de valor de importancia de Curtis.

Índice de valor de importancia (IVI) y el Índice de Importancia Relativa (VIR)

El IVI, es un parámetro que revela la importancia ecológica relativa de cada especie, interpreta a las especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o están mejor distribuidas. El máximo valor del I.V.I. es de 300. (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

IVI = Ar + Fr + Dr

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia	Fr = Frecuencia relativa de la especie i
Ar = Abundancia relativa	Dr = Dominancia relativa de la especie i

Cuando no se midió algún parámetro, por ejemplo, la densidad, se puede calcular el valor de importancia sumando únicamente la frecuencia y la dominancia o cobertura relativas, y entonces el valor más alto esperable será de 200. Aunque siempre será necesario aclarar por qué se prescindió de alguna de las tres variables.

IVI = Ar + Fr

Se define como la suma de la frecuencia relativa, la densidad y la dominancia relativas; siendo 300 el valor más alto esperable para una especie.

El VIR es un resumen de los valores cuantitativos de cada especie y permite ordenar a las especies de mayor a menor. Proporciona una buena idea de cuáles son las especies más importantes en la comunidad debido a su abundancia o al espacio que ocupan.

Posteriormente de calculará los índices de diversidad y equidad:

Índices de Diversidad de Shannon – Weaver

En los ecosistemas naturales este índice varía entre “0 y 5”. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y los arrecifes de coral. Si H’= 0, solamente cuando hay una sola especie en la muestra y H’ es máxima cuando las especies están representadas por los mimos números de individuos.

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superar este valor.

$$\mathbf{H'} = -\sum_{i=1}^{S} pi \ln pi$$

Donde:

S = número de especies (riqueza de especies)	ni = número de individuos de la especie i
pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia de la especie i), ni/N	N = número de todos los individuos de todas las especies.

Índice de equidad de Pielou (1969), J’.

El Índice de Equitabilidad el cual hace referencia Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia, el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas. Para ellos se empleó el Índice de Pielou (1969), J’.

Es uno de los índices más utilizados

J’ = H’/Hmax

Dónde: H' = índice de Shannon-Wiener, H'max = (ln S) que es la diversidad máxima que se obtendría o el número de especies (o riqueza), si las distribuciones de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas; Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Temporalidad de muestreo

Los muestreos se realizaron en el mes de mayo de 2026.

Distribución y ubicación en el área de estudio

Se realizaron 15 transectos en el predio de 100 x 10 m cada uno. Las coordenadas son las siguientes:

Tabla 20: coordenadas de los transectos muestreados en el predio.

vertice	transecto inicio fin	POINT_X	POINT_Y
1	1	288222.177	2356153.6
2	1	288237.158	2356252.47
3	2	288044.503	2356203.35
4	2	288024.338	2356105.4
5	3	287994.754	2355826.68
6	3	287897.74	2355850.93
7	4	287817.08	2355712.97
8	4	287791.984	2355616.17
9	5	287682.047	2355926.18
10	5	287599.3	2355982.33
11	6	287262.736	2355819.57
12	6	287358.518	2355790.84
13	7	287532.801	2356324.17
14	7	287537.342	2356424.06
15	8	287134.81	2356331.27
16	8	287088.554	2356242.61
17	9	286921.601	2356416.56
18	9	286972.474	2356502.65
19	10	286758.141	2356537.38
20	10	286703.642	2356453.53
21	11	286701.285	2356125.17
22	11	286747.859	2356213.66
23	12	287746.01	2356317.06
24	12	287727.977	2356218.7

25	13	287490.159	2355386.05
26	13	287498.464	2355485.7
27	14	287795.759	2355350.51
28	14	287812.75	2355449.06
29	15	287902.364	2356288.63
30	15	287927.201	2356385.5



Figura 22: transectos de muestreo dentro del predio.

Vegetación presente en el predio

La vegetación del sitio del proyecto corresponde pastizales cultivados y a remanentes de vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

La totalidad de los individuos fueron identificados a nivel de especie, se clasificaron por familia y se indicó la forma de vida y si se encuentra o no enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría especial. Toda esta información se presenta en el listado florístico que se encuentra dentro de los resultados.

Listado florístico

Se realizaron 15 transectos en el predio. Se identificaron las especies presentes, se determinó la familia, si la especie está dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se identificó su forma de vida.

En total se encontraron e identificaron 63 especies, pertenecientes a 29 familias, siendo la mejor representada la Fabaceae.

Tabla 21. Listado florístico.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	Estatus
Acanthaceae	*Elytraria imbricata*	kabal xaan	Hierba	
Acanthaceae	*Ruellia nudiflora*	berraco xiiw	Hierba	
Agavaceae	*Agave angustifolia var. angustifolia*	agave	Hierba	
Asparagaceae	*Dracaena trifasciata*	lengua de vaca	Hierba	
Asteraceae	*Isocarpha oppositifolia*	sak sajum	Hierba	
Asteraceae	*Tridax procumbens*	pasmado xiiw	Hierba	
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Tajonal	Hierba	
Bignoniaceae	*Arrabidaea floribunda*	sak aak'	bejuco	
Bignoniaceae	*Macfadyena unguis-cati*	anil kab	bejuco	
Bignoniaceae	*Parmentiera millspaughiana*	pepino de monte	Arbol/arbusto	
Boraginaceae	*Cordia gerascanthus*	*bojom*	Arbol	
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	piñuela	Hierba	
Burseraceae	*Bursera simaruba*	chakaj	Arbol	
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*		Hierba	
Cactaceae	*Nopalea gaumeri*	pak'am	Hierba	Endémica de la PBPY
Cactaceae	*Nopalea inaperta*	tsakam soots'	Hierba	
Cactaceae	Pilosocereus gaumeri	*nej kisin*	Hierba	
Cactaceae	Selenicereus grandiflorus ssp. donkelaarii		Hierba	Endémica de la PBPY
Cactaceae	*Stenocereus laevigatus*		Hierba	
Commelinaceae	*Commelina erecta*	hierba de lluvia	Hierba	
Convolvulaceae	*Distimake aegyptius*	tso' ots' aak'	Hierba	

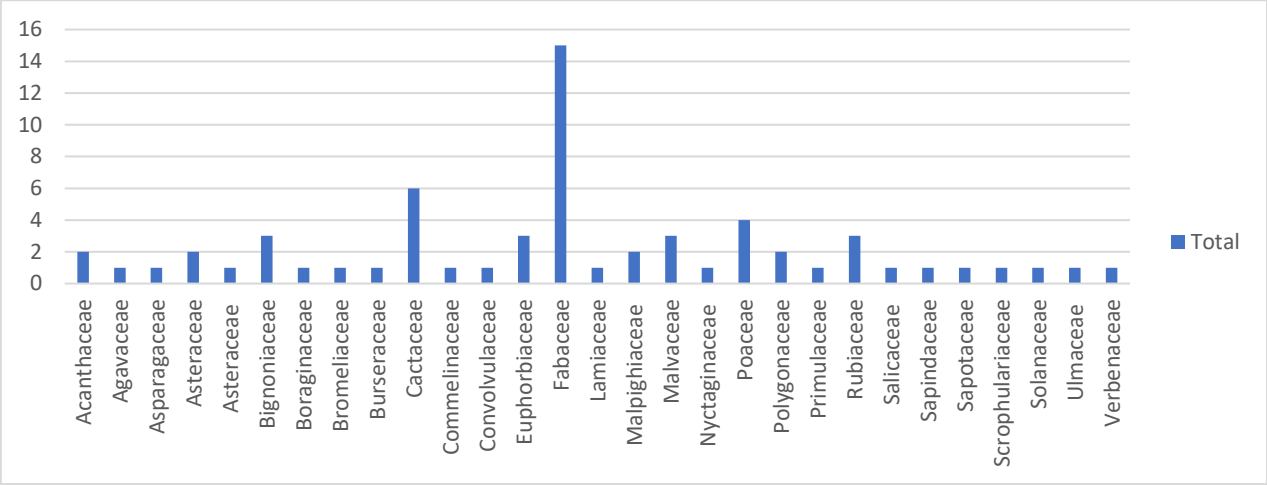
Euphorbiaceae	*Croton humilis*	iik aban	Arbusto	
Euphorbiaceae	Enriquebeltrania crenatifolia	*ch'iin took*	Arbusto	
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	xuul	Arbol/arbusto	
Fabaceae	*Albizia lebbeck*		Arbol	
Fabaceae	*Havardia albicans*	chukum	Arbol	
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waaxim	Arbol	
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	ya' ax eek'	Arbol	
Fabaceae	*Lonchocarpus yucatanensis*	xu'ul	Arbol	
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	tsalam	Arbol	
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	Arbol	
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	ja'abin	Arbol	
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	guamuchil	Arbol/arbusto	
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	box katzin	Arbol	
Fabaceae	*Senna atomaria*	tu'ja'che'	Arbol	
Fabaceae	*Senna racemosa*	k'an ja' abin	Arbol	
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	subin	Arbol/arbusto	
Fabaceae	*Vachellia pennatula*	ch'imay	Arbol/arbusto	
Fabaceae	*Vigna sp*	frijol de monte	Hierba	
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	ya'axnik	Arbol	
Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	sip che	Arbol/arbusto	
Malpighiaceae	*Malpighia lundelli*	wayate	Arbol/arbusto	
Malvaceae	*Abutilon sp.*	sak xiiw	Hierba	
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	pixoy	Arbol	
Malvaceae	*Waltheria indica*		Hierba	
Nyctaginaceae	*Neea choriophylla*	ta'tsi'	Arbol/arbusto	
Poaceae	*Cenchrus echinatus*	Mul	Hierba	
Poaceae	*Cynodon dactylon*	zacate indio	Hierba	
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimes	Hierba	
Poaceae	*Melinis repens*	zacate rojo	Hierba	
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	tsisilche	Arbol	

Polygonaceae	*Podopterus mexicanus*		Arbol/arbusto	
Primulaceae	*Bonellia flammea*	chak sik'iin	Arbusto	
Rubiaceae	*Randia aculeata*	tinta che'	Arbol/arbusto	
Rubiaceae	*Randia longiloba*	cruz k'iix 1	Arbol/arbusto	
Rubiaceae	*Randia obcordata*	cruz k'iix	Arbol/arbusto	
Salicaceae	*Casearia yucatanensis*	puuts' mukuy	Arbol	Endémica de la PBPY
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	k'an chuunup	Arbol	
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	zapotillo	Arbol	
Scrophulariaceae	*Capraria biflora*		Hierba	
Solanaceae	*Solanum hirtum*	Tomatillo	Hierba	
Ulmaceae	*Phyllostylon brasiliense*	*káan che'*	Arbol	
Verbenaceae	*Lippia graveolens*	oregano	Hierba	

De la totalidad de especies NO se identificó ninguna especie enlistada en la NOM-059-2010, y se encontraron 3 especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán.

Distribución por familias

Se encontraron un total de 29 familias diferentes en el área del proyecto, siendo la mejor representada la Fabaceae con 15 especies, tal como se presenta en la siguiente gráfica.

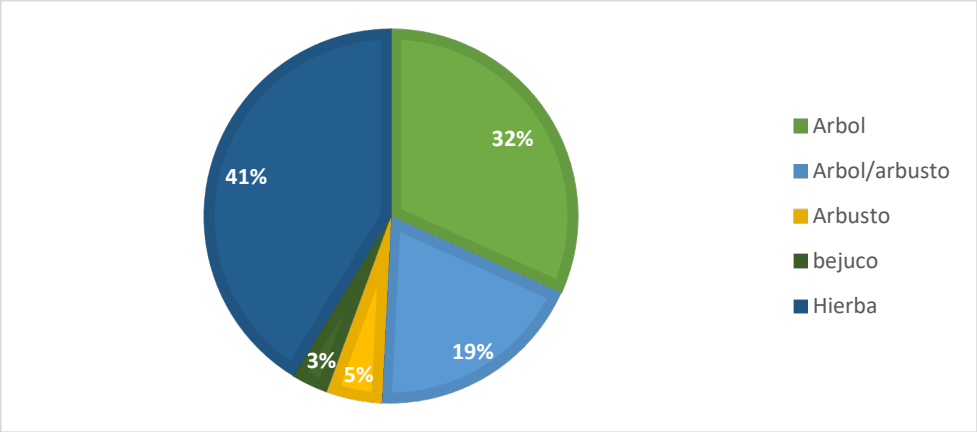


Gráfica 7. Especies por familia

Estructura vertical de la vegetación

Las especies con forma de vida arbórea en conjunto con las catalogadas como arbustivas/arbóreas representan el 51% del total de especies del predio. Las especies herbáceas y bejucos ocupan un 44% y las arbustivas ocupan el 5%.

Las especies catalogadas como arbóreas arbustivas se encuentran en dicha categoría ya que su desarrollo está condicionado a muchos factores. La distribución por formas de vida se presenta en la siguiente gráfica:



Gráfica 8. Porcentaje de especies por forma de vida.

