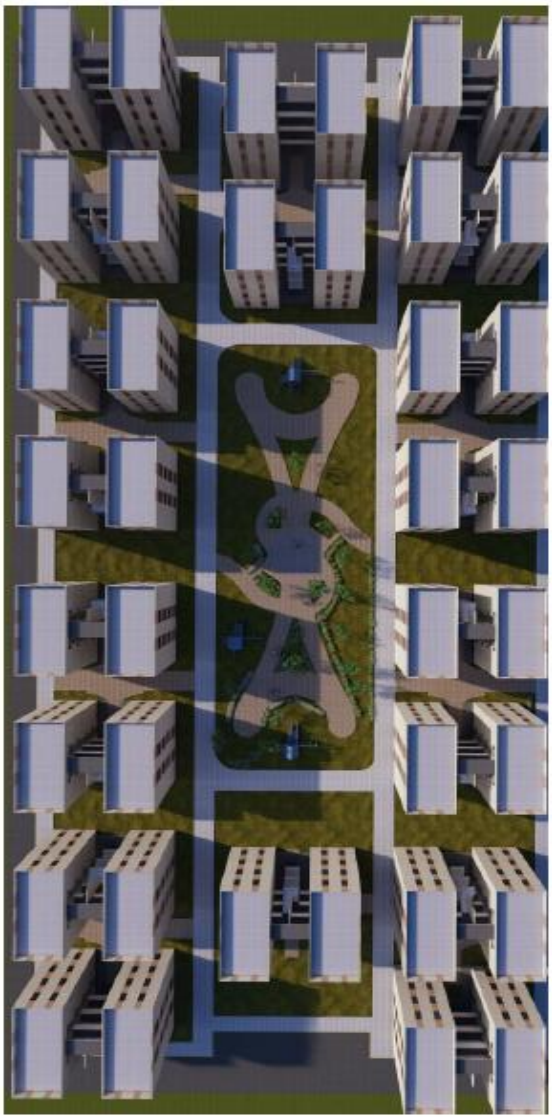
MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

PROMOVENTE: INFONAVIT



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

“VIVIENDA DE TIPO INTERES SOCIAL”

Ucú, Yucatán / Octubre 2026

CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO
VIVIENDA DE TIPO INTERES SOCIAL

UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se tablaje 11756 de la localidad y municipio de Ucú, que cuenta con una superficie total de 249,390.43 m^2.

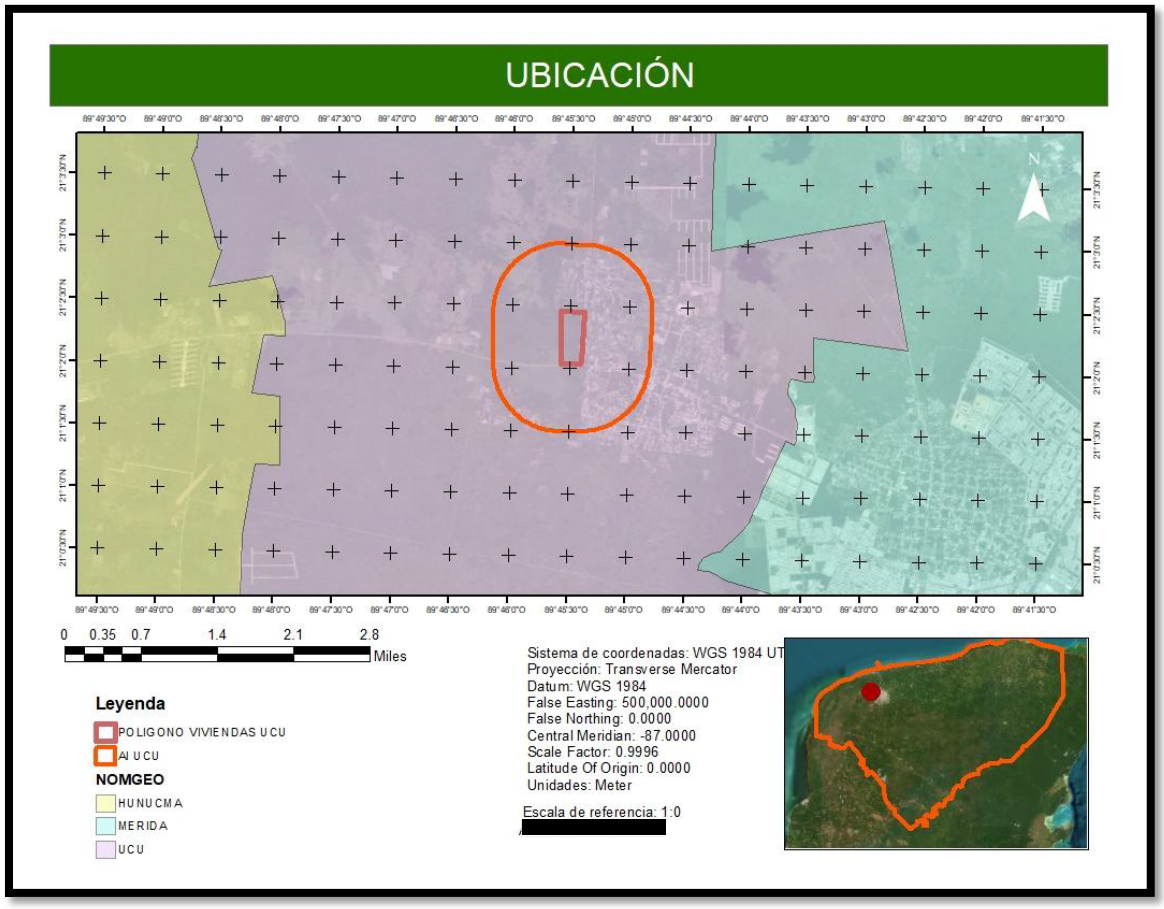


Figura 1. Localización del proyecto "VIVIENDA DE TIPO INTERES SOCIAL".

TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Construcción 12 meses y operación indefinida.

PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

Ver Anexo # 2.

DIMENSIONES DEL PROYECTO

El sitio del proyecto cuenta con una superficie de 249,390.43 m^2 Las superficies del proyecto se detallan a continuación:

Tabla 1. Superficies del proyecto.

Superficie del predio	**249,390.43**	**100%**
Huella de desplante de edificaciones	67650.00	27.13%
Vialidades vehiculares y estacionamientos	34583.00	13.87%
Andadores y áreas públicas con pavimento duro	60939.08	24.44%
Áreas verdes y áreas públicas con pavimento permeable	86517.00	34.69%



Figura 2. Plano de superficies del proyecto (Ver planos anexos).

Tabla 2. Coordenadas del sitio del proyecto.

V	X	Y
1	213192.969	2328385.088
2	213192.952	2329163.191
3	213547.309	2329141.387
4	213491.690	2328415.552
5	213484.137	2328400.031
6	213468.978	2328387.158

1.1.1 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT)

[redacted]

Representante Legal:

Humberto Aroshy Ríos Covián Vázquez

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

[redacted].

[redacted]

[redacted]

[redacted]

1.1.2DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

HABITEMOS GESTIÓN AMBIENTAL S.C.P

REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC)

[redacted]

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Responsable Técnico:
Biol. José Santiago Manzanilla Castro
Cedula Profesional: 5348819

DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

[redacted]

1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario habitacional vertical de tipo público. Se trata de una obra nueva cuyo terreno cuenta con las dimensiones y características adecuadas para el desarrollo del proyecto bajo la premisa de causar el mínimo impacto ecológico y de desarrollarlo de manera totalmente compatible con el POETY, esto de acuerdo con las necesidades actuales de protección al medio ambiente.



Figura 3. Imagen renderizada de un Bloque del proyecto.

El sitio del proyecto se encuentra al Este del municipio de Ucú, en una zona que actualmente está presentando un importante desarrollo. Para tener acceso al sitio del proyecto desde el centro de la localidad de Ucú, se perfil hacia la salida a Hunucmá y justo

se puede acceder al finalizar la zona urbana de Ucú, en el camino que comunica con Yaxche de Peón.