Estrato herbáceo

Dentro del espacio herbáceo se encontraron un total de 28 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

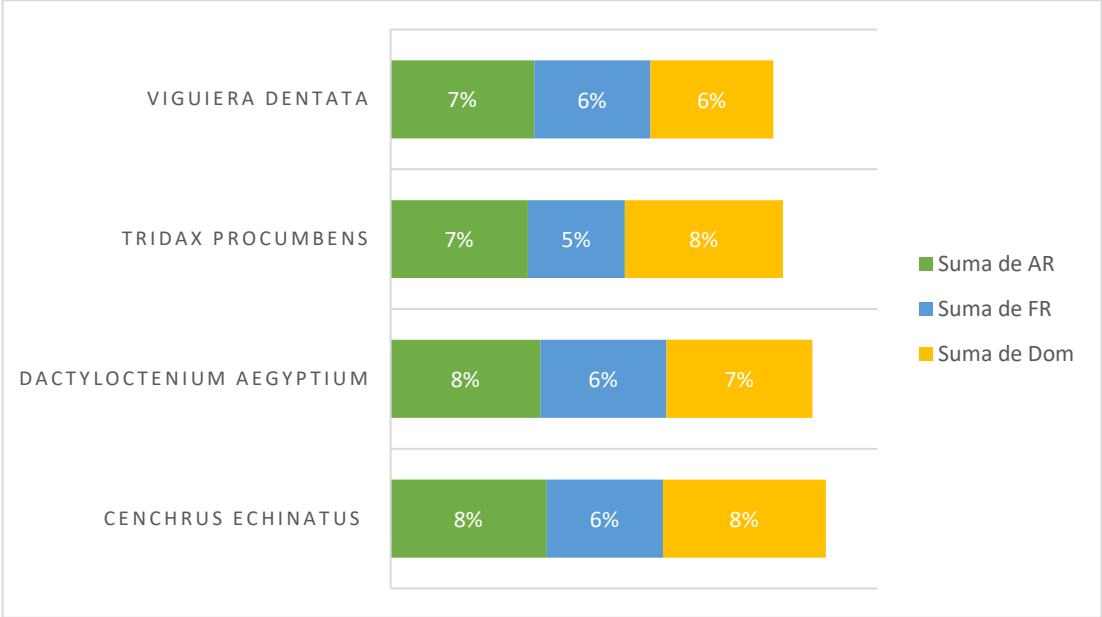
Tabla 22. IVI del estrato herbáceo.

Especie	Abundancia	AR	Frecuencia	FR	Cobertura m2	Dom	IVI
Abutilon sp.	15	5%	10	5%	2.0512	5%	15%
Acanthocereus tetragonus	9	3%	8	4%	1.0386	2%	9%
Agave angustifolia var. angustifolia	7	2%	5	2%	1.0989	3%	7%
Arrabidaea floribunda	11	4%	7	3%	1.941	4%	11%
Bromelia karatas	10	3%	8	4%	1.499	3%	11%
Capraria biflora	11	4%	10	5%	1.2751	3%	11%
Cenchrus echinatus	25	8%	12	6%	3.6309	8%	22%
Commelina erecta	13	4%	9	4%	2.1226	5%	14%
Cynodon dactylon	8	3%	7	3%	1.3027	3%	9%
Dactyloctenium aegyptium	24	8%	13	6%	3.2531	7%	22%
Distimake aegyptius	9	3%	7	3%	1.2791	3%	9%
Dracaena trifasciata	4	1%	4	2%	0.5724	1%	5%
Elytraria imbricata	16	5%	10	5%	2.2122	5%	15%
Isocarpha oppositifolia	9	3%	6	3%	1.5205	4%	9%

Lippia graveolens	11	4%	7	3%	1.5894	4%	11%
Macfadyena unguis-cati	4	1%	3	1%	0.4298	1%	4%
Melinis repens	21	7%	12	6%	2.6434	6%	19%
Nopalea gaumeri	2	1%	1	0%	0.2746	1%	2%
Nopalea inaperta	3	1%	2	1%	0.3991	1%	3%
Pilosocereus gaumeri	2	1%	2	1%	0.176	0%	2%
Ruellia nudiflora	18	6%	12	6%	2.2975	5%	17%
Selenicereus grandiflorus ssp. donkelaarii	3	1%	3	1%	0.4661	1%	4%
Solanum hirtum	17	5%	11	5%	2.2021	5%	16%
Stenocereus laevigatus	2	1%	1	0%	0.294	1%	2%
Tridax procumbens	22	7%	10	5%	3.5209	8%	20%
Vigna sp	2	1%	2	1%	0.407	1%	3%
Viguiera dentata	23	7%	12	6%	2.7369	6%	20%
Waltheria indica	11	4%	7	3%	1.1414	3%	10%
Total general	312	100 %	201	100 %	43.3755	100 %	300 %

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son:



Gráfica 9. Especies con mayor IVI en el estrato herbáceo.

Estrato arbustivo

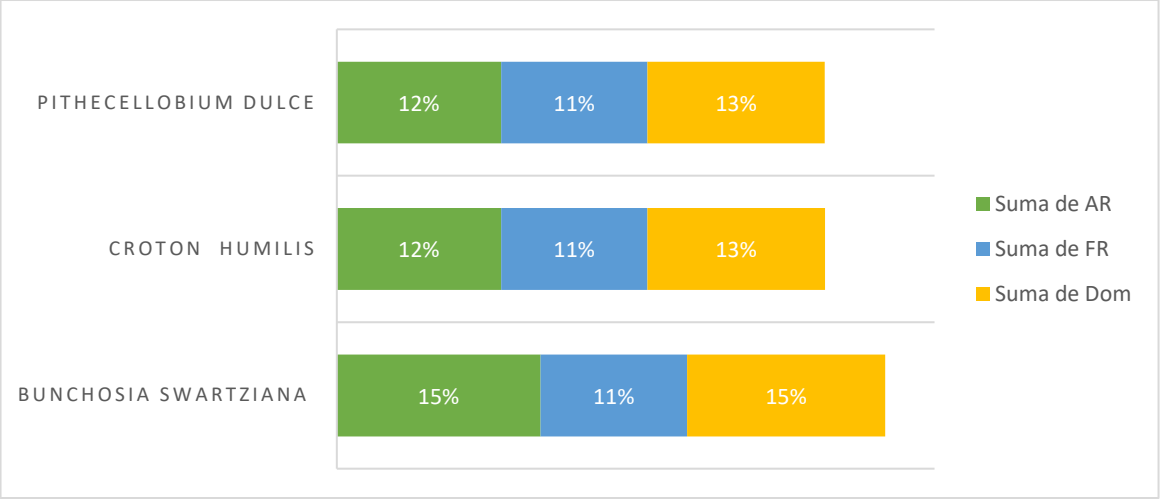
En el estrato arbustivo se encontró un total de 13 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 23. IVI del estrato arbustivo.

Especie	Abundancia	AR	Frecuencia	FR	Cobertura m2	Dom	IVI
Bonellia flammea	12	6%	7	7%	9.525	7%	20%
Bunchosia swartziana	28	15%	15	14%	21.6349	15%	44%
Croton humilis	24	13%	13	13%	18.8459	13%	38%
Enriquebeltrania crenatifolia	2	1%	2	2%	1.5515	1%	4%
Malpighia lundelli	3	2%	2	2%	3.0055	2%	6%
Neea choriophylla	12	6%	8	8%	8.8417	6%	20%
Parmentiera millspaughiana	17	9%	8	8%	13.6266	9%	26%
Pithecellobium dulce	24	13%	9	9%	18.265	13%	34%
Randia aculeata	15	8%	10	10%	11.7594	8%	26%
Randia longiloba	5	3%	3	3%	4.1389	3%	8%
Randia obcordata	14	8%	10	10%	11.0638	8%	25%
Vachellia collinsii	6	3%	6	6%	4.9372	3%	12%
Vachellia pennatula	23	12%	11	11%	18.304	13%	36%
Total general	**185**	**100%**	**104**	**100%**	**145.4994**	**##**	**300%**

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son:



Gráfica 10. Especies con mayor IVI en el estrato arbustivo.

Estrato arbóreo

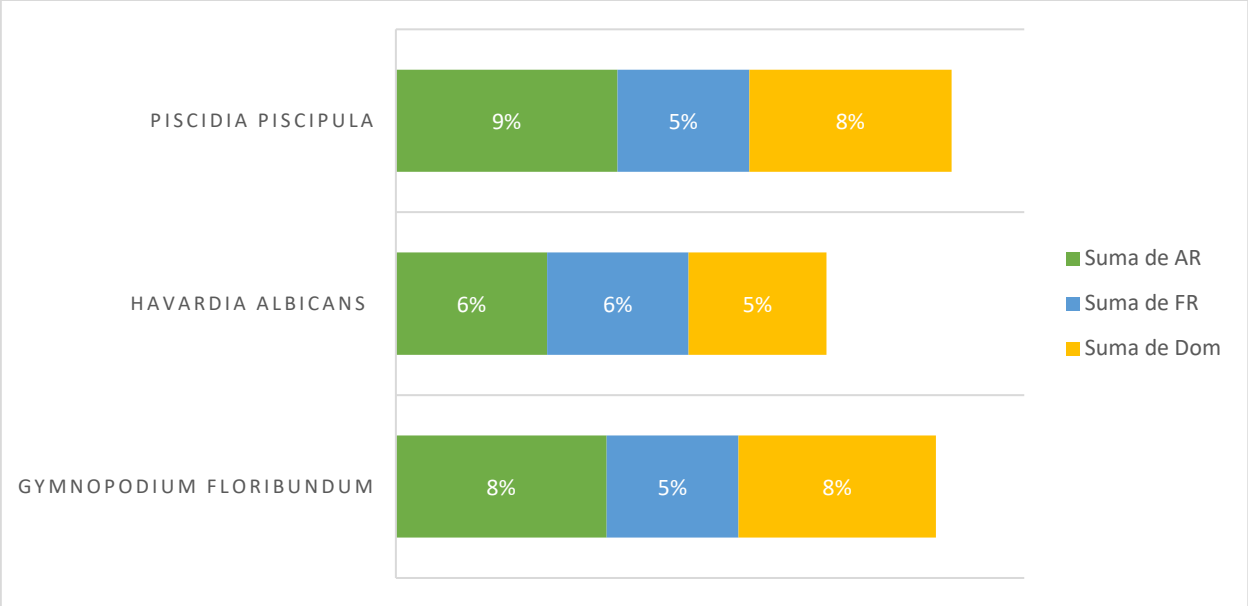
En el estrato arbóreo se identificaron 32 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 24. IVI del estrato arbóreo.

Especie	Abundancia	AR	Frecuencia	FR	AB	Dom	IVI
Albizia lebbeck	11	2%	9	3%	0.1005	2%	8%
Bunchosia swartziana	3	1%	3	1%	0.0346	1%	3%
Bursera simaruba	23	5%	13	5%	0.2346	5%	15%
Casearia yucatanensis	3	1%	3	1%	0.0296	1%	2%
Chloroleucon mangense	6	1%	5	2%	0.0543	1%	4%
Cordia gerascanthus	23	5%	11	4%	0.2219	5%	14%
Guazuma ulmifolia	22	5%	12	4%	0.1584	4%	13%
Gymnopodium floribundum	39	8%	14	5%	0.3420	8%	21%
Havardia albicans	28	6%	15	6%	0.2393	5%	17%
Jatropha gaumeri	10	2%	6	2%	0.1010	2%	7%
Leucaena leucocephala	24	5%	12	4%	0.2198	5%	15%
Lonchocarpus yucatanensis	9	2%	7	3%	0.0824	2%	6%
Lysiloma latisiliquum	16	3%	11	4%	0.1685	4%	11%
Malpighia lundelli	7	2%	7	3%	0.0694	2%	6%
Mimosa bahamensis	15	3%	8	3%	0.1444	3%	10%
Neea choriophylla	3	1%	3	1%	0.0227	1%	2%
Parmentiera millspaughiana	22	5%	13	5%	0.2179	5%	15%
Phyllostylon brasiliense	4	1%	4	1%	0.0388	1%	3%
Piscidia piscipula	41	9%	14	5%	0.3503	8%	22%
Pithecellobium dulce	28	6%	12	4%	0.2336	5%	16%
Platymiscium yucatanum	3	1%	3	1%	0.0382	1%	3%
Podopterus mexicanus	18	4%	10	4%	0.1537	4%	11%
Randia aculeata	8	2%	5	2%	0.0750	2%	5%
Randia longiloba	10	2%	6	2%	0.1071	2%	7%
Randia obcordata	8	2%	8	3%	0.0731	2%	6%
Senegalia gaumeri	7	2%	6	2%	0.0543	1%	5%
Senna atomaria	25	5%	12	4%	0.2573	6%	16%
Senna racemosa	16	3%	11	4%	0.1624	4%	11%
Sideroxylon obtusifolium	4	1%	4	1%	0.0465	1%	3%
Thouinia paucidentata	12	3%	10	4%	0.1367	3%	9%
Vachellia pennatula	15	3%	9	3%	0.1678	4%	10%
Vitex gaumeri	2	0%	1	0%	0.0183	0%	1%
Total general	465	100%	267	100%	4.3542	100%	300%

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son:



Gráfica 11. Especies con mayor IVI en el estrato arbóreo

Análisis de diversidad de la vegetación.

Con respecto a la diversidad herbácea en el sitio del proyecto se puede considerar que es alta para los elementos herbáceos ya que se obtuvo un valor de H'=3.113 bits/ind., es decir, que se encuentra por encima del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una alta diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.934, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de hierbas del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 25. Valores de diversidad y equidad para elementos herbáceos del sitio del proyecto.

HERB	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Abutilon sp.	15	0.04807692	-3.03495299	-0.1459112
2	Acanthocereus tetragonus	9	0.02884615	-3.54577861	-0.10228208
3	Agave angustifolia var. angustifolia	7	0.0224359	-3.79709304	-0.08519119
4	Arrabidaea floribunda	11	0.03525641	-3.34510792	-0.1179365
5	Bromelia karatas	10	0.03205128	-3.44041809	-0.11026981
6	Capraria biflora	11	0.03525641	-3.34510792	-0.1179365
7	Cenchrus echinatus	25	0.08012821	-2.52412736	-0.2022538
8	Commelina erecta	13	0.04166667	-3.17805383	-0.13241891

9	Cynodon dactylon	8	0.02564103	-3.66356165	-0.09393748
10	Dactyloctenium aegyptium	24	0.07692308	-2.56494936	-0.1973038
11	Distimake aegyptius	9	0.02884615	-3.54577861	-0.10228208
12	Dracaena trifasciata	4	0.01282051	-4.35670883	-0.05585524
13	Elytraria imbricata	16	0.05128205	-2.97041447	-0.15232895
14	Isocarpha oppositifolia	9	0.02884615	-3.54577861	-0.10228208
15	Lippia graveolens	11	0.03525641	-3.34510792	-0.1179365
16	Macfadyena unguis-cati	4	0.01282051	-4.35670883	-0.05585524
17	Melinis repens	21	0.06730769	-2.69848075	-0.18162851
18	Nopalea gaumeri	2	0.00641026	-5.04985601	-0.03237087
19	Nopalea inaperta	3	0.00961538	-4.6443909	-0.0446576
20	Pilosocereus gaumeri	2	0.00641026	-5.04985601	-0.03237087
21	Ruellia nudiflora	18	0.05769231	-2.85263143	-0.16457489
22	Selenicereus grandiflorus ssp. donkelaarii	3	0.00961538	-4.6443909	-0.0446576
23	Solanum hirtum	17	0.05448718	-2.90978984	-0.15854624
24	Stenocereus laevigatus	2	0.00641026	-5.04985601	-0.03237087
25	Tridax procumbens	22	0.07051282	-2.65196073	-0.18699723
26	Vigna sp	2	0.00641026	-5.04985601	-0.03237087
27	Viguiera dentata	23	0.07371795	-2.60750897	-0.19222021
28	Waltheria indica	11	0.03525641	-3.34510792	-0.1179365
	Total general	**312**	Diversidad	H' =	3.113
			Equidad	J' =	0.934

Con respecto a la diversidad arbustiva en el sitio del proyecto se puede considerar que es baja para los elementos arbustivos ya que se obtuvo un valor de H'=2.373 bits/ind., es decir, que se encuentra debajo del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una alta diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.925, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 26. Valores de diversidad y equidad para elementos arbustivos del sitio del proyecto.

ARBUSTIVAS	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Bonellia flammea	12	0.06486486	-2.73544918	-0.17743454
2	Bunchosia swartziana	28	0.15135135	-1.88815131	-0.28577425
3	Croton humilis	24	0.12972973	-2.04230199	-0.26494729
4	Enriquebeltrania crenatifolia	2	0.01081081	-4.52720864	-0.0489428
5	Malpighia lundelli	3	0.01621622	-4.12174354	-0.06683908
6	Neea choriophylla	12	0.06486486	-2.73544918	-0.17743454
7	Parmentiera millspaughiana	17	0.09189189	-2.38714248	-0.21935904

8	Pithecellobium dulce	24	0.12972973	-2.04230199	-0.26494729
9	Randia aculeata	15	0.08108108	-2.51230562	-0.20370046
10	Randia longiloba	5	0.02702703	-3.61091791	-0.09759238
11	Randia obcordata	14	0.07567568	-2.5812985	-0.19534151
12	Vachellia collinsii	6	0.03243243	-3.42859636	-0.11119772
13	Vachellia pennatula	23	0.12432432	-2.08486161	-0.25919901
	Total general	185	Diversidad	H' =	2.373
			Equidad	J' =	0.925

Con respecto a la diversidad arbórea en el sitio del proyecto se puede considerar que es alta para los elementos arbóreos ya que se obtuvo un valor de H'=3.218 bits/ind., es decir, que se encuentra por encima del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota alta diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.929 siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de árboles del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla.

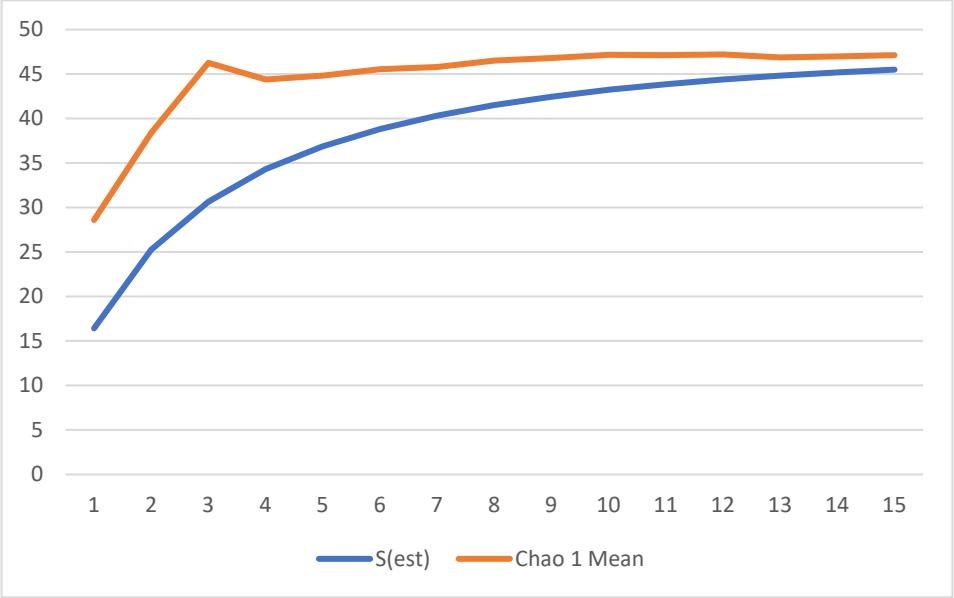
Tabla 27. Valores de diversidad y equidad para elementos arbóreos del sitio del proyecto.

ARBOREAS	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Albizia lebbeck	11	0.02365591	-3.74414213	-0.0885711
2	Bunchosia swartziana	3	0.00645161	-5.04342512	-0.03253823
3	Bursera simaruba	23	0.04946237	-3.00654319	-0.14871074
4	Casearia yucatanensis	3	0.00645161	-5.04342512	-0.03253823
5	Chloroleucon mangense	6	0.01290323	-4.35027794	-0.05613262
6	Cordia gerascanthus	23	0.04946237	-3.00654319	-0.14871074
7	Guazuma ulmifolia	22	0.04731183	-3.05099495	-0.14434815
8	Gymnopodium floribundum	39	0.08387097	-2.47847576	-0.20787216
9	Havardia albicans	28	0.06021505	-2.8098329	-0.16919424
10	Jatropha gaumeri	10	0.02150538	-3.83945231	-0.08256887
11	Leucaena leucocephala	24	0.0516129	-2.96398358	-0.1529798
12	Lonchocarpus yucatanensis	9	0.01935484	-3.94481283	-0.07635122
13	Lysiloma latisiliquum	16	0.0344086	-3.36944868	-0.11593802
14	Malpighia lundelli	7	0.01505376	-4.19612726	-0.06316751
15	Mimosa bahamensis	15	0.03225806	-3.4339872	-0.11077378
16	Neea choriophylla	3	0.00645161	-5.04342512	-0.03253823
17	Parmentiera millspaughiana	22	0.04731183	-3.05099495	-0.14434815
18	Phyllostylon brasiliense	4	0.00860215	-4.75574304	-0.04090962
19	Piscidia piscipula	41	0.08817204	-2.42846534	-0.21412275
20	Pithecellobium dulce	28	0.06021505	-2.8098329	-0.16919424

21	Platymiscium yucatanum	3	0.00645161	-5.04342512	-0.03253823
22	Podopterus mexicanus	18	0.03870968	-3.25166565	-0.12587093
23	Randia aculeata	8	0.0172043	-4.06259586	-0.06989412
24	Randia longiloba	10	0.02150538	-3.83945231	-0.08256887
25	Randia obcordata	8	0.0172043	-4.06259586	-0.06989412
26	Senegalia gaumeri	7	0.01505376	-4.19612726	-0.06316751
27	Senna atomaria	25	0.05376344	-2.92316158	-0.15715922
28	Senna racemosa	16	0.0344086	-3.36944868	-0.11593802
29	Sideroxylon obtusifolium	4	0.00860215	-4.75574304	-0.04090962
30	Thouinia paucidentata	12	0.02580645	-3.65713076	-0.09437757
31	Vachellia pennatula	15	0.03225806	-3.4339872	-0.11077378
32	Vitex gaumeri	2	0.00430108	-5.44889023	-0.02343609
	Total general	465	Diversidad	H' =	3.218
			Equidad	J' =	0.929

Curva de acumulación

Según el estudio con el estimador no paramétrico Chao1, se observa que no se alcanza la asíntota en el transecto 15, sin embargo se presenta un 96% de eficiencia en el muestreo, lo cual indica que el esfuerzo de muestreo es suficiente un valor de 0 para sesgo y exactitud.



Gráfica 12: curva de acumulación de especies.







FAUNA

Muestreos de Fauna

Los muestreos de fauna son una herramienta útil para obtener datos que nos puedan orientar a la hora de la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

El análisis de los factores ecológicos negativos es continuamente introducido a diferentes ecosistemas en consecuencia de las actividades productivas causadas por el ser humano. La expansión de la mancha urbana es una de las principales causas de pérdida de ecosistemas a nivel nacional.

Estos ecosistemas cargan en si un complicado ensamble biológico, en donde alteraciones leves provocadas por actividades antropocéntricas, pueden desencadenar un desequilibrio ecológico que puede conllevar a la pérdida numerosas especies de fauna y flora.

Los estudios previos a una construcción, pertinentes a las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIAS), para los grupos de fauna silvestre, permiten elaborar un inventario con las especies registradas y potenciales en el sitio y área de influencia que posteriormente a la obtención de resultados, darán paso a una toma de decisiones factibles para minimizar al máximo la perturbación en las comunidades animales en el predio, o en su caso elaborar estrategias para el rescate y reubicación de especies.

Metodologías de muestreo, Diseño e intensidad de muestreo

Para los muestreos de fauna silvestre, dada la extensión del área de influencia y sitio del proyecto se optó por la realización de una campaña de monitoreo que abarco una extensión de una semana durante el mes de mayo de 2026, obteniendo un registro más amplio de especies.

Se realizó una serie de recorridos exhaustivos aplicando las diversas metodologías aplicables a cada grupo faunístico y se procedió a identificar todas las especies. Para los recorridos en las zonas se empleó la técnica de detección en silencio siguiendo transectos lineales continuos por día (sumatoria de recorridos durante la mañana y tarde), con ayuda del software Garmin BaseCamp, dicha metodología se emplea principalmente en aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

Para definir el área se tomó referencia:

1.Sistema ambiental

1. Área de Influencia

2. Sitio del proyecto.

3. Las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales indirectos, así como las áreas urbanas o los asentamientos humanos que resultan beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente del proyecto.

6. Uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI

Tabla 28.Coordenadas UTM del recorrido realizado para el monitoreo- Puntos de observación marcados en el inicio y fin de cada transecto.

ID	TRANSECTO		X	Y
1	1	INICIO	287365.207	2355956.769
2	1	FIN	287464.614	2355945.897
3	2	INICIO	287460.233	2356511.456
4	2	FIN	287559.640	2356500.583
5	3	INICIO	288163.465	2356429.671
6	3	FIN	288262.872	2356418.798
7	4	INICIO	286645.259	2356588.784
8	4	FIN	286744.666	2356577.912
9	5	INICIO	287098.290	2356197.631
10	5	FIN	287197.697	2356186.758
11	6	INICIO	286614.320	2356215.310
12	6	FIN	286713.728	2356204.437
13	7	INICIO	286625.370	2356405.362
14	7	FIN	286724.777	2356394.489
15	8	INICIO	287087.240	2356365.584
16	8	FIN	287186.647	2356354.711

17	9	INICIO	287072.895	2356543.393
18	9	FIN	287172.302	2356532.520
19	10	INICIO	287361.269	2355494.881
20	10	FIN	287460.676	2355484.008
21	11	INICIO	287843.028	2355408.694
22	11	FIN	287942.435	2355397.822
23	12	INICIO	287765.681	2356274.978
24	12	FIN	287865.089	2356264.105
25	13	INICIO	287385.578	2356168.902
26	13	FIN	287484.985	2356158.029
27	14	INICIO	288134.736	2356124.704
28	14	FIN	288234.143	2356113.831
29	15	INICIO	287858.498	2355905.923
30	15	FIN	287957.905	2355895.051
31	16	INICIO	287566.790	2355711.451
32	16	FIN	287666.197	2355700.579