Figura 4. Plano de superficies del proyecto (Ver planos anexos).

Es importante mencionar que el terreno a pesar de encontrarse en una Zona Urbana, cuenta con las dimensiones y características adecuadas para el desarrollo del proyecto bajo la premisa de causar el mínimo impacto ecológico y de desarrollarlo de manera totalmente compatible con los Ordenamientos Territoriales aplicables, esto de acuerdo con las necesidades actuales de protección al medio ambiente.

SELECCIÓN DEL SITIO

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto es propiedad del promovente. En el diseño del proyecto se llevó a cabo tomando en cuenta las consideraciones establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Yucatán (POETY).

Se realizó una prospección de flora y fauna. En el Capítulo 3 se presenta la vinculación con las regulaciones ambientales vigentes con el firme objetivo de encontrar una concordancia del proyecto con el medio ambiente y en el capítulo 4 se encuentra la descripción detallada de las características ambientales del predio del proyecto.

UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

El sitio del proyecto se en el tablaje marcado con el número 11756 del municipio de Ucú, Yucatán, cuya superficie es de 249,390.43 m^2.

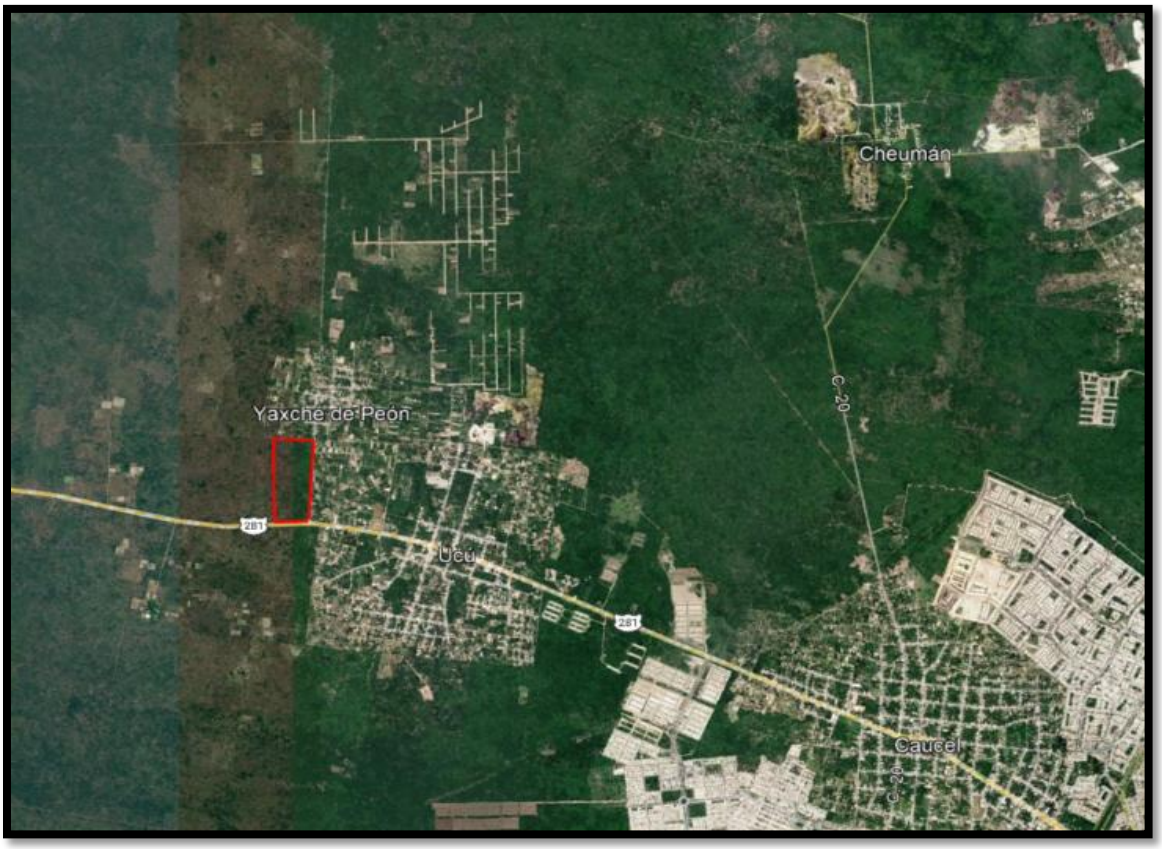


Figura 5. Localización del proyecto "Vivienda de Tipo Interés Social" (poligonal en rojo).

INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión total requerida es de $ 1'700'000'000.00 pesos aproximadamente, 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, los cuales se aplicarían de manera independiente en caso de autorizarse el proyecto y conforme a las propuestas que se presentarán más adelante.

SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA (DIMENSIONES DEL PROYECTO)

Tabla 3. Superficies del proyecto.

Superficie del predio	249,390.43	100%
Huella de desplante de edificaciones	67650.00	27.13%
Vialidades vehiculares y estacionamientos	34583.00	13.87%
Andadores y áreas públicas con pavimento duro	60939.08	24.44%
Áreas verdes y áreas públicas con pavimento permeable	86517.00	34.69%

USO ACTUAL DEL SUELO EN EL SITIO DEL PROYECTO

El área del proyecto se encuentra en la zona urbana colindante a la localidad de Yaxche de Peón. El predio colinda al norte y al este con dicha localidad, al Oeste colinda con lotes sin uso actual y al sur con la carretera que comunica Ucú con Hunucmá. Actualmente el sitio del proyecto no tiene usos aparentes y presenta vegetación en estado natural.

URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS Y SERVICIOS REQUERIDOS

La localidad de Yaxche de Peón asi como Ucú presentan vialidades pavimentadas y su actividad económica principal básicamente depende temas agrícolas y pecuarios como actividad primaria. La zona cuenta con servicios básicos como electricidad y telefonía celular.

Alojamiento

No se requiere de campamentos de trabajo ni puestos de alimentación ya que el sitio se encuentra en la zona urbana Yaxche de Peón, siendo factible el traslado de los trabajadores.

Servicios sanitarios

En el sitio donde se llevará a cabo la construcción del proyecto, se encuentra semi urbanizado y no cuenta con ningún tipo de servicios, por lo que el contratista suministrará letrinas portátiles para el uso obligatorio de los empleados.

Tratamiento de Aguas Residuales

Debido a que la edificación residencial vertical por parte del INFONAVIT ocurrirá de manera progresiva y secuencial, la operación inmediata de la infraestructura de saneamiento a su máxima capacidad resultaría contraproducente por el fenómeno de subalimentación biológica. Operar la planta con un influente crudo inferior a su carga

mínima crítica provocaría la muerte por inanición de la biomasa bacteriana aerobia, induciendo procesos anaerobios y malos olores.

Para resolver esta condicionante, se implementa una Estrategia de Transición Operativa y Modulación por Demanda, basada en el proceso de Tecnología Híbrida SWT (MBBR + Lodos Activados):

- Etapa 1 (Arranque): Entrada en operación de las obras comunes de pretratamiento, cárcamo de llegada y el primer módulo gemelo de 8 LPS para atender el caudal inicial de hasta 1,166 viviendas consolidadas.
- Etapa 2 (Crecimiento): Activación del segundo módulo de 8 LPS (acumulando 16 LPS) al incorporarse de la vivienda 1,167 a la 2,333.
- Etapa 3 (Consolidación Total): Integración del tercer tren modular de 8 LPS para cerrar la capacidad total instalada de 24 LPS que dará servicio integral a las 3,500 viviendas.