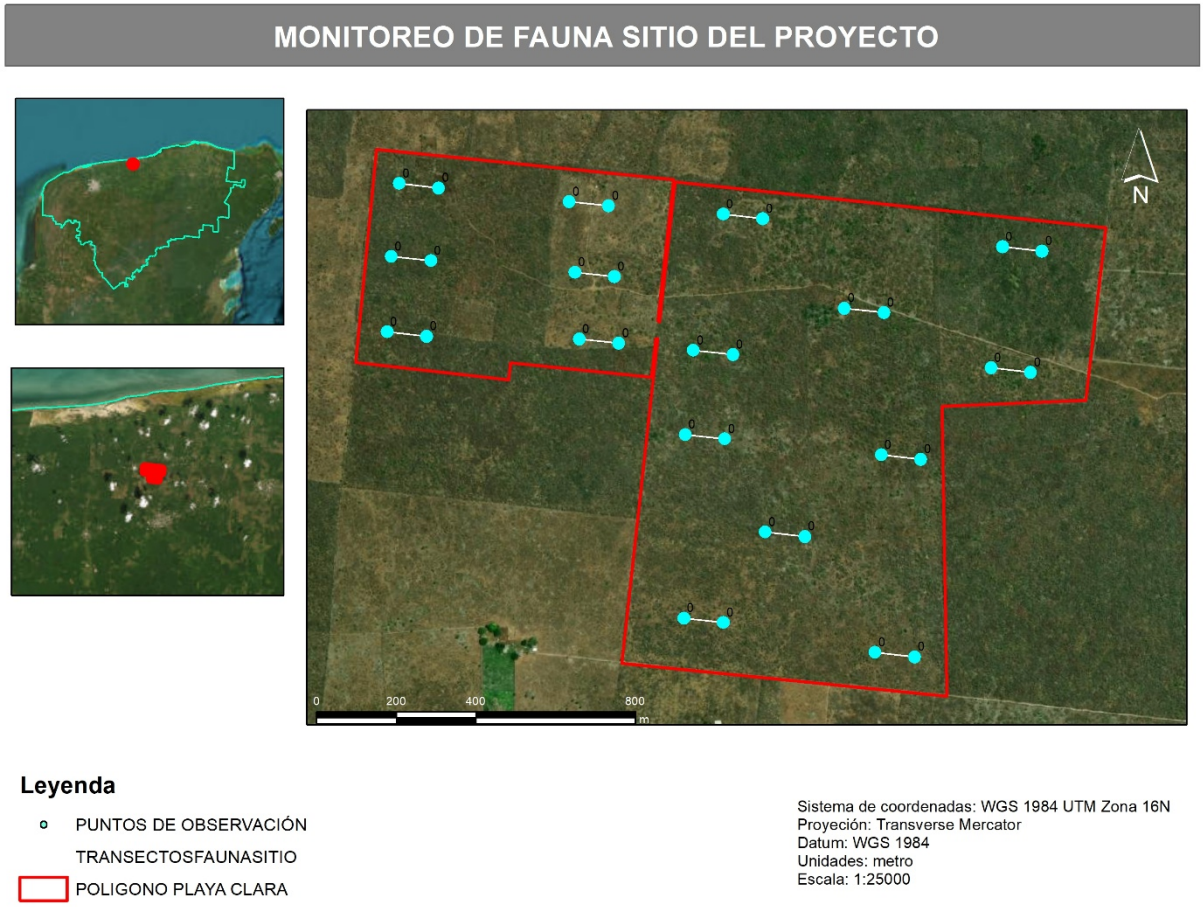


Figura 23. Mapa de transectos realizados en el sitio del proyecto.

Para el monitoreo de cada grupo faunístico se realizó lo siguiente:

- ***Aves***

Para obtener un inventario de la avifauna se realizaron muestreos tanto por métodos directos (avistamientos) como por indirectos (registros por canto). En los métodos directos, para una mayor certeza en la identificación de especies avistadas se utilizaron binoculares y guías de campo, en cuanto a los métodos indirectos para corroborar la identidad de las especies que emitían cantos, que no se lograron identificar *in situ,* se procedía a grabar los cantos y corroborados mediante la base de datos de Xeno-canto (http://www.xeno-canto.org/).

- Para la identificación de aves se utilizaron principalmente la guía de Sal a pajarear 2da edicióndе Barbara Mackinnon, la guía de Aves comunes de la Península de Yucatán de Llamosa Neumann y la aplicación Merlin bird ID para la identificación por cantos.
- Aves de México (2015). Humberto Berlanga García et al. CONABIO

- Sal a pajarear (2013). MacKinnon H., Barbara. Segunda edición. ISBN: 6079604221 9786079604226.
- Aves comunes de la Península de Yucatán (2008). Llamosa Neumann, Eduarco. ISBN: 9706053670
- Aplicación Merlin Bird ID.
-

Para el registro de aves se utilizó la metodología de recuentos en punto o puntos de conteo, los cuales son conceptual y teóricamente similares a los trayectos, solo que de longitud y velocidad cero. El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds et al. 1980, Bibbyet al. 1992, Ralph et al. 1996).

Se manejaron 32 puntos de conteo, al inicio y al final de cada transecto, el conteo se realizó mediante avistamientos directos y registro de canto . Considerando las características de la zona se tomó la decisión de no instalar redes de niebla.

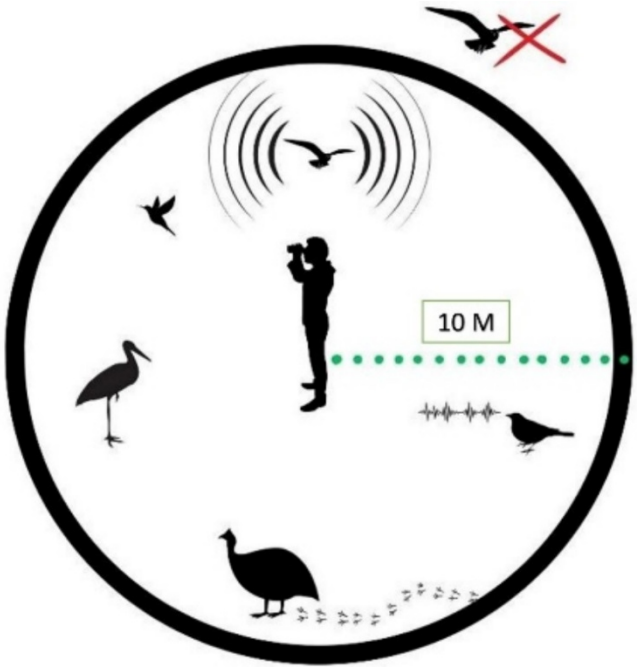


Figura 24. Método de observación usado para el monitoreo de aves.

- ***Anfibios y reptiles***

La metodología que se utilizó fue la revisión de micro ecosistemas tanto en estratos arbóreos como al ras del suelo durante el recorrido de los transectos lineales, que en el caso del predio fueron prácticamente nulos y a ras del suelo en las zonas identificadas con restos de la vivienda donde podían resguardarse algunos individuos. Se localizaban sitios en donde las condiciones podrían albergar especímenes pertenecientes a cualquiera de estos dos grupos y se hacía una revisión de este. Se utilizó un gancho y bastón herpetológico para el muestreo.

Cuando se localizaban sitios que por sus condiciones físicas fueran susceptibles de albergar especímenes pertenecientes a cualquiera de estos dos grupos. Posteriormente se realizaba una revisión de los sitios, para esto se utilizaron un gancho y bastón herpetológico.

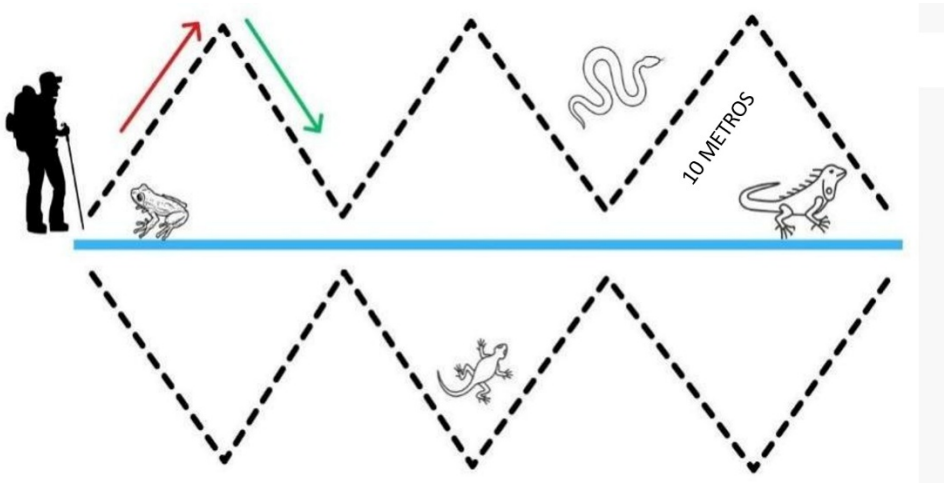


Figura 25. Método de observación usado para el monitoreo de anfibios y reptiles.

- Mamíferos

Se utilizó la metodología de identificación y extracción de huellas y/o excretas para mamíferos medianos y grandes, ya que es la forma más sencilla y directa de establecer ausencias y presencias en diferentes sitios del predio.

Se registró todo rastro (huella, excreta, pelos) que pudiera ser plenamente identificado y que se encontraran dentro de los transectos establecidos. De igual manera, el personal involucrado corrió la metodología de avistamiento directo siguiendo los recorridos establecidos para el predio.

Ante las características del sitio al encontrarse rodeado por barreras físicas por ser una zona con afluencia de personas en los caminos de acceso a pie de carretera los registros fueron escasos.

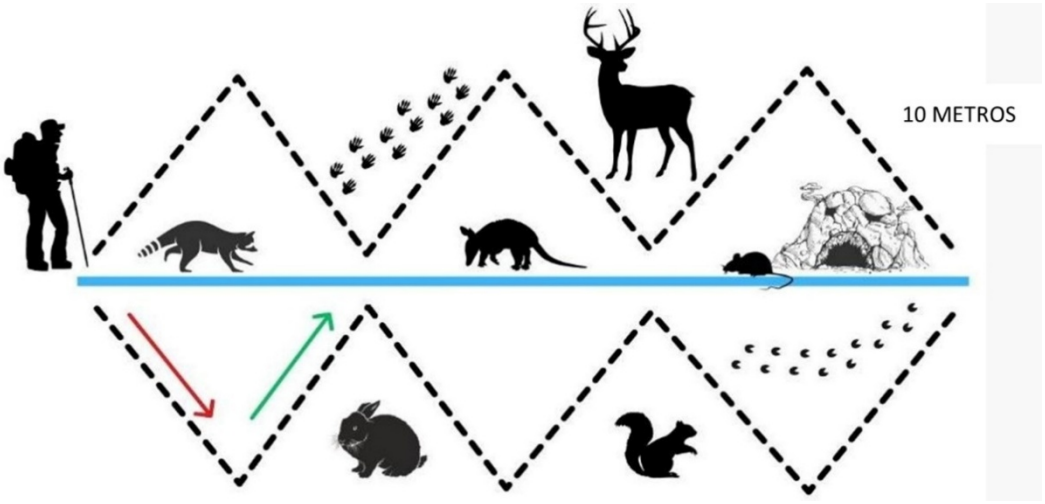


Figura 26. Método de observación usado para el monitoreo de mamíferos.

Resultados para el sitio del proyecto

Dadas las condiciones del sitio antes descritas, se presentan a continuación los resultados para los grupos de fauna:

Tabla 29. Listado de fauna registrada en el sitio del proyecto

GRUPO FAUNISTICO	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMUN	NOM-059 SEMARNAT	METODO DE OBSERVACION
AVES	Trochilidae	Amazilia rutila	Colibri		AVISTAMIENTO
AVES	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo		AVISTAMIENTO
AVES	Columbidae	Columba livia domestica	Paloma Domestica		AVISTAMIENTO
AVES	Columbidae	Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo		AVISTAMIENTO
AVES	Columbidae	Columbina talpacoti	Tortolita Canela		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Contopus virens	Papamoscas del Este		AVISTAMIENTO
AVES	Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy		AVISTAMIENTO
AVES	Icteridae	Dives dives	Tordo cantor		AVISTAMIENTO
AVES	Mimidae	Dumetella carolinensis	Maullador gris		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Empidonax minimus	Papamoscas Chico		AVISTAMIENTO

AVES	Picidae	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje		AVISTAMIENTO
AVES	Mimidae	Mimus gilvus	Centzontle tropical		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	Mniotilta varia	Chipe trepador		AVISTAMIENTO
AVES	Momotidae	Momotus lessonii	Momoto Corona Negra		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Myiozetetes similis	Luis gregario		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	Parkesia noveboracensis	Chipe charquero		AVISTAMIENTO
AVES	Cardinalidae	Passerina cyanea	colorin azul		AVISTAMIENTO
AVES	Polioptilidae	Polioptila albiventris	Perlita Yucateca		AVISTAMIENTO
AVES	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor		AVISTAMIENTO
AVES	Parulidae	Setophaga tigrina	Chipe atigrado		AVISTAMIENTO
AVES	Hirundinidae	Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas		AVISTAMIENTO
AVES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano		AVISTAMIENTO
AVES	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	TEIIDAE	Cnemidophorus angusticeps	Ameiva arcoiris		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	BUFONIDAE	Incilius valiceps	Sapo nebuloso		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	PHRYNOSOMATIDAE	Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinosa		AVISTAMIENTO
ANFIBIOS Y REPTILES	TEIIDAE	Holcosus undulatus	Ameiva arcoiris		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Procyonidae	Procyon lotor	Mapache		AVISTAMIENTO
MAMIFEROS	Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache		AVISTAMIENTO

Análisis de Diversidad de Fauna en el sitio del proyecto

Tabla 30.Análisis de Diversidad de Fauna en el sitio del proyecto.

Fauna	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	*Amazilia rutila*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
2	*Cardinalis cardinalis*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
3	*Cnemidophorus angusticeps*	3	0.06818	-2.68558	-0.18311
4	*Columba livia domestica*	3	0.06818	-2.68558	-0.18311
5	*Columbina passerina*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
6	*Columbina talpacoti*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
7	*Contopus virens*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
8	*Crotophaga sulcirostris*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
9	*Didelphis marsupialis*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
10	*Dives dives*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
11	*Dumetella carolinensis*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
12	*Empidonax minimus*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
13	*Holcosus undulatus*	2	0.04545	-3.09104	-0.14050
14	*Incilius valiceps*	2	0.04545	-3.09104	-0.14050
15	*Melanerpes aurifrons*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
16	*Mimus gilvus*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
17	*Mniotilta varia*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
18	*Momotus lessonii*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
19	*Myiarchus tuberculifer*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
20	*Myiozetetes similis*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
21	*Parkesia noveboracensis*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
22	*Passerina cyanea*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
26	*Polioptila albiventris*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
27	*Procyon lotor*	1	0.02273	-3.78419	-0.08600
28	*Quiscalus mexicanus*	2	0.04545	-3.09104	-0.14050
29	*Sceloporus chrysostictus*	4	0.09091	-2.39790	-0.21799
31	*Setophaga tigrina*	2	0.04545	-3.09104	-0.14050
32	*Stelgidopteryx serripennis*	2	0.04545	-3.09104	-0.14050
33	*Tyrannus melancholicus*	2	0.04545	-3.09104	-0.14050
34	*Zenaida asiatica*	2	0.04545	-3.09104	-0.14050
		44	Diversidad	H' =	3.288
			Equidad	J' =	0.932

El análisis de diversidad biológica realizado en el sitio del proyecto permitió evaluar la composición y estructura de las comunidades presentes en el área de estudio. Como resultado,

se obtuvo un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 3.2 y un índice de equidad de Pielou (J') de 0.932, valores que indican una diversidad biológica moderada.

PAISAJE

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes. El paisaje es la expresión espacial y visual del medio, por lo que debe ser entendido como un recurso natural, escaso y valioso. De este modo, las restricciones técnicas y de escalas solo permiten considerar sus valores visuales.

El sitio del proyecto presenta un paisaje con vegetación agrícola y de selva. No se observan sitios utilizados para lotificación dentro del área de influencia.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Como se ha mencionado anteriormente se revisó la bibliografía (libros, sitios web, artículos científicos, etc.) que pudieran ser aplicables para la zona del sitio; esto en cuanto a sus características físicas y biológicas para contar con un panorama previo a los días de campo en el predio. Los resultados de las metodologías específicas para flora y fauna nos permiten obtener un panorama completo de las condiciones actuales en el predio, lo cual se representa en el diagnóstico ambiental que se describe de manera puntual a continuación:

- El sitio del proyecto se encuentra enclavado en una de usos agrícolas, en la que se observa la fragmentación derivada de procesos de cambio de uso suelo
- Se obtuvo una riqueza de 84 registros de fauna silvestre en el área de influencia de los cuales, Ctenosaura similis se encuentra catalogada en la NOM-059-2010 SEMARNAT y de flora Roystonea regia y Guaiacum sanctum.
- En el sitio del proyecto de registraron 3 especies endémicas de la provincia biótica de la Peninsula de Yucatán Nopalea gaumeri, *Selenicereus grandiflorus ssp. donkelaarii, Casearia yucatanensis*
- El grupo más representativo fue el grupo de las aves, con avistamientos. Dadas las condiciones de la vegetación antes mencionadas, el predio no presenta las condiciones adecuadas de refugio y resguardo para grupos como los mamíferos. De ahí que los registros faunísticos fueron escasos.
- De manera general el proyecto contempla la implementación de una infraestructura compatible con los usos y criterios ambientales en la zona. El proyecto se debe desarrollar de manera adecuada bajo una estricta planeación de respeto al medio ambiente mediante el cumplimiento de toda la normatividad ambiental vigente y aplicable para la zona.

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

4. METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

En este capítulo se identifica y evalúa los impactos ambientales y sociales que se presentarán durante las diferentes etapas del presente proyecto. Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

La aplicación metodológica sugiere, por una parte, los sistemas ecológicos naturales y, por otra parte, las acciones del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Las acciones derivadas del proyecto para la aplicación de la siguiente metodología responden a los criterios siguientes: son significativos, son independientes y son medibles.

Para la identificación de las acciones se inició con una revisión bibliográfica de documentos existentes para el área donde incide el proyecto, tales como artículos públicos, tesis de maestría y licenciatura, fotos satelitales, situación legal, entre otros. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente.

La importancia de la correcta evaluación y mesura de los impactos radica en que, a base a los resultados obtenidos se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación.

Como se ha descrito en el capítulo 2 del presente documento, consiste en un desarrollo inmobiliario habitacional

4.1 INDICADORES DE IMPACTO.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración al ambiente resultante de la acción del hombre, mientras que un impacto es la alteración significativa del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo.

Los impactos se consideran significativos cuando superan los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio profesional, valoración económica, ecológica o social, entre otros criterios.

Se realizó un listado de las actividades que se realizaran durante el desarrollo del proyecto para una mejor evaluación, se optó por dividir las actividades de todo el proyecto en 3 etapas que se presentan a continuación (Tabla 1):

Tabla 1. Lista de actividades generales del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDADES DEL PROYECTO
Preparación del sitio	Verificación topográfica. Trazo topográfico Relleno y nivelación.
Construcción	Habilitación de las instalaciones y vialidades
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento general de la infraestructura

En base al listado de actividades anteriores se realizó un análisis de los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de dichas actividades.

Es importante mencionar que los efectos sobre dichos Indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las diferentes etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de impacto ambiental se dividirá el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso.

En base a lo antes mencionado se propone el siguiente listado de Indicadores Ambientales:

Tabla 2. Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto.

COMPONENTE	INDICADOR

Abióticos (Físicos y Químicos)	Calidad del aire Calidad del suelo Estabilidad del suelo Calidad de agua subterránea Disponibilidad de agua Generación de ruido
Bióticos (Flora y Fauna)	Vegetación terrestre Fauna terrestre Hábitat terrestre Especies en la NOM 059
Abióticos (Paisaje)	Microclima Estructura del paisaje Calidad sanitaria del ambiente
Socioeconómicos	Empleo y mano de obra Infraestructura y servicios Calidad de vida Patrones de vida

LISTA DESCRIPTIVA DE LOS INDICADORES DE IMPACTO PARA EL PROYECTO.

Calidad del aire: Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto. También se refiere a la dispersión de partículas suspendidas (polvos) producto del rodamiento de vehículos y maquinaria en el sitio y por el transporte de material pétreo.

Calidad del suelo: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general. Se entiende también como las modificaciones que sufre el suelo debido a los cambios en el relieve como pueden ser cortes o rellenos de material.

Estabilidad del suelo. Son las modificaciones que ocasionara el proyecto en cuanto a hundimientos y deslizamientos en el sitio.

Calidad del Agua subterránea: Se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua subterránea debido a infiltración o vertido accidental de contaminantes tales como lixiviados, agua residual sin tratamiento, derrames accidentales de aceites o combustibles, etc.

Generación de ruido: Corresponde al generado por los vehículos y maquinara utilizada en las fases del proyecto.

Vegetación terrestre: Para medir este indicador se utiliza el grado de afectación o daño producido a la capa vegetal en cuanto a la pérdida de superficie (en porcentaje de desmonte) y al tipo de vegetación afectada (matorral de duna, selva baja, pastizales, etc.).

Fauna Terrestre: Hace énfasis a los efectos directos que tendrá la fauna por las actividades del proyecto, como el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio, muerte accidental de algunos animales (atropellamiento).

Hábitat terrestre: Indica la eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies terrestres localizadas en el sitio.

Microclima: Un microclima es un clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra. El microclima es un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un contorno o ámbito reducido. Este indicador hace referencia a las modificaciones locales de los distintos microclimas del sitio. Puede decirse que es el clima a pequeña escala que afecta directamente a una comunidad.

Estructura del paisaje: El paisaje es un componente complejo dentro del ámbito ambiental, es concebido como una unidad espacial y temporalmente pluriescalar caracterizada por unos patrones de distribución, funciones y una red de flujos de materia, energía e información.

Calidad Sanitaria del Ambiente: Indica las condiciones ambientales del sitio y de las zonas aledañas por efecto de las actividades inherentes del proyecto. Se evalúan las condiciones de los servicios ambientales en la zona tales como: presencia de residuos sólidos, generación de olores, gases, proliferación de fauna nociva y presencia de residuos peligrosos. La calidad del ambiente debe permitir a los habitantes futuros llevar una vida sana, manteniendo en buenas condiciones al componente medioambiental.

Empleo y mano de obra: Se refiere a las oportunidades de empleo que generara el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

Infraestructura y Servicios: Hace referencia a servicios e infraestructura adicionales que se requiera contratar tales como renta de sanitarios, recolección de basura, renta de máquinas para mantenimientos.

Calidad de vida: Se refiere a las condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región, que serán afectados por el proyecto. La calidad de vida se refiere a los servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud, servicios de sanidad (recolección de basura, tratamiento de agua residual, etc.).

Patrones de vida: Indica las modificaciones en los patrones de vida de los habitantes del sitio y de las zonas aledañas.

CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN PARA EL PROYECTO.

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se propone un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batalle - Columbus, con resultados cuantitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas, los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (*Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 2000*).

La metodología de valoración de impactos adoptada es del tipo numérico, cumpliendo con los tres requisitos del modelo ideal de valoración (Adecuación, Conceptual y adecuación de la información de manera total y Adecuación matemática de manera parcial), sacrificando, no obstante parte del rigor matemático en favor de la posibilidad de considerar una mayor cantidad de información *(Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 1997).*

La valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, las matrices creadas en el presente trabajo en donde se relacionen dichos aspectos nos permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

Se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc.

Se emplean los siguientes criterios para la evaluación de los impactos:

Carácter del impacto (CI): se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.

Intensidad del impacto (I): representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.

Extensión del impacto (EX): se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

Sinergia (SI): este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.

Persistencia (PE): refleja el tiempo en supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.

Efecto (EF): se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.

Momento del impacto (MO): alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

Acumulación (AC): este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Recuperabilidad (MC): se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.

Reversibilidad (RV): hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales.

Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Con el establecimiento de los criterios con los que se evaluaran los impactos, se procede con los valores que podría adquirir cada criterio con respecto al impacto evaluado, esto con el fin de que el impacto adquiera un valor del impacto en unidades cuantitativas y mesurables que nos permitan hacer la correcta evaluación y análisis de los alcances de cada impacto.

Tabla 3. Valor de los criterios para la evaluación de los impactos.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(CI)	Carácter del impacto.			
	Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	(+)	Positivo.	
		(–)	Negativo.	
		(X)	Previsto.	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
(I)	Intensidad del impacto.			
		(1)	Baja.	Afectación mínima.

	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(2)	Media.	
		(4)	Alta.	
		(8)	Muy alta.	
		(12)	Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	Extensión del impacto.			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(1)	Puntual.	Efecto muy localizado.
		(2)	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		(4)	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno
		(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1)	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1)	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	Efecto.			
	Se interpreta como la forma de manifestación del	(1)	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la

	efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.			representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(0)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
(MO)	Momento del impacto.			
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	(1)	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.
		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	Acumulación.			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1)	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa 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.
MC)	Recuperabilidad.			
	Posibilidad de introducir medidas	(1)	Recuperable de inmediato.	El efecto puede recuperarse parcialmente.

	correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	(2)	Recuperable a mediano plazo.	
		(4)	Mitigable.	
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	**Reversibilidad.**			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	(1)	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificulta extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	**Periodicidad.**			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	(1)	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	**Importancia del efecto.**			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]		
(CLI)	**Clasificación del impacto.**			

	Partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto (IM).	(CO)	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual que 25
		(M)	MODERADO	Si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50
		(S)	SEVERO	Si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	CRITICO	Si el valor es mayor que 75

DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO.

Los impactos ambientales sobre los componentes del medio ambiente son el resultado de las acumulaciones de impactos de diversa magnitud y alcance. Además, el medio donde se llevarán a cabo dichas actividades podría variar de un proyecto a otro. Entonces cada medio receptor tendrá una mayor o menor capacidad para responder ante los efectos producidos por las actividades derivadas de un proyecto. Entonces podríamos decir que los impactos varían en cuanto a intensidad e importancia debido a los siguientes factores:

Las características propias del proyecto tales como magnitud, duración de las actividades, métodos empleados, entre otras.

Las características propias del medio donde se llevará a cabo el proyecto tales como áreas protegidas o de importancia, zonas urbanas, tipo de vegetación presente, estructura del paisaje, hábitat, etc.

Partiendo de lo anterior es importante identificar los impactos mientras se examina detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio.

Analizando cada factor ambiental se enumeran a continuación los impactos que pudieran incidir en dichos factores. Cada factor tiene relacionado una o varias actividades de obra que causan algún efecto sobre él, estos efectos son enumerados, y posteriormente son analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado.

A continuación, se enlistan los impactos identificados sobre cada componente.

Tabla 4. Impactos identificados para el proyecto

FACTORES MEDIO AMBIENTALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	Nº IMPACTO
FACTOR		1

	Calidad del Aire	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	
		Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	2
	Calidad del suelo	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores y/o habitantes.	3
		Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	4
	Estabilidad del Suelo	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	5
	Calidad del agua subterránea	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	6
	Calidad del agua subterránea	Generación de aguas residuales durante las etapas del proyecto	7
	Disponibilidad de agua	Abastecimiento de agua durante las etapas del proyecto	8
	Generación de ruido	Se generarán emisiones sonoras	9
FACTORES BIÓTICOS	Vegetación terrestre	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	10
	Fauna Terrestre	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	11
	Hábitat Terrestre	Se creará una modificación del hábitat.	12
FACTORES	Microclima	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	13

	Estructura de paisaje	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	14
	Calidad sanitaria del ambiente	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores y habitantes, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	15
FACTORES SOCIOECONÓMICOS	Empleo y mano de obra	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	16
	Infraestructura y servicios	Durante las primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados.	17
	Calidad de vida	Ganancias económicas por empleos temporales.	18
	Patrones de vida	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto.	19

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL PROYECTO.