Tren de Depuración Central (Tecnología SWT):

- Pretratamiento: Reja manual de acero inoxidable en obra de llegada común y tres canales desarenadores en paralelo equipados con rejillas de cribado grueso y medio para la eliminación de sólidos flotantes y arenas pesadas.
- Cárcamo de Bombeo de Agua Cruda: Sistema independiente por etapas operado mediante bombas sumergibles de 5 HP con arreglo alternado automático por niveles y protección contra trabajo en seco.
- Reactores Biológicos Híbridos (Por Módulo): Reactor MBBR Anóxico (condiciones sin oxígeno disuelto para desnitrificación biológica avanzada y remoción de nitrógeno total), seguido del Reactor MBBR Aerobio (soportes plásticos móviles de alta superficie específica y aireación por difusores de burbuja fina para remoción acelerada de (DBO5), concluyendo con el Reactor de Lodos Activados de biomasa suspendida en mezcla completa.
- Clarificación y Desinfección: Separación sólido-líquido en un clarificador secundario con retorno continuo de lodos biológicos mediante *AirLift*. El agua clarificada pasa a un sistema de desinfección terciaria mediante inyección automatizada de hipoclorito de sodio con bomba dosificadora de diafragma, asegurando el estricto cumplimiento de los límites microbiológicos de la NOM-003-SEMARNAT-1997 para su reúso en aplicaciones de contacto directo público.
- Esquema Desglosado del Destino Final del Agua Tratada (756,864.00 m³/año):

Para cumplir con los lineamientos de sustentabilidad, el 100% del efluente purificado se dispondrá bajo un esquema dual que combina el reúso superficial y el aislamiento salino profundo:

Riego de Áreas Verdes (20.8% del volumen): Bajo una recomendación de diseño de 5 L/m²/día, se canalizan 157,348.49 m³/año (431.09 m³/día) directamente para la aspersión y mantención hidrodinámica de los 86,218.35 m² de jardines y parques públicos del proyecto.

Inyección Profunda de Excedentes (79.2% del volumen): El efluente restante equivalente a 599,515.51 m³/año (1,642.51 m³/día) se descargará mediante un pozo de descarga profunda a 80.00 metros de profundidad (perforación de 12" con ademe ciego de PVC cementado a presión de los 0 a 62.00 metros). El tramo ranurado inyectará de forma confinada exclusivamente entre los 62.00 y 80.00 metros de vertical, depositando el efluente en el estrato profundo de agua salina de origen marino (Conductividad Eléctrica de 45,000 a 55,000 µ/cm). Debido a la diferencia de densidades fluidas, el lente de agua dulce somero actúa como un sello hidráulico pasivo superficial, impidiendo migraciones verticales.

La PTAR se plantea como un sistema biológico de Sistema Hibrido , Reactores MBBR Aerobio/Anoxico y el proceso de Lodos activados en oxidación total, que aparte de tener gran resilencia , cuenta con una eficiencia mayor al 99% , desinfección y manejo integral de lodos.



Figura 6. Proceso del Sistema SWT Hybrid propuesto.

El diseño del proceso SWT Hybrid asegura que el agua tratada cumpla los límites de las normas aplicables para descargo y reuso.

Para este desarrollo se considera más conveniente ejecutar la ***PTAR definitiva en tres etapas***, ya que este esquema acompasa mejor la inversión con el ritmo real de ocupación y reduce el riesgo de sobredimensionar capacidad al inicio.

La alternativa en dos etapas es viable, pero concentra demasiado la inversión de ampliación en una sola intervención y ofrece menor flexibilidad frente a variaciones en ventas, entregas o absorción habitacional.



Figura 7. Modulación de la PTAR propuesta.

Agua

La dotación total de agua potable requerida para las etapas de construcción y operación consolidada del fraccionamiento vertical (252,112 m³/año) será suministrada e incorporada de forma externa mediante la interconexión formal a la red de agua municipal administrada por el organismo operado.

El promovente gestionará la factibilidad y contratación del servicio público correspondiente. Este esquema municipalizado garantiza que el proyecto no ejerza presión antropogénica localizada sobre el acuífero freático dulce en la poligonal, liberando al sitio de riesgos de abatimientos de niveles o interferencias mecánicas con derechos de terceros colindantes.

Energéticos

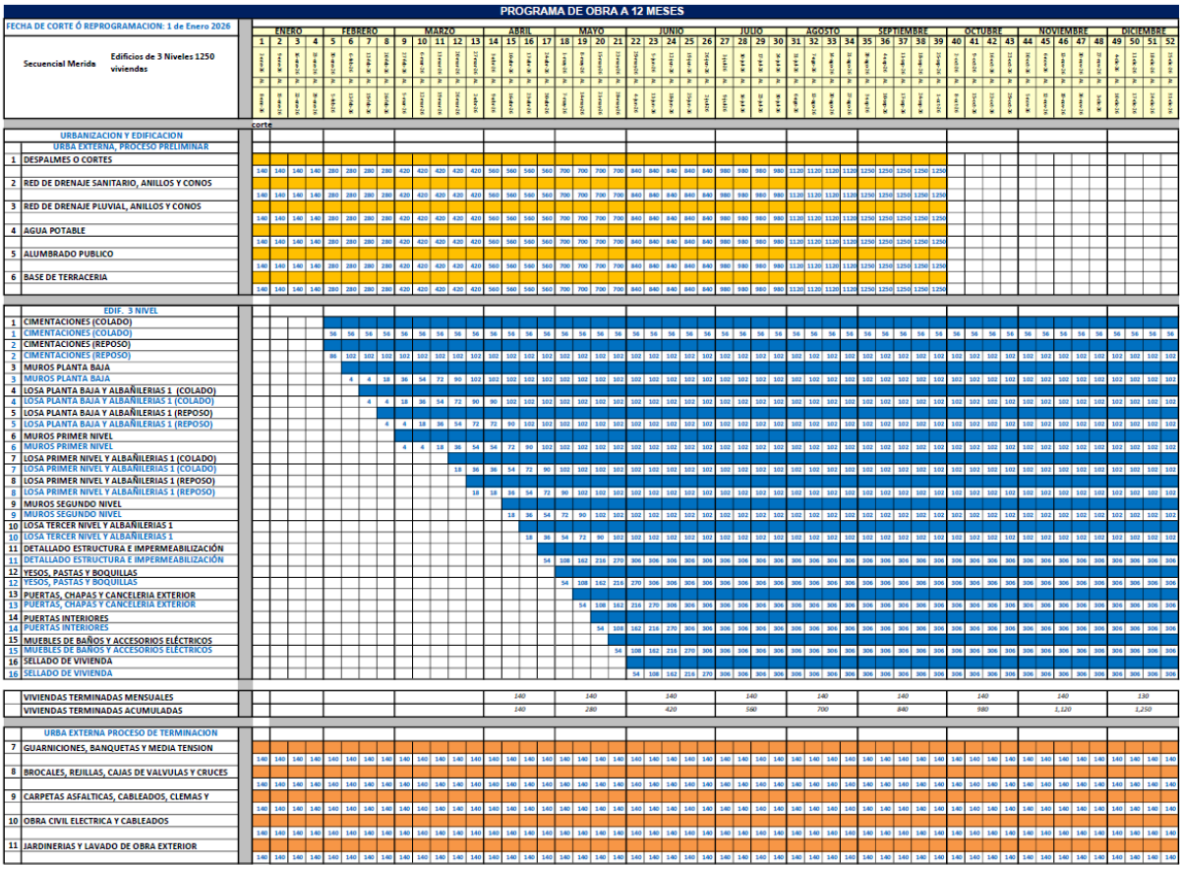
Dado que los generadores requieren combustibles, estos serán suministrados en las cantidades necesarias para operar durante la jornada, por lo que no se almacenarán combustibles en el sitio.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO
PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El proyecto Vivienda de tipo interés Social consiste en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario habitacional vertical de tipo público con 3,500 viviendas.

Se contempla que el programa de ejecución de la obra sea en un plazo de 24 meses para la preparación del suelo y construcción del proyecto (viviendas, vialidades y áreas verdes).Dicho proyecto se pretende iniciar cuando se cuente con todos los permisos correspondientes para su construcción. (Se anexa el siguiente cronograma en un archivo Excel).

Tabla 4. Calendario de actividades.



Se presenta a continuación el Programa Calendarizado para la Implementación de la Infraestructura Hidráulica:

Etapa de Preparación y Construcción (Años 1-2): El consumo de agua para obras de urbanización, humectación de caminos y compactación se suministrará mediante camiones cisterna externos (pipas) certificados, evitando ejercer presiones sobre el sistema de la red municipal antes de su interconexión definitiva. Se utilizará concreto premezclado externo para guarniciones y banquetas. El servicio sanitario para los trabajadores se cubrirá mediante letrinas portátiles con descarga externa.

Fase de Obra Civil de Redes (Año 2, Meses 19 a 24): Construcción de la cisterna central de regulación de 100 m³, excavación de la obra de llegada y cárcamo de la PTAR, tendido de la red interna de agua potable con preparación para acometida municipal y red de drenaje sanitario hermético por gravedad. Paralelamente, se ejecutará la instalación de la red de 467 pozos pluviales de absorción profunda distribuidos a lo largo del trazo vial.

Fase de Equipamiento Mecánico (Año 3, Meses 29 a 34): Montaje electromecánico, colocación de sopladores reciprocantes de 20 HP, colocación de difusores de burbuja fina y pruebas de puesta en marcha de la Etapa 1 (8 LPS) de la PTAR modular SWT, quedando operativa antes de la entrega formal de las primeras viviendas.

A continuación, se detalla la secuenciación mensual y el acumulado físico de las actividades prioritarias de infraestructura urbana periférica e interna, se anexa el programa de obra del proyecto:

Tabla 5. Programa de obra.

Mes del Cronograma	Semanas Relativas	Urbanización Externa: Base de Terracerías e Infraestructura Vial	Red de Drenaje Pluvial: 467 Pozos Totales Con Trampas	Edificación: Cimentaciones y Estructura (Vivienda Vertical)	Viviendas Terminadas del Mes / Acumuladas
Enero 2026	Semanas 1 - 4	Despalmes y cortes basales. Humectación temporal de caminos.	Arranque de Red: Perforación de los primeros 16 pozos viales.	Inicio de excavaciones y colado de plataformas base.	0 / 0 viv.
Febrero - Mayo 2026	Semanas 5 - 21	Estabilización progresiva de terracerías externas (vialidades principales).	Fase de Infiltración 1: Perforación acumulada hasta el pozo número 82.	Desplante de muros de block y colado de losas de planta baja (Edificios).	0 / 0 viv.
Junio 2026	Semanas 22 - 25	Conclusión de terracerías primarias. Preparación de cajas reguladoras.	Hito de Urbanización: Cierre de la red de drenaje pluvial con el pozo número 112.	Estructuración física de muros en primer y segundo nivel de departamentos.	120 viviendas / 120 acumuladas
Julio 2026	Semanas 26 - 29	Inicio del tendido de guarniciones, banquetas y postes de media tensión.	Fase de Infiltración 2: Apertura e interconexión de 36 pozos pluviales complementarios.	Detallados, yesos, aplicación de pastas, boquillas y sellado de fachadas.	120 viviendas / 240 acumuladas
Agosto - Diciembre 2026	Semanas 30 - 52	Avance continuo en obra civil eléctrica, cableados y empalmes de redes.	Fase de Infiltración 3: Avance lineal continuo a razón de 36 a 40 pozos mensuales.	Colocación de muebles de baño, cancelería exterior y puertas interiores.	120 viv. mensuales / 840 acumuladas
Año 2 (2027)	Semanas 53 - 104	Cierre de cableados, acabados de	Fase de Infiltración 4: Continuidad física en	Consolidación progresiva de la superestructura de	120 viv. mensuales /

Mes del Cronograma	Semanas Relativas	Urbanización Externa: Base de Terracerías e Infraestructura Vial	Red de Drenaje Pluvial: 467 Pozos Totales Con Trampas	Edificación: Cimentaciones y Estructura (Vivienda Vertical)	Viviendas Terminadas del Mes / Acumuladas
		vialidades y bases con pavimento permeable.	andadores y estacionamientos.	los edificios de 4 niveles.	1,440 acumuladas
Año 3 (2028)	Semanas 105 - 153	Lavado general, pintura vial y forestación permanente de áreas verdes.	Cierre del Sistema: Perforación y conexión de los últimos pozos pluviales hasta totalizar 467 unidades.	Pruebas mecánicas, acabados finales y puesta en marcha de ecotecnologías.	Estabilización: Entrega final de las 3,500 viviendas.

REQUERIMIENTOS DE PERSONAL Y MAQUINARIA

Los requerimientos de personal y vehículos para llevar a cabo las distintas etapas que comprende el proyecto se especifican en la tabla siguiente.

Tabla 6. Requerimientos de maquinaria.

Equipo	Etapa	Cantidad
Tractor D8R	Despalme	5
Excavadora 325	Corte	5
Motoconformadora 140g	Terracerías y bases	5
Vibrocompactador cp553	Terracerías y bases	5
Pipa	Terracerías y bases	5
Góndolas de 28mts	Terracerías y bases	3
Minicargador	Terracerías y bases	3
Equipos topográficos	Terracerías y bases	3
Regla vibratoria	Terracerías y bases	3
Herramienta menor	Terracerías y bases	
Zanjadora R100	Instalaciones	2
Perforadora pozos	Instalaciones	1
Retroexcavadora 580 l	Instalaciones	4
Manipulador Merlo	Instalaciones	4

Tabla 7. Requerimientos generales durante el desarrollo del proyecto.

Servicios	Actividad
Arrendamiento de maquinaria y equipo pesado y ligero.	Para excavaciones, cimentación, edificación, etc. Se requieren trascavos, retroexcavadoras, zanjadora, motoconformadoras, vibrocompactadoras de rodillo, minicargadores frontales, camiones de volteo, camiones pipa, compresores de aire, drill de

Servicios	Actividad
	perforación, revolvedoras, bailarinas, herramienta menor, etc.
Personal operador de maquinaria,	Operación de la maquinaria pesada y ligera para el desarrollo del proyecto desde la preparación del sitio y construcción.
Combustible para vehículos y maquinaria	Serán adquiridos en la estación de servicio PEMEX cercanos, en la población de Mérida se cuenta con estaciones de servicio. Para maquinaria y vehículos mayores de 3 ton, se empleará diésel; para vehículos y equipo menor, se utilizará gasolina sin plomo.
Mano de obra general y especializada	El desarrollo del proyecto se efectuará mediante la compañía constructora del promovente, las cuales debe contar con albañiles, electricistas, plomeros, carpinteros, ayudantes diversos, etc. Se promoverá la contratación de pobladores de la zona.
Materias primas	Material pétreo para rellenos (material de banco), materiales de construcción como bloques, vigas, acero etc., así como agua para la mezcla y construcción.
Servicio de traslado y disposición final de residuos	Residuos como los vegetales y excesos de material de despalme, de relleno, de excavaciones, de cimentación.

Tabla 8. Personal y servicios necesarios durante el proyecto.

Personal	Cantidad	Actividad	Descripción
Topógrafo y ayudante	2	Delimitación topográfica Trazo y supervisión de terracerías	Operador de estación total y nivel óptico, prisma y estadal.
Peón	55	Construcción Limpieza	Cargar el volquete con los desperdicios producidos durante el proceso de despalme. Ayudantes de albañilería.
Albañiles	35	Construcción	Construcción en general
Operador de retroexcavadora	4	Desmonte y despalme	Operar la retroexcavadora durante el proceso de desmonte y despalme del terreno

Personal	Cantidad	Actividad	Descripción
Operador de volquete	10	Desmonte y despalme Limpieza	Trasladar los desperdicios orgánicos del desmonte a su disposición final Transporte de material para terracería
Operador de pipa	2	Aplanado y Compactación	Realizar el riego de impregnación
Operador de asfaltadora	1	Colocación de carpeta asfáltica	Colocar el chapopote para posteriormente ser compactado.
Supervisor de obra	4	Supervisión	Supervisar todas las actividades constructivas
Carpintero	20	Colocación de molde metálico prefabricado	Instalación de estructuras metálica
Electricista	15	Instalación eléctrica	Instalación de infraestructura eléctrica
Plomero	20	Instalación hidráulica y sanitaria	Instalación de infraestructura hidráulica y sanitaria
Velador	4	Vigilancia	Vigilar el sitio
Pasteros	30	Colocación de acabados en muros y plafones	Colocar pasta de recubrimiento en muros exteriores e interiores, así como en plafones
Impermeabilizadores	15	Colocación de impermeabilizante en techos	Colocación de impermeabilizante en techos y plafones de los edificios
Jardineros	10	Adecuación de áreas verde	Adecuación de áreas verdes en condominios y áreas comunes en general.