Habiéndose identificado los principales impactos socioambientales que se pueden generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se procede a la correspondiente evaluación ambiental.

De acuerdo a los valores proporcionados en la tabla 3 para la calificación de los impactos, se les proporcionara un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un numero mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados: si el valor es menor o igual que 25 se clasifica como COMPATIBLE (CO), si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como MODERADO (M), cuando el valor obtenido sea mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es SEVERO (S), y por último cuando se obtenga un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de CRITICO (C).

Basándonos en el modelo Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 2000, que deriva del libro Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, se realizaron 3 matrices,

una matriz para cada etapa del proyecto considerando que las valoraciones numéricas de los impactos son variables de acuerdo a las diferentes etapas del proyecto propuesto.

PREPARACIÓN DEL SITIO

En la tabla 5 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa:

Tabla 5. Valoración numérica, Etapa de Preparación del sitio.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-19	Compatible
2	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
3	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajador	-1	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	-21	Compatible

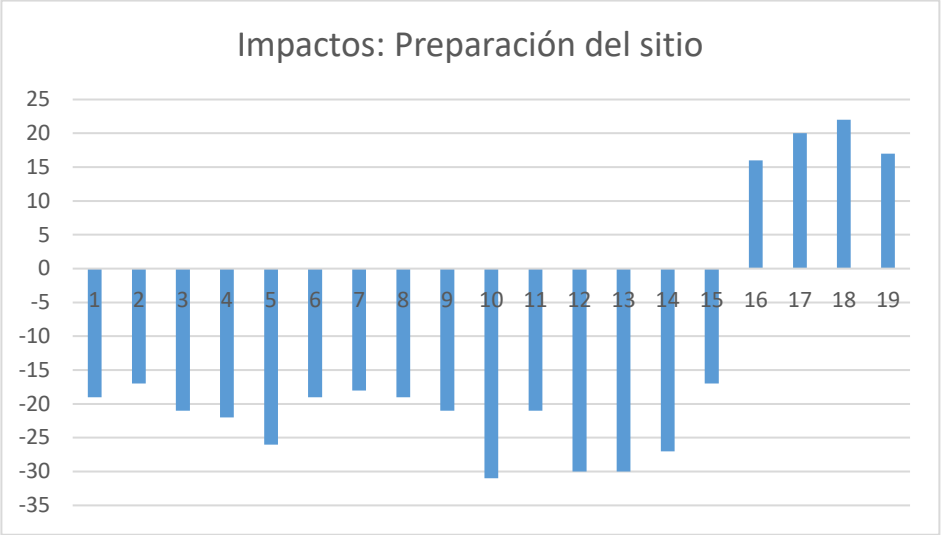
	es y/o habitantes.													
4	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	1	1	2	2	1	4	1	4	2	1	-22	Compatible
5	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	-1	2	2	1	2	1	4	1	4	2	1	-26	Moderado
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	-19	Compatible
7	Generación de aguas	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	2	-18	Compatible

	residuales durante las etapas del proyecto													
8	Abastecimiento de agua durante las etapas del proyecto	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-19	Compatible
9	Se generaran emisiones sonoras	-1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	-21	Compatible
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	-1	2	1	1	4	1	4	1	4	4	4	-31	Moderado
11	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	-1	1	1	1	2	1	4	1	4	2	1	-21	Compatible
12	Se creará una modificación del hábitat.	-1	2	1	2	4	1	4	1	4	4	2	-30	Moderado
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva	-1	2	1	2	4	1	4	1	4	4	2	-30	Moderado

	característica inexistente anteriormente en la zona.													
14	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	-1	2	1	1	2	1	4	1	4	4	2	-27	Moderado
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores y habitantes, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	16	Compatible
17	Durante las primeras etapas se	1	1	1	1	1	1	4	4	1	2	1	20	Compatible

	requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados													
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	22	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible

Compatibles =<25	Moderados >25 <50	Severo >50 <75	Crítico >75



Gráfica 1. Valoración de los impactos durante la etapa de Preparación del Sitio.

En la etapa de preparación del sitio se realizará la limpieza del área (desmonte y/o despalme). De los 19 impactos que se identificaron para el proyecto total, en la preparación del sitio se presentarán todos.

De los impactos que se identificaron para la etapa de preparación, 15 fueron identificados como negativos, de los cuales 10 son compatibles y 5 moderados; también se identificaron 4 impactos positivos referentes a las actividades socioeconómicas, de éstos, los 4 impactos fueron considerados compatibles, al estar ligados a la contratación de personal para las actividades a realizar.

Respecto a los 5 impactos negativos que se clasifican como moderados, la calificación más alta fue de -31, referente a la remoción de vegetación por la realización de vialidades para el acceso a los lotes, respecto a los 10 impactos negativos que se clasifican como compatibles, la calificación más alta fue de -22, referente a la calidad del suelo y su afectación por posibles fugas o derrames a la entrada y salida de vehículos del sitio del proyecto.

5.4.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En la tabla 6 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa.

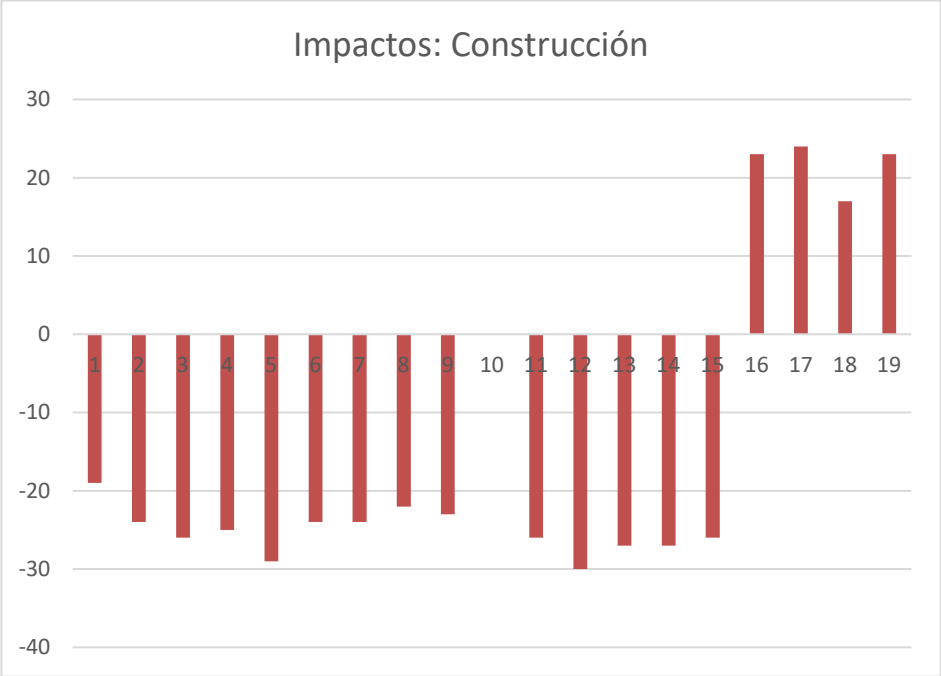
Tabla 6. Valoración numérica, Etapa de Construcción.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-19	Compatible
2	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	2	2	2	1	1	4	1	2	2	1	-24	Compatible
3	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores y/o habitantes.	-1	2	2	2	2	1	4	1	4	1	1	-26	Moderado
4	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	2	1	2	2	1	4	1	4	2	1	-25	Compatible
5	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	-1	2	2	1	2	1	4	1	4	4	2	-29	Moderado
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de	-1	1	2	2	2	1	4	1	4	2	1	-24	Compatible

	aceites, combustibles y otros residuos.													
7	Generación de aguas residuales durante las etapas del proyecto	-1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	4	-24	Compatible
8	Abastecimiento de agua durante las etapas del proyecto	-1	2	1	1	1	1	2	1	4	2	2	-22	Compatible
9	Se generaran emisiones sonoras	-1	2	2	2	1	1	4	1	1	1	2	-23	Compatible
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NULO
11	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	-1	2	1	1	1	1	4	1	4	4	2	-26	Moderado
12	Se creará una modificación del hábitat.	-1	2	1	2	4	1	2	1	4	4	4	-30	Moderado
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	1	1	2	4	1	2	1	4	4	4	-27	Moderado
14	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	-1	2	1	1	4	1	2	1	4	2	4	-27	Moderado
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores y habitantes, así como residuos sólidos no	-1	2	1	2	1	1	2	4	2	4	2	-26	Moderado

	peligrosos (restos de comida, embalajes).													
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	2	1	1	1	1	4	4	1	1	2	23	Compatible
17	Durante las primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados	1	1	1	1	1	1	4	4	4	2	2	24	Compatible
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	1	2	1	1	1	1	4	4	1	1	2	23	Compatible

Compatibles =<25	Moderados >25 <50	Severo >50 <75	Crítico >75



Gráfica 2. Valoración de los impactos generados durante la Construcción del Proyecto.

Durante la Etapa de Construcción se identificaron 18 impactos y se obtuvieron 3 con valor nulo. El primer valor considerado como nulo, es referente a la remoción de cubierta vegetal, debido a que no se desmontarán áreas adicionales a las delimitadas durante la etapa de preparación del sitio.

Entre los compatibles se encuentran factores referentes a Calidad del aire, Calidad del suelo, Calidad del agua subterránea, Disponibilidad de agua y Generación de ruido.

Los calificados como moderados hacen referencia a los factores Calidad del suelo, Estabilidad del suelo, Factores bióticos y Factores abióticos obteniendo calificaciones que van en el rango de -26 a -30, estos valores se deben principalmente a la presencia de trabajadores y los residuos que puedan generar durante los trabajos de habilitación de vialidades.

De los impactos positivos que se presentaran son compatibles referentes al efecto benéfico que tendrá el proyecto por la infraestructura y servicios que se requieran, así como sobre los patrones y calidad de vida de los pobladores de la zona.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante esta etapa, los impactos disminuyen su valoración en la mayoría de los casos.

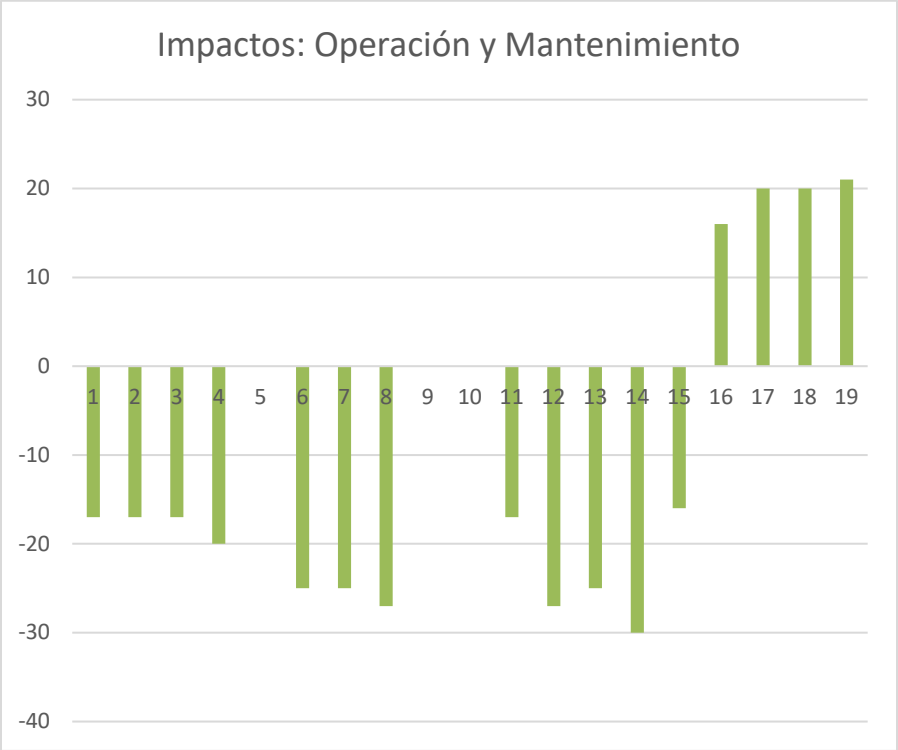
Tabla 7. Valoración numérica, Etapa de Operación y Mantenimiento.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	-17	Compatible
2	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
3	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores y/o habitantes.	-1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	-17	Compatible
4	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	-20	Compatible
5	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	-1	2	2	2	2	1	2	1	4	2	1	-25	Compatible

7	Generación de aguas residuales durante la etapas del proyecto	-1	2	1	2	1	1	2	4	4	2	1	-25	Compatible
8	Abastecimiento de agua durante las etapas del proyecto	-1	2	1	2	2	1	2	4	4	2	2	-27	Moderado
9	Se generarán emisiones sonoras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
11	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	-1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	1	-17	Compatible
12	Se creará una modificación del hábitat.	-1	1	1	2	4	1	2	1	4	4	4	-27	Moderado
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	1	1	2	4	1	2	4	2	4	1	-25	Compatible
14	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	-1	2	1	2	4	1	2	1	4	4	4	-30	Moderado
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores y habitantes, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	16	Compatible
17	Durante las primeras etapas se requerirán los servicios de	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	2	20	Compatible

	empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados													
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	2	20	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	1	2	1	1	1	1	2	1	1	4	2	21	Compatible