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.

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. Este almacén será construido 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.

PREPARACIÓN DEL SITIO

a) Cambio de Uso de Suelo

Durante la primera etapa del proyecto se llevará a cabo el Cambio de Uso de Suelo que dará origen a los caminos de acceso y vialidades del proyecto; esta actividad consistirá en la remoción de la vegetación existente en el trazo del camino y en las áreas que se destinen para las instalaciones o edificaciones de vigilancia entre otras, con el objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad.

Para esta actividad se considera realizar trabajos previos los cuales serán:

1. Visita de inspección: previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para determinar el tipo de equipo que se requiere de acuerdo con las características de la vegetación en el predio.

2. Delimitación de la zona de desmonte: en el caso de los caminos de acceso el desmonte se hará sobre la línea del trazo de esta, y el material removido (restos vegetales) serán acumulado dentro del predio en un área que no interfiera con las actividades de esta fase, y posteriormente serán triturados y utilizado como sustrato en las áreas verdes.

Posterior al desmonte, viene el despalme del terreno, el cual consiste en remover el material superficial del terreno, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable, este se realiza de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

El espesor del despalme será el que indique el proyecto u ordene la cuadrilla topográfica a la vista de los materiales existentes en el lugar.

b) Excavaciones, Compactaciones, Rellenos y/o Nivelaciones

1. Limpieza y preparación del terreno con el retiro de capa vegetal y arbustos. La tierra será aprovechada para las zonas de jardines, se almacenará en un lugar acondicionado para evitar la contaminación.

2. Construcción de espacios e instalaciones provisionales (de fácil montaje y desmontaje): almacén, instalaciones de energía eléctrica e hidro-sanitarias.

3. Se determinarán los niveles del terreno de acuerdo con un nivel de referencia determinado.

4.- El material producto de la excavación será retirado fuera del predio, y dispuestos en un sitio autorizados para la disposición de estos residuos de manejo especial, en este proceso y durante la carga se almacenará en lugares destinados para dicho fin, ocasionalmente se utilizará equipo de trituración.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Construcción

Conjunto Habitacional: El diseño y sembrado de los edificios responde a un diseño que respeta las áreas destinadas a vialidades y áreas verdes. El proyecto contempla áreas de jardín y equipamiento maximizando el aprovechamiento de área construible respetando los porcentajes de área libre urbanizada y los departamentos máximos por hectárea indicados en reglamentación.



Figura 8. Plano general del proyecto (Ver planos anexos).

Modulo: El Modulo está conformado por 4 edificios de 4 niveles como conjunto, esto permite la posibilidad de sustraer, separar o adicionar departamentos según sea conveniente.

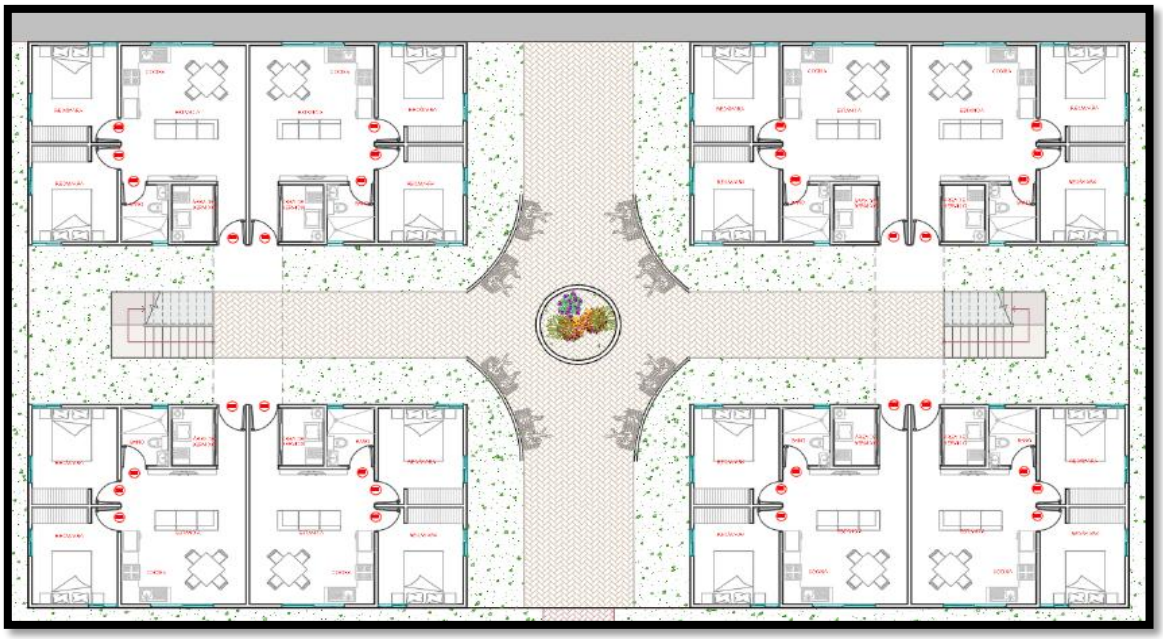


Figura 9. Corte de un Bloque en el proyecto.

Para integrar el módulo completo se planteó un edificio base que se repite un total de 4 veces; este edificio base consta de 4 departamentos por nivel, con un núcleo de escaleras al centro.

El diseño integra al centro áreas comunes ajardinadas con vegetación de la región, bancos de concreto y espacios peatonales que fomentan la convivencia. Las fachadas presentan acabados minimalistas y ventanas amplias, creando un ambiente moderno y acogedor, mientras que el área exterior incluye estacionamiento y zonas de acceso peatonal.

Construcción

Conjunto Habitacional: El diseño y sembrado de los edificios responde a un diseño que respeta las áreas destinadas a vialidades y áreas verdes. El proyecto contempla áreas de jardín y equipamiento maximizando el aprovechamiento de área construible respetando los porcentajes de área libre urbanizada y los departamentos máximos por hectárea indicados en reglamentación.

Modulo: El Modulo está conformado por 4 edificios de 4 niveles como conjunto, esto permite la posibilidad de sustraer, separar o adicionar departamentos según sea conveniente.

Para integrar el módulo completo se planteó un edificio base que se repite un total de 4 veces; este edificio base consta de 4 departamentos por nivel, con un núcleo de escaleras al centro.

El diseño integra al centro áreas comunes ajardinadas con vegetación de la región, bancos de concreto y espacios peatonales que fomentan la convivencia. Las fachadas presentan acabados minimalistas y ventanas amplias, creando un ambiente moderno y acogedor, mientras que el área exterior incluye estacionamiento y zonas de acceso peatonal.



Figura 10. Render panorámico del proyecto.

Las instalaciones se deberán construir siguiendo los criterios de construcción que existen en el Estado.

Las instalaciones eléctricas, entre otras, serán de acuerdo con las ingenierías propuestas y solo se realizarán trabajos de primera para garantizar la calidad de la obra que se presente y de acuerdo exclusivamente al proyecto arquitectónico contratado.

Instalación Sanitaria. Será subterránea y se instalara con tuberías y accesorios de PVC sanitario, las aguas negras y jabonosas, se descargarán al sistema de tratamiento de aguas residuales.

Instalación Eléctrica. Será oculta por pisos, muros y plafones, se instalará con poliducto naranja cable de cobre tipo THW, cajas y registros de plástico, placas, contactos y apagadores de línea económica según proyecto.

Al finalizar la etapa de construcción se verificará el estado de las áreas verdes, en las que no se realizará desmonte y se preservaran las especies que actualmente se encuentran presentes en el área.

Infraestructura Pluvial

Siguiendo los lineamientos del Artículo 153 del Capítulo XXVII del Reglamento de Construcciones del Municipio de Mérida (aplicado de forma supletoria ante la ausencia de una norma específica en Ucú), se establece la obligación de instalar un pozo pluvial por cada 350 m² de superficie impermeable de pavimentos y techumbres.

Pozos de Absorción Profunda:

- Diámetro de Perforación Mecánica: 12 pulgadas (304.8 mm).
- Diámetro del Ademe: 10 pulgadas (254 mm) en tubería de PVC Hidráulico Clase 7 de campana.
- Profundidad Máxima: 12.00 metros desde el nivel freático o cota de calle.
- Sección Ranurada: Tramo final de los 9.00 a los 12.00 metros de profundidad (3 metros de longitud ranurada de fábrica), garantizando la descarga directa en la matriz rocosa permeable por debajo del nivel estático.

Trampa de Sólidos y Grasas Integrada:

Cada una de las bocas de tormenta de los 467 pozos estará precedida por un registro desarenador doble con muros de block y acabado pulido impermeable.

- La tubería de ademe de 10" sobresaldrá de manera fija 50 cm por encima del fondo de la zanja, creando una cámara muerta inferior de decantación gravimétrica de 0.40 m³ para retener lodos, basura y arenas.
- Se acoplará un sistema de mamparas y una T de PVC de 4 pulgadas invertida, la cual forzará que las grasas y aceites automotrices floten en la primera sección del registro por diferencia de densidades ($P_{aceite} \approx 0.85$ g/cm^3), succionando hacia el pozo únicamente el agua limpia de lluvia y asegurando un impacto contaminante residual cero hacia el lente freático útil.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

a) Programa de Operación

La operación del proyecto será responsabilidad de los propietarios del inmueble.

- Separación de residuos. Se recomendará a los trabajadores separar sus residuos en orgánicos e inorgánicos
- Utilización de contenedores plásticos con tapa. Se recomendará a los trabajadores utilizar contenedores plásticos con tapa que permitan almacenar temporalmente los residuos y sacarlos los días de recolección.
- Contratar servicios privados de recolección de residuos sólidos urbanos que los recolecten un mínimo de 3 veces por semana.

- Se cuidará que estos servicios de recolección cuenten con los permisos necesarios para transportarlos y los dispongan en el relleno sanitario de la ciudad.

b) Programa de Mantenimiento.

Al igual que la operación, el mantenimiento de la Infraestructura será responsabilidad de los propietarios del inmueble.

Además, para su operación se contará con un Sistema de tratamiento de aguas residuales, se incluye la ficha técnica en el apartado de anexos.

DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

No se requerirán obras asociadas al proyecto.

ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

El proyecto no contempla una etapa de abandono del sitio.

UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

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

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 9. 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.

ETAPA	RESIDUO O EMISIÓN GENERADO	MANEJO Y DISPOSICIÓN
PS, C, OM	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión y ruido producto de maquinaria y equipo.	Manejo: preventivo, uso de maquinaria 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.

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 serán recolectados por el Servicio Municipal de Recolección de Residuos.

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.

CAPITULO 2. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO.

2. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025 - 2030

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista.

El PND orienta los objetivos de la nación y define las acciones en el corto, mediano y largo plazo; instrumentos al Estado y a la sociedad para cumplir los compromisos.

La planeación democrática establecida en la CPEUM ayuda a enriquecer el PND, la formulación de los temas y programas, la instrumentación, el control y la evaluación del plan y los programas.

Por eso es importante destacar el diálogo y la consulta que se llevaron a cabo para analizar los problemas y proponer soluciones con la participación de más de 50 mil personas en 57 foros de consulta en los 32 estados. Sobresalió el foro indígena por su asistencia y entusiasmo, con la participación de cerca de 4 mil personas de los 68 pueblos indígenas y el afromexicano. Es la primera vez que se consulta a los pueblos indígenas.

Este PND se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto.

- Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
- Desarrollo con bienestar y humanismo.
- Economía moral y trabajo.
- Desarrollo sustentable.
- Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
- Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
- Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas.

Se considera una concordancia con lo mencionado previamente toda vez que el proyecto busca el cumplimiento de todo lineamiento que la legislación ambiental indique. Considerando como objetivos la sustentabilidad, el uso responsable del recurso agua, una economía competitiva que considera el cuidado al ambiente y el cambio climático y la protección del patrimonio natural.

PLAN ESTATAL DEL DESARROLLO RENACIMIENTO MAYA 2024 - 2030

El Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024-2030 es el itinerario compartido que permitirá al gobierno y Pueblo de Yucatán transformar nuestro estado, asegurándonos que el progreso no sea privilegio de unos cuantos, sino un derecho para todas y todos. Se ha construido con el respaldo de miles de voces, desde los municipios más pequeños hasta las ciudades más grandes; con la participación de trabajadores, empresarios, académicos, pescadores, campesinos, pequeños productores, estudiantes, mujeres, hombres, jóvenes, personas mayores y comunidades mayas. Este no es solo un documento técnico, es un compromiso vivo con nuestro pueblo.

El plan plantea 7 directrices y 48 vertientes estratégica, que abordan con profundidad y seriedad los retos que enfrentamos y las oportunidades que podemos aprovechar para forjar un estado más justo, próspero y sostenible.

Directrices:

1. Gobierno Honesto, Humanista y cercano al Pueblo.
2. Bienestar Social para la Salud de Todas y Todos.
3. Educación, Cultura y Deporte, pilares del Renacimiento.
4. Economía con Prosperidad Compartida y Rescate del Campo.
5. Infraestructura para un Desarrollo Territorial Ordenado y Sustentable.
6. Justicia, Seguridad Ciudadana y Cultura de la Paz.
7. Pueblo Maya, Raíz y Razón de Ser.

La Directriz 5. Infraestructura para un Desarrollo Territorial Ordenado y Sustentable, establece los principios rectores para el crecimiento territorial equilibrado, la modernización de la infraestructura y la integración de soluciones sostenibles que impulsen el desarrollo de Yucatán.

Vertiente 5.1 Desarrollo Urbano y ordenamiento territorial

5.1.2 Objetivo Estratégico: Proteger los recursos y ecosistemas naturales de los impactos ambientales del Desarrollo urbano.

5.1.2.1 Objetivo Específico: Implementar medidas para la protección de los mantos freáticos, asegurando la sustentabilidad del abastecimiento de agua en las ciudades y comunidades.

El proyecto contara con un sistema de tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación del manto freático. (Ver descripción y ficha técnica).

5.1.2.2 Objetivo Específico: Reducir la deforestación y la pérdida de cobertura vegetal, promoviendo la conservación de ecosistemas estratégicos y la reforestación urbana.

El proyecto cuenta con áreas verdes y publicas aproximadas del 34.69% de la superficie total del predio para garantizar la conservación del tipo de vegetación en la zona.

Vertiente 5.2 Protección de Ecosistemas naturales

5.2.1 Objetivo Estratégico: **Aumentar la conservación y restauración de los ecosistemas naturales de Yucatán, con un enfoque en la protección de selvas, manglares, arrecifes y cenotes.**

5.2.1.1. Objetivo Específico: Fortalecer acciones para la conservación y restauración de ecosistemas estratégicos con alto valor ecológico.

5.2.1.2. Objetico Específico: Impulsar mecanismos para la protección de los ecosistemas marinos y la costa Yucateca.

El proyecto cuenta con áreas verdes y publicas aproximadas del 34.69% de la superficie total del predio para garantizar la conservación del tipo de vegetación en la zona.