Compatibles =<25	Moderados >25 <50	Severo >50 <75	Crítico >75

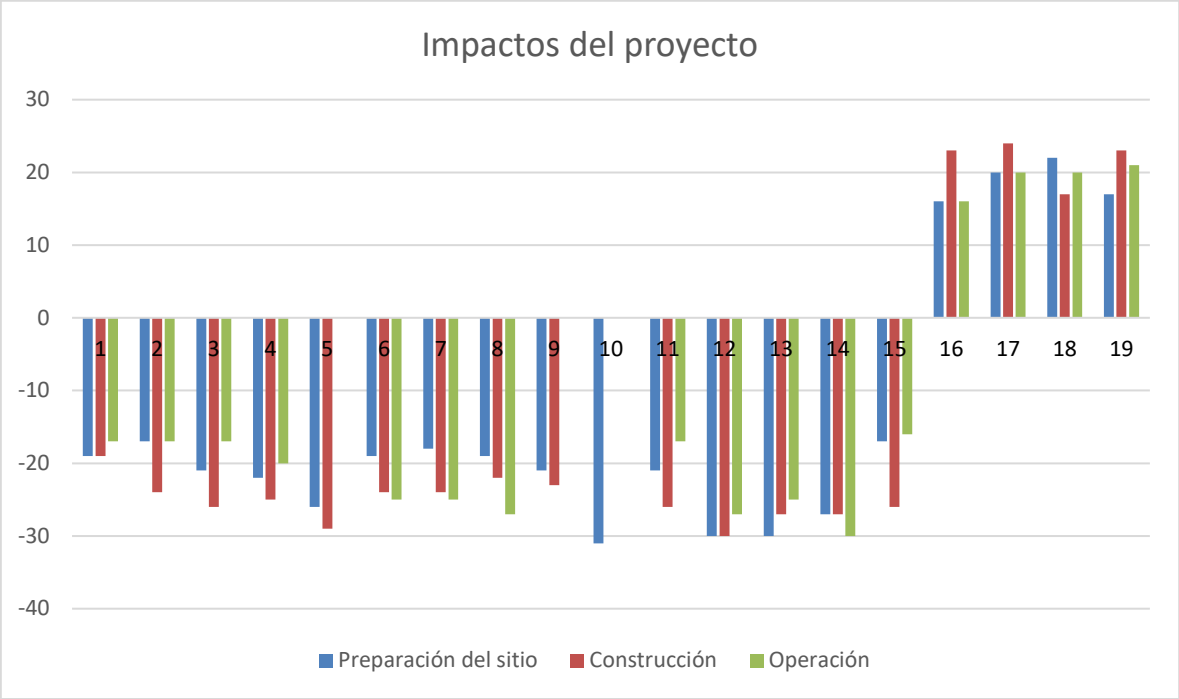


Gráfica 3. Valoración de los impactos generados durante la Operación y Mantenimiento del proyecto.

Durante la Etapa de Operación y mantenimiento, los impactos negativos ocurrentes en la fase de preparación del sitio y construcción disminuyen sus valoraciones como se presenta en la Tabla 7 y en la Gráfica 3.

Los impactos nulos son referentes a la estabilidad del suelo, generación de ruido y remoción de la cubierta vegetal, debido a que en esa etapa no se realizarán excavaciones, no se utilizará maquinaria ni se llevará a cabo desmonte de ningún área.

En la siguiente gráfica, se presentan los valores numéricos obtenidos en todas las etapas del proyecto, en los cuales se aprecia los cambios que sufren dichas valoraciones en las diferentes etapas del proyecto.



Gráfica 4. Valoración de los impactos generados durante todas las etapas

4.1 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

En el presente capítulo se describen el conjunto de las medidas preventivas y mitigadoras que, tienen como finalidad la prevención y la mitigación de los impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto. Estas medidas deben ser aplicadas desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento. Estas medidas están en función de su naturaleza con respecto a las citadas etapas, de acuerdo con lo siguiente:

Las llamadas medidas **preventivas o protectoras**, se aplican para evitar, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.

Y las medidas **mitigadoras o correctoras** son aquellas que se utilizan para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

Por otro lado, el conjunto de todas estas medidas redactadas en el presente título se debe de poner en práctica posteriormente, en todas las fases del proyecto, es decir: preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

PER (PRESIÓN, ESTADO Y RESPUESTA)

El esquema PER está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones (P) sobre el ambiente modificando con ellos la calidad y cantidad de los recursos naturales (Estado); asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (Respuestas).

El esquema PER agrupa los indicadores en tres categorías cuya interacción proporciona información sobre el proceso causa-efecto que hay detrás de diversas problemáticas

Presión

Describen las presiones que ejercen las diferentes actividades humanas sobre el ambiente y los recursos naturales. Los indicadores de presión se clasifican a su vez en dos grupos:

- El primero considera las presiones directas sobre el ambiente, frecuentemente ocasionadas por las actividades humanas.
- La segunda toma en cuenta las actividades humanas en sí mismas, es decir, las condiciones de aquellas actividades productivas o de otro tipo que generan la problemática.

Estado

Se refieren a la calidad del ambiente y la cantidad y estado de los recursos naturales. Los indicadores de estado deben estar diseñados para dar información sobre la situación del ambiente y sus cambios a través del tiempo. Este tipo de indicadores se consideran también los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro del ambiente.

Respuesta

Presentan los esfuerzos que realizan en la sociedad, instituciones o gobiernos, orientados a la reducción o mitigación de la degradación del ambiente.

Los indicadores así construidos tratan de reflejar y medir las interrelacionar entre el desarrollo socioeconómico y los fenómenos ecológico-ambientales y construir un punto de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad.

MEDIDAS PREVENTIVAS.

Las medidas preventivas se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 8. Medidas de prevención para el proyecto.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DEL AIRE			
Se generarán emisiones a la atmosfera tales como polvos y partículas por la entrada y salida de vehículo.	Humedecer el material transportado y, cubrir los vehículos que transportan material con lonas.	PS - C Esta actividad será de mayor importancia en la segunda etapa del proyecto.	Se controlará la emisión de polvo, reduciendo el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.
Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión.	Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo con la Norma correspondiente.	PS - C Esta actividad es de suma importancia en principalmente en las 2 primeras etapas del proyecto.	Se controlará la emisión de gases y partículas de combustión y vapores lo cual reducirá el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.
CALIDAD DE SUELO			
Se consideran afectaciones por los lixiviados provenientes de residuos sólidos y fisiológicos que se generarán.	Los residuos sólidos serán almacenados temporalmente en contenedores ubicados en áreas estratégicas que faciliten su recolección y trasladados al sitio de disposición final. Los contenedores deberán estar rotulados y contar con tapa y bolsas plásticas. Respecto a los residuos fisiológicos, para evitar el fecalismo al aire libre se instalarán sanitarios portátiles, el número (de sanitarios) estará en razón de 1 por cada 10 trabajadores. La recolecta y	PS – C Esta medida aplica desde el inicio del desmonte en la zona de construcción. Respecto a los sanitarios portátiles, estos serán utilizados durante las etapas de preparación del sitio y su construcción.	Se evitará la contaminación del suelo por infiltración de lixiviados y por residuos sólidos dispersos en el área.

	limpieza de los sanitarios para la disposición en sitios de tratamiento, estarán a cargo de una empresa establecida.		
Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	No se almacenará temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área. En cuanto a los vehículos, se mantendrán en buen estado y con verificación periódicas de acuerdo con la Norma.	PS - C- O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Se evitará la contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.
ESTABILIDAD DEL SUELO			
Se afectará la estabilidad del suelo por los trabajos de excavación y nivelación, así como por la disminución de cubierta vegetal.	El suelo removido durante las actividades de cimentación permanecerá en el predio y será reintegrado en las áreas de conservación del Proyecto. Se delimitará la superficie de trabajo para no afectar más de la autorizada.	PS - C Se deberá delimitar la zona de construcción sin afectar una mayor superficie de la autorizada.	Minimiza los cambios en la continuidad de la superficie del terreno manteniendo la estabilidad del suelo.
CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA			
Por efectos de la infiltración, el manto freático es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y residuos sólidos o fisiológicos.	Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se instalarán sanitarios portátiles, el manejo y disposición final de estos residuos será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio. No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad Para evitar derrames accidentales en el sitio, no se realizarán mantenimientos a vehículos automotores, así como carga de combustible.	PS - C - O Los sanitarios portátiles deberán estar desde el inicio de la obra hasta su finalización. Se contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para las instalaciones.	Se evitará la contaminación de agua subterránea.

	Para la etapa de Operación se contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (descrito en el Cap.2) para las instalaciones		
Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento.	Durante las etapas de preparación y construcción el agua que se requiera será proporcionada por medio de la compra de tótems de agua. Durante la operación del proyecto, las instalaciones contaran con sistemas ahorradores de agua.	PS - C - O Se abastecerá el proyecto con tótems de agua.	Se evitará al máximo el consumo excesivo del agua.
	GENERACIÓN DE RUIDO		
La construcción generará emisiones sonoras.	A todos los vehículos, se les deberá practicar los mantenimientos correctivos y preventivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio seleccionado para el desarrollo de la obra.	PS - C Se solicitarán las bitácoras o comprobantes de mantenimiento con el fin de verificar el buen estado de los vehículos que se utilicen.	Se controlará los niveles de ruido generados.
	VEGETACIÓN TERRESTRE		
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	No se desmontará ningún área fuera de las autorizadas. Estará estrictamente prohibida las actividades siguientes: - Extracción de especies del sitio, o partes de estas, para uso comercial, como mascota o alimento. - Extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de estas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación. No se deberán ocupar o afectar superficies adicionales a las	PS Previo al inicio de obra se deberá delimitar el área verde para evitar afectar una mayor superficie a la autorizada.	Se respetará a la flora silvestre.

	requeridas por el diseño evaluado en este documento. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación. Se llevará a cabo un Programa de Reubicación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
FAUNA TERRESTRE			
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	Que estrictamente prohibido cazar, capturar, lesionar, vender, regalar, matar o espantar a las especies de fauna silvestre que se avisten o localicen en el área seleccionada para realizar el proyecto.	PS-C Previo a la obra se deberá reubicar la fauna que se encuentre en el sitio y que así lo requiera.	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna silvestre
HÁBITAT TERRESTRE			
Se creará una modificación del hábitat.	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. El proyecto plantea la implementación de un área de conservación	PS - C - O El hábitat se modificará durante la etapa preliminar y se mantendrá modificado durante la construcción y operación del proyecto.	Garantizar que la afectación del hábitat no ocurra en una superficie mayor a la ambientalmente compatible y autorizada.
ESPECIES EN LA NOM 059			
Efectos negativos en las especies enlistadas en la NOM-059 registradas en el sitio.	Se llevará a cabo un Programa de Reubicación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	PS Previo al inicio de las actividades del proyecto.	Se evitará al máximo los posibles daños en especies protegidas.
ESTRUCTURA DEL PAISAJE			
Creará un paisaje modificado que	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto.	PS - C - O	Se mantendrá cierta continuidad con la vegetación

cambia la calidad visual de la zona	No utilizar más área de la autorizada. El proyecto plantea la implementación de un área de conservación	Previo al inicio de la obra se deberá delimitar el área verde.	circundante por lo que los cambios en la estructura del paisaje se adaptan a lo establecido para la zona.
MICROCLIMA			
Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	Ocupar únicamente las áreas indicadas en el proyecto.	PS - C - O Se afectará el microclima después del desmonte y despalme de la zona.	Las variaciones de microclima serán puntuales al área que ocupe la infraestructura.
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos. Colocar contenedores con bolsas plásticas, rotulados y con tapa en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos. Para evitar la generación de malos olores y la proliferación de fauna feral y/o plagas, los contenedores deberán contar con tapa y bolsas plásticas.	PS - C - O Esta medida será tomada en cuenta en todo momento desde la etapa de Preparación del Sitio y durante la construcción y Operación.	Se evitará el deterioro de la calidad sanitaria del ambiente. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos
EMPLEO Y MANO DE OBRA			
Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	Se procurará que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas.	PS - C - O Previo al inicio del proyecto se debe contratar el personal.	Generar un beneficio directo a la economía de la zona.
PATRONES DE VIDA			
Afectaciones mínimas sobre el medio y efectos benéficos sobre	Contratación de personal de las comunidades circunvecinas para la construcción, mantenimientos y vigilancia del	PS - C - O El proyecto dará empleos a gente de la zona y comunidades	Los beneficios económicos y sociales modificaran positivamente los

los patrones de vida de los pobladores del complejo	proyecto conllevan ganancias económicas puntuales.	aledañas, con los respectivos beneficios en sus patrones de vida.	estilos de vida de los pobladores de manera temporal en la etapa de construcción y de manera menos significativa pero continua durante la etapa de operación y mantenimiento.

PS: Preparación del Sitio. C: Construcción. O: Operación

MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Las medidas de mitigación o compensación se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 9. Medidas de mitigación para el proyecto.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DEL AIRE			
La entrada y salida de los vehículos y del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	Humedecer periódicamente el área de trabajo y colocar lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.	PS - C - O Esta actividad es de suma importancia en principalmente en las primeras 2 etapas del proyecto.	Se controlará la dispersión de polvo durante la etapa de preparación del sitio y construcción lo cual ayudará a mantener la calidad del aire en el área de trabajo.
CALIDAD DE SUELO			
Posible afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	En la etapa de preparación del sitio y construcción no se llevarán a cabo reparaciones o mantenimientos de vehículos en sitios del proyecto. En caso de ser estrictamente indispensable, se deberá utilizar tapetes plásticos sobre el piso en el cual se va a trabajar para contener los posibles derrames accidentales. Si el derrame o fuga ya ocurrió como primera opción se	PS - C - O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos utilizados a medida que avanza el proyecto.	Se evitará lo máximo posible la contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.

	procede a retirar la capa de suelo y almacenarla en contenedores plásticos con tapa, dicho material será puesto a disposición de una empresa certificada para el manejo del residuo.		
GENERACIÓN DE RUIDO			
La construcción generará emisiones sonoras.	El responsable de la implementación de la obra deberá proporcionar equipo de protección auditivo, nuevo y adecuado a todo el personal involucrado en el proyecto.	PS - C Se les brindará el equipo adecuado a los trabajadores en el sitio del proyecto.	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado.
VEGETACIÓN TERRESTRE			
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	El proyecto plantea la implementación de un área de conservación	PS El Programa de reubicación se deberá llevar a cabo previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	Se respetará a la flora silvestre.
FAUNA TERRESTRE			
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	Se llevará a cabo un Programa de reubicación de las especies	PS El Programa de reubicación deberá llevar a cabo previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna silvestre.
HABITAT TERRESTRE			
Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto	El proyecto contempla la implementación de un área de conservación	PS Se deberá delimitar el área verde previo al inicio de los trabajos en el sitio, para evitar su afectación.	La modificación del hábitat se realizará de una manera controlada.

CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Los residuos no pasarán más de una semana en su sitio de acopio temporal, se debe agilizar su recolección y traslado final, la acumulación temporal de estos residuos debe hacerse en sitios estratégicos donde no intervengan con las demás actividades del proyecto. Los desechos generados deberán ser trasladados al sitio de disposición final que sea indicado por las autoridades.	PS - C – O Estas medidas se deberán llevar a cabo durante todas las etapas del proyecto.	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados de estos residuos. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se propone un Programa de Manejo de Residuos Sólidos como medida de mitigación (se anexa documento) Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos en su caso.
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS			
Durante las dos primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados.	Al ser una actividad positiva no se requiere de medida de mitigación, sin embargo, se considera procurar que los prestadores de servicios provengan de las comunidades circunvecinas.	PS - C - O: Las contrataciones de servicios deberán provenir de las comunidades aledañas.	Las ganancias económicas se generarán en las comunidades aledañas.

IMPACTOS RESIDUALES.

No se espera que se generen impactos residuales considerados como graves en el área del proyecto, ya que en todo momento en las etapas del proyecto se considera salvaguardar la integridad del ambiente. Los impactos residuales que se identifican corresponden a una carga adicional de los residuos sólidos municipales y a un incremento del tráfico vehicular en la zona. Aunque estos impactos son temporales, periódicos y de corta duración (únicamente en temporada vacacional y ocasionalmente en fines de semana), de igual forma se implementaran las medidas de prevención y mitigación pertinentes al manejo de los residuos.

Se plantea que el proyecto contemple la instalación de sistemas ahorradores de agua potable ante una posible baja en la disposición de agua potable en la zona.

Los impactos residuales que se identifican corresponden a una carga adicional de los residuos sólidos municipales y a un incremento del tráfico vehicular en la zona. Aunque estos impactos son temporales, periódicos y de corta duración (únicamente en temporada vacacional y ocasionalmente en fines de semana), de igual forma se implementaran las medidas de prevención y mitigación pertinentes al manejo de los residuos.

4.2 PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

ESCENARIO ACTUAL

Durante la elaboración del presente documento se realizaron diversas visitas al sitio del proyecto para la verificación de aspectos bióticos como la flora y fauna. En dichas visitas se pudo constatar que, de acuerdo con su disposición geográfica, el predio se encuentra l predio se encuentra dentro de la UGA DZD07-SEL_C3 del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY), siendo que expresa entre sus usos compatibles *Desarrollos inmobiliarios*

En cuanto a los impactos de carácter antropocéntrico, dada su ubicación se observaron zonas aledañas al proyecto en los que se encuentran áreas perturbadas y caminos con acceso a predios.

De manera general los registros de fauna consistieron en aves y reptiles y a simple vista se observa un sitio donde la calidad ambiental puede valorarse como media.



Fotografía 1. Vista aérea de la zona del proyecto.

ESCENARIO FUTURO

El presente proyecto pretende dar un uso compatible al establecido por la regulación ambiental competente. Las etapas de Preparación y Construcción son las más impactantes dado el tipo de actividades y personal involucrado. A continuación, se plantean 3 escenarios futuros con diferentes condiciones:

SIN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El escenario ambiental sin la ejecución del proyecto nos muestra una zona con una distribución de la vegetación que va empezando a sufrir las presiones de crecimiento urbano. La vegetación se mantiene en su mayoría, y solo se vería afectada en áreas puntuales en el caso de que fenómenos meteorológicos extremos como en el caso de los huracanes cuyo radio de afectación pueden abarcar el predio.

CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS.

El escenario hipotético con la ejecución del proyecto sin implementar las medidas de mitigación propuestas en el capítulo 6, es el siguiente: Los impactos que se presentan son

mucho más significativos para el sitio; el uso de vehículos en mal estado incrementaría considerablemente la contaminación en factores como el aire, el suelo y el agua.

Los impactos que se presentan son más significativos para el sitio y de menor escala a nivel del Sistema, puede llevarse a cabo una remoción de vegetación que no esté proyectada afectando gravemente al sitio.

Los impactos en la Estabilidad del Suelo pueden tornarse significativos al realizar mayores desmontes y excavaciones que las necesarias. Como conclusión, llevar a cabo la ejecución del proyecto sin las necesarias medidas de mitigación el Sistema Ambiental será seriamente impactado y fragmentado, incrementándose significativamente las posibilidades de contaminación específicamente para el sitio del proyecto y la recuperación de este.

Para tener una mejor perspectiva del incremento en los niveles de los impactos que generaría el proyecto, se realizó una matriz general que incluye dichos impactos contemplando las 3 etapas del prevención. Tomando en cuenta que según la evaluación del Capítulo 5 de este documento, la etapa del proyecto con impactos más severos son las de Preparación del Sitio y realizando una comparación entre esta etapa (tabla 5, capitulo 5) y la siguiente tabla (1) se puede observar que todos los indicadores alcanzan el nivel de moderados, pero con valores más altos.

Tabla 1: Valoración numérica. Impactos generados por el proyecto sin medidas de Mitigación.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	-1	2	2	2	1	1	4	1	2	2	2	-25	Compatible
2	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	2	1	1	2	1	2	4	2	2	2	-24	Compatible
3	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	2	2	2	2	1	4	1	2	2	2	-26	Moderado
4	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	4	2	2	2	1	4	1	2	2	1	-31	Moderado
5	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	-1	2	2	2	4	1	4	1	4	4	4	-34	Moderado
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	-1	4	1	2	2	1	4	4	4	2	1	-34	Moderado
7	Generación de aguas residuales durante las etapas del proyecto	-1	4	2	2	2	1	4	1	4	2	2	-34	Moderado

8	Durante la operación el proyecto necesitara el abastecimiento de agua para su funcionamiento.	-1	4	2	2	2	1	2	1	4	4	4	-36	Moderado
9	La construcción generará emisiones sonoras.	-1	2	2	2	1	1	4	1	1	1	2	-23	Compatible
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	-1	4	2	4	4	1	4	1	4	4	4	-42	Moderado
11	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	-1	2	2	2	1	1	4	4	4	2	4	-32	Moderado
12	Se creará una modificación del hábitat.	-1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	4	-43	Moderado
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	2	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-37	Moderado
14	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	-1	2	2	4	4	1	4	4	4	4	4	-39	Moderado
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	2	2	2	2	1	4	1	4	2	2	-28	Moderado
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	2	2	2	1	1	4	1	1	1	2	23	Compatible

17	Durante las primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados	1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	2	21	Compatible
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	16	Compatible

Compatibles =<25	Moderados >25 <50	Severo >50 <75	Crítico >75

CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO APLICANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS.

La prevención de impactos juega un papel muy importante en la ejecución de un proyecto. Si las medidas de mitigación se aplican correctamente, el panorama cambia satisfactoriamente esperando resultados favorables.

En cuanto la calidad de aire, todos los vehículos automotores que ingresen al predio deberán contar con sus mantenimientos al día. Llevando a cabo este control, las emisiones a la atmósfera estarían dentro de los rangos aceptables, humedeciendo los focos de trabajo y las vías de acceso, el levantamiento de polvos es reducido considerablemente, verificando que no se utilicen superficies mayores a la establecida se disminuye al máximo las afectaciones por el uso de suelo.

Se reportan resultados favorables en cuanto a las mitigaciones correspondientes para la flora y fauna del sitio. Dado el porcentaje de terreno destinado para áreas verdes y áreas de conservación, la fauna silvestre de la zona se ha adaptado y reintegrado al nuevo ambiente. Gracias a las recomendaciones hechas a los trabajadores y a los usuarios de la operación del predio, se ha evitado el maltrato o aprovechamiento no autorizado de todo tipo de flora y fauna del sitio.

Aunado a lo anterior, con la ejecución del proyecto se generan fuentes de empleo temporales en donde la prioridad son los habitantes de las comunidades circunvecinas.

CONCLUSIONES

Una vez realizados los estudios de campos pertinentes y la vinculación del proyecto con las leyes y normas aplicables, se concluye lo siguiente: el predio se localiza dentro de la UGA correspondiente al Sistema Ambiental denominado: UGA DZD07-SEL_C3 del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY), en acuerdo con la reglamentación ambiental vigente el proyecto se considera compatible con dicha reglamentación.

Como resultado del análisis del proyecto y su valoración ambiental, se tiene que los impactos negativos más fuertes ocurrirán durante la etapa de preparación del sitio, así como durante la construcción, debido al tipo de actividades y la cantidad de personal involucrado, siendo estos en su mayoría compatibles y algunos llegando a ser moderados. Sin embargo, al terminar la construcción y continuar con la operación, algunos factores impactados como la estructura del paisaje y calidad sanitaria del ambiente, serán beneficiados en parte por las medidas de mitigación que se plantean en el capítulo anterior.

Considerando que el proyecto generará impactos positivos sobre la economía por la generación de empleos y mejorará las condiciones de vida de la localidad cercana, aunado al hecho de que los impactos negativos generados son en su mayoría temporales y en gran medida reversibles, la ejecución del proyecto se considera viable si, y solo si, se toman las medidas precautorias y se llevan a cabo eficientemente las medidas de mitigación.

4.3 BIBLIOGRAFÍA

Aranda J. M. 1981. *Rastros de los mamíferos silvestres de México*. INIREB. Xalapa, Veracruz, México.

Arellano R. J. A., Flores J. S., Tun G. J. y Cruz B. M. M. 2003. *Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense 20: 1-815

A. Reid Fiona. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast México*. Oxford University Press. New York

Bautista Francisco, Delfín Hugo, Palacio José Luis, Delgado María del Carmen. 2004. *Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales.* Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología.

Bautista, F. 2010. *El Suelo.* En R. Durán y M. Méndez (Eds.) Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (pp. 14-16). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Campbell, J. A. 1998. *Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize.* Oklahoma University Press, Norman.

Chan Vermont, C., Rico-Gray, V. y Flores J. S. 2002. *Guía ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense 19: 1-133

Duran R. y M Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Flores, J. S. y I. Espejel. 1994. *Tipos de vegetación de la península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense. 3:1-135

Flores-Villela, Canseco-Márquez 2004. *Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México*

Howell S., Webb S. 1995. *A Guide to Birds of México and Northen Central América*. Oxford University Press.

Lee, 1996. *Amphibians and Reptiles of the Península de Yucatán*. Departament of Biology, The University of Miami. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press. Coral Gables, Florida.

Ley de Aguas Nacionales, [L.A.N.], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 1 de diciembre de 1992.

Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. Reformada. Diario Oficial del Estado de Yucatán, 8 de septiembre de 2010.

Ley General del Equilibrio Ecologico y la Protección al Ambiente, [L.G.E.E.P.A], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 28 de enero de 1988, (México).

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, [L.G.P.G.I.R.], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 8 de octubre de 2003.

National Geographic. 2002. *Field guide of the birds of Northen America*. NatGeo. Fourth Edition. Washington, D.C.

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Diario Oficial de la Federación, 12 de julio de 2019. (México).

Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024. Diario Oficial del Estado de Yucatán, 30 de marzo de 2019. (Yucatán, México).

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado De Yucatán, [P.O.E.T.Y], Diario Oficial del Estado de Yucatán, 5 de diciembre de 2023. (Yucatán, México).

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, [P.O.E.T.C.Y], Reformado, Diario Oficial del Estado de Yucatán, 20 de Marzo del 2014 (Yucatán, México).

Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán. Diario Oficial del Estado de Yucatán, 26 de agosto de 2016. (Yucatán, México).

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Reformado. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 12 de enero de 1994.

Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. Reformado. Diario Oficial del Estado de Yucatán, 26 de mayo de 2011.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Reformado. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 30 de mayo de 2000, (México).

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de Contaminación a la Atmósfera, Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 25 de noviembre de 1988, (México).

Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 21 de enero de 1997, (México).

Reglamento para la Protección de Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 6 de diciembre de 1982, (México).

Torres Wendy; Méndez Martha; Dorantes Alfredo y Durán Rafael. *Estructura, Composición y Diversidad del Matorral de Duna Costera en el Litoral Yucateco.* Boletín de la Sociedad Botánica de México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-001-SEMARNAT- 2021. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 11 de marzo de 2022, (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-041-SEMARNAT- 2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 10 de junio de 2015, (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-045-SEMARNAT- 2017. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 8 de marzo de 2018, (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-052-SEMARNAT- 2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 23 de junio de 2006, (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 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. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 30 de diciembre de 2010. (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 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. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 13 de enero de 1995. (México).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 24 de noviembre de 2003. (México).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 31 de mayo de 1999. (México).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 11 de septiembre de 2014. (México).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 17 de abril de 2002. (México).