5.2.2 Objetivo Estratégico: **Incrementar la protección de la biodiversidad y el uso del suelo del estado de Yucatán.**

5.2.2.1. Objetivo Específico: Regularizar las actividades agroindustriales y urbanas para evitar la contaminación de acuíferos.

5.2.2.2 Objetivo Específico. Fomentar prácticas sostenibles que promuevan la conservación del suelo y del agua.

El proyecto cuenta con áreas verdes y publicas aproximadas del 34.69% de la superficie total del predio. De igual forma el abastecimiento de agua potable será por medio de la red de agua potable municipal y se contara con un sistema de tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación del manto freático.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY 2023).

Decreto 692/2023 por el que se formula y expide la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.

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 053-APROV-MER.**

La información descriptiva de las unidades de gestión ambiental, respecto a las condiciones actuales de su tipo de vegetación, condiciones ambientales, así como la política, lineamientos, estrategias y criterios aplicables, se presentan en forma de fichas. Los usos, destinos, actividades y aprovechamientos están sujetos a lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla 1. Usos de suelo de las Unidades de Gestión Ambiental.

COMPATIBLES	CONDICIONADOS	INCOMPATIBLES
1. Acuacultura de agua dulce.	8. Energia fotovoltaica.	3. Agricultura tecnificada
2. Acucultura de agua salobre.	12. Milpa maya	4. Agricultura extensive
6. Asentamientos Humanos.		5. Apicultura
10. Industrial.		7. Energia eolica
11. Infraestructura		9. Forestal
18.Turismo Convencional		13. Minería no metálica
19. Turismo de Naturaleza		14. Pecuario bovino
		15. Pecuario avícola
		16. Pecuario porcino
		17. Pesca
		20. Turismo de sol y playa

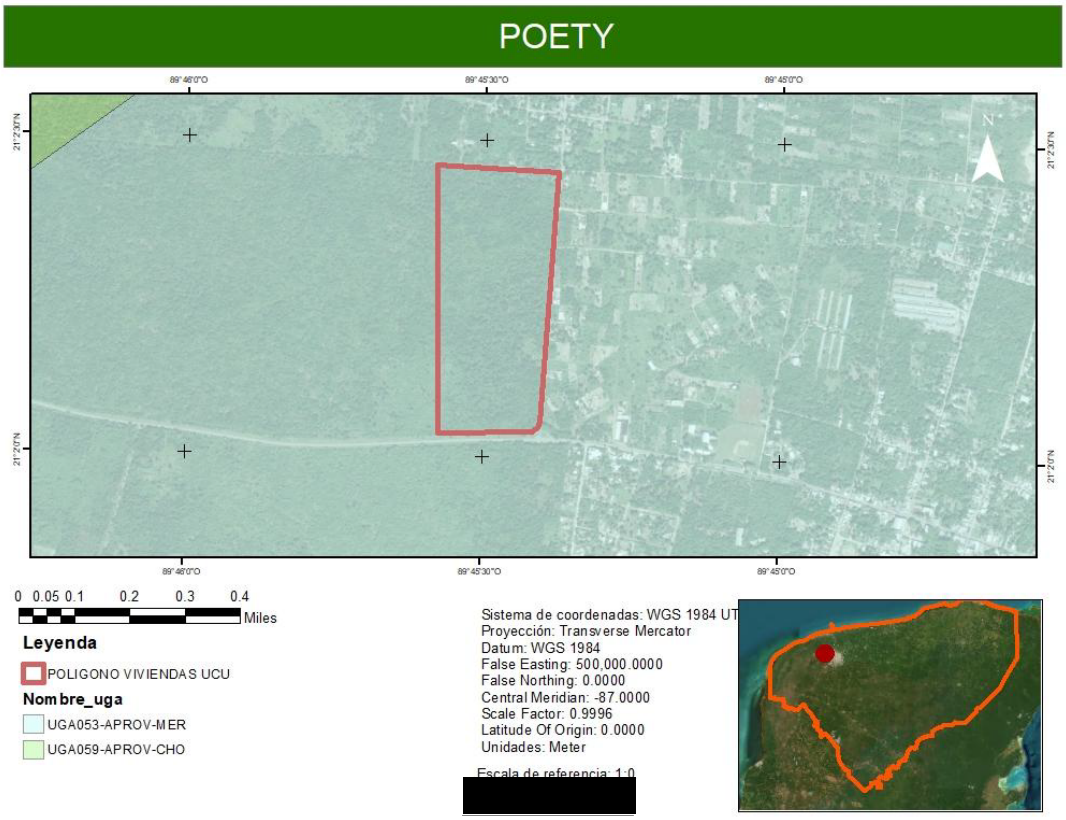


Figura 1. Localización del predio en la Unidad de Gestión Ambiental 053.

Dada la ubicación en la UGA antes mencionada, el uso de un Desarrollo de Viviendas de Interés Social se considera COMPATIBLE al estar englobado dentro del de Asentamientos Humanos (Tabla 1).

Se presenta a continuación la vinculación del proyecto con los criterios de regulación del POETY.

Criterios generales.

Los criterios generales para la Unidad de Gestión Ambiental establecen las condicionantes y regulaciones que deberán ser observadas por todo proyecto de obra o actividad que se desarrolle en esa unidad. Son, en esencia, las disposiciones obligatorias con las cuales se busca que las actividades sectoriales se desarrollen sin afectarse unas a otras y, al mismo tiempo, se garantice la preservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los recursos naturales y los servicios ambientales.

Se establecieron criterios ecológicos generales, cuya aplicación corresponden a acciones que todos los sectores deben realizar, independientemente de su localización; así como criterios específicos por sector.

Tabla 2. Vinculación con los criterios generales.

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con 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 sanitario deberán estar preparados.	*El proyecto contempla la instalación y operación de una PTAR ya descrita previamente (Ver Ficha técnica anexa).*
2	Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.	*El proyecto contará con un Programa de Manejo de Residuos, de igual forma estará en coordinación con el Municipio para la recolección de dichos residuos.*
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 está ingresando a la par de la MIA, la Licencia Ambiental Única ante la Secretaria de Desarrollo Sustentable del Gobierno Estado de Yucatán para su evaluación.*
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.	*Para el abastecimiento de Agua, el proyecto contempla la interconexión a la Red Estatal de Agua Potable de la JAPAY.*
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.	*El proyecto contará con una Mecánica de Suelos, la cual se realizará en tiempo y forma.*
6	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 cumplirá con este criterio a cabalidad.*

7	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 está realizando su MIA y ETJ ante la SEMARNAT y contempla zonas de áreas verdes.*
8	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 el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.	*El material producto de excavaciones será reutilizado en el sitio del proyecto.*
9	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.	*El sitio del proyecto cumple con las características para su realización, así como también cumple con los Ordenamientos aplicables.*
10	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.	*El sitio del proyecto no cuenta con cenotes, cuevas, grutas o humedales dentro de su poligonal.*
11	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.	*No aplica, el proyecto no extraerá agua salobre en ninguna etapa del proyecto.*
12	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.	*La construcción de la PTAR cumplirá con este criterio a cabalidad (Ver ficha técnica anexa).*

13	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 no se localiza en una zona de riesgo. Se considera que la topografía del sitio al localizarse aledaño a la zona urbana de Yaxche de Peón no implica riesgos de inundación. No se omite manifestar que el proyecto contempla un porcentaje importante de áreas verdes (34.69%) que permiten la infiltración natural del agua.*
14	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 cuenta con una superficie considerable de áreas verdes para la absorción y recarga del acuífero. (34.69%).*

Tabla 3. Vinculación con los criterios del Sector Asentamientos Humanos.

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a: a) Minimizar la expansión urbana desordenada.	*El proyecto se localiza en la zona aledaña a una localidad, en una zona cuyos Ordenamientos establecen como compatible para el uso de Asentamiento Humanos.*

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero. c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales. d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos	
2	Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana deberán establecerse preferentemente en: a) Vacíos urbanos de las áreas urbanas actuales. b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones	*El proyecto se localiza aledaña a la zona urbana de la localidad de Yaxche de Peón y cumple con los criterios solicitados.*
3	Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.	*El proyecto no contempla la instalación de plantas desalinizadoras.*
4	Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reuso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas	*El abastecimiento de agua potable será a través de una interconexión con la red de agua potable de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Yucatán (JAPAY). No se omite manifestar que el proyecto contara con sistemas ahorradores de agua (llaves, inodoros y regaderas).*

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.	
5	Los asentamientos humanos (vivienda, fraccionamientos, servicios, etc) deberán mantener los humedales libres de obras de edificación, con el objeto de mantener sus procesos hidrodinámicos naturales.	*El proyecto no se localiza en una zona de humedales, se encuentra en una zona urbana.*
6	Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera	*El proyecto no se localiza sobre la duna costera.*
7	El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirán a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de la misma. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones.	*El proyecto no se localiza en la zona de duna costera, la vegetación presente corresponde una vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia perturbada (áreas con residuos sólidos urbanos), zonas con vegetación en recuperación.* .

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
8	Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo: a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación. d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa. f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación.	*NO aplica, el proyecto no se realizará en zona de playas.*

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías. h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma. i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.	
9	La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.	*El proyecto no contempla afectaciones a la zona de duna, ya que se localiza en una zona con vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia perturbada (áreas con residuos sólidos urbanos), zonas con vegetación en recuperación.*
10	Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.	*El proyecto no contempla obras o actividades de dragado o disposición de residuos.*
11	La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del	*El proyecto contempla la instalación futura de tecnologías de energías renovables (paneles solares) para el abastecimiento de energía eléctrica al proyecto.*

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.	
12	La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.	*No aplica toda vez que el proyecto no se localiza en la zona costera.*
13	Los conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turístico e infraestructura urbana, deberán remitirse a los atlas de riesgos o peligros estatal y municipal vigentes para evitar que se desarrollen en ubicaciones inapropiadas, las cuales incluyen: a) Zonas de aluviones naturales recientes, profundos o superficiales. b) Relleno artificiales en barrancos, humedales y terraplenes o en general terrenos no consolidados, inestables con agrietamientos y sensibles a asentamientos diferenciales o hundimientos. c) Áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos, sobresaturación hidráulica, sobrepeso, o movimientos vibratorios. d) Áreas por debajo del nivel máximo de mareas.	*El sitio del proyecto se localiza en una zona urbana que no es catalogada como zona de riesgo.*

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	e) Áreas susceptibles a inundación. f) Bancos de materiales abandonados. g) Áreas elevadas que al ser deforestadas generan escurrimientos que agravan inundaciones en zonas bajas.	
14	Los desarrollos inmobiliarios (condominio, fraccionamiento o subdivisión) solo se podrán establecer en terrenos que no cuenten con una cobertura forestal o se consideren como preferentemente forestales.	*El sitio del proyecto se localiza en la zona urbana aledaña a la localidad de Yaxche de Peón.*
15	Los asentamientos humanos rurales existentes están sujetos al crecimiento natural de su población y sus necesidades de vivienda, servicios e infraestructura, dentro de zonas que sean potencialmente urbanizables y fuera de zonas de riesgo.	*El sitio del proyecto se localiza en la zona urbana aledaña a la localidad de Yaxche de Peón.*

INSTRUMENTOS NORMATIVOS APLICABLES

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTEL (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 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: VII. Cambios de Uso de Suelo de áreas forestales asi como en selvas y zonas áridas. IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;	*SE CUMPLE* *La presentación de este documento representa el compromiso del proyecto para cumplir con lo dispuesto en esta norma jurídica.*
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 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.	*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.*
ARTICULO 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos,	*SE CUMPLE*

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.	*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 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.	*SE CUMPLE* *En la zona caracterizada no se encontraron especies de vegetación y incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del terreno donde se pretende realizar el proyecto. En cuanto a la fauna solo una especie está registrada en la NOM-059.*
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 del POETY 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:	*SE CUMPLE*

II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	*Con el objeto de mantener las emisiones contaminantes contraladas 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: 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.	*SE CUMPLE* *Se prevendrá en todo momento la contaminación del agua, con la correcta 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. 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.	*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 correspondiente de este documento.*

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: O. CAMBIOS DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES ASI COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS. Q. DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS;	*SE CUMPLE* *Se requiere de la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental toda vez que el proyecto consiste en la construcción de un Desarrollo para Viviendas de Interés Social que requerirá Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales* *Con base en lo anterior se presentó a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental.*

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.*

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 utilizará maquinaria y 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.*

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 en general;	*SE CUMPLE* *Los residuos de construcción serán trasladados al sitio de disposición municipal o algún otro sitio autorizado.*

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.*

REGLAMENTO DE LA 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 en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	*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. Para la etapa de operación se contará con una Planta de Tratamiento de las 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 Relleno Sanitario de la*

	Ciudad de Mérida. No se depositarán residuos de ningún en el agua.

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 procedimientos para su reúso y reciclaje…	*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.*

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 de contaminantes para el ser humano.	*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	*SE CUMPLE*

en las fechas que se fijen en los programas que al efecto se publiquen, no haciéndose válida su verificación en otras entidades federativas.	*Todos los vehículos utilizados se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.*

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 para el manejo de maquinaria.*

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 se utilizarán sanitarios portátiles cuyo manejo será responsabilidad de una empresa especializada. Para la etapa de operación se contará con una Planta de tratamiento de aguas residuales.*
EMISIONES A LA ATMOSFERA		
Norma Oficial Mexicana	**Rubro**	**Vinculación con el proyecto**
NOM-041-SEMARNAT-1999.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases	*Se llevará a cabo la verificación de las maquinarias observando que*

	contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.	*cumplan con sus mantenimientos preventivos.*
NOM-045-SEMARNAT-1996.	Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.	*Se controlarán estas emisiones, mediante mantenimientos periódicos de la maquinaria.*
RESIDUOS PELIGROSOS, SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL		
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 la maquinaria involucrada 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 la maquinaria utilizados en el proyecto.*
FLORA Y FAUNA		
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.	*En la zona caracterizada no se registró especies de vegetación incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del terreno donde se pretende realizar el proyecto, sin embargo si se registraron especies de fauna enlistadas.* *Durante las etapas del proyecto, en especial durante la preparación del sitio y la construcción, se fomentará el trato digno hacia los animales, quedará prohibida su captura o maltrato.*
RUIDO		
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 y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	*Se mantendrá una bitácora de los mantenimientos de la maquinaria involucrada en el proyecto.*
SEGURIDAD LABORAL		
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-001-STPS-1999.	Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene. D.O.F. 13-XII-99.	*Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas de estos 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. D.O.F. 31-V-99 (aclaración D.O.F. 16-VII-1999).	*Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas de estos servicios para prevenir accidentes durante la obra. No se utilizará equipo preventivo (ya sea para incendios, bajas de energía) ya que es un lugar abierto.*
NOM-006-STPS-2000.	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad D.O.F. 9-III-2001.	*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. D.O.F. 17-IV-2002.	*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 a los operadores de maquinaria.*

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

3.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Se delimitó el Sistema Ambiental respecto a la poligonal de la Microcuenca Progreso, de acuerdo a la información del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y que en términos de ordenamiento ecológico y delimitaciones ambientales en la península, la Microcuenca Progreso es la unidad geográfica y ecológica utilizada oficialmente para estudiar el impacto ambiental en la región y sus alrededores, de acuerdo con la ubicación del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Esta decisión responde a los siguientes criterios:

1. Criterio ecológico-funcional: 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.
2. Criterio de gestión y planeación territorial: La delimitación 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 los Ordenamientos asignan 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 microcuenca 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 zona, asegurando así la compatibilidad ambiental del mismo



Figura 1. Delimitación del Sistema Ambiental (Microcuenca Progreso).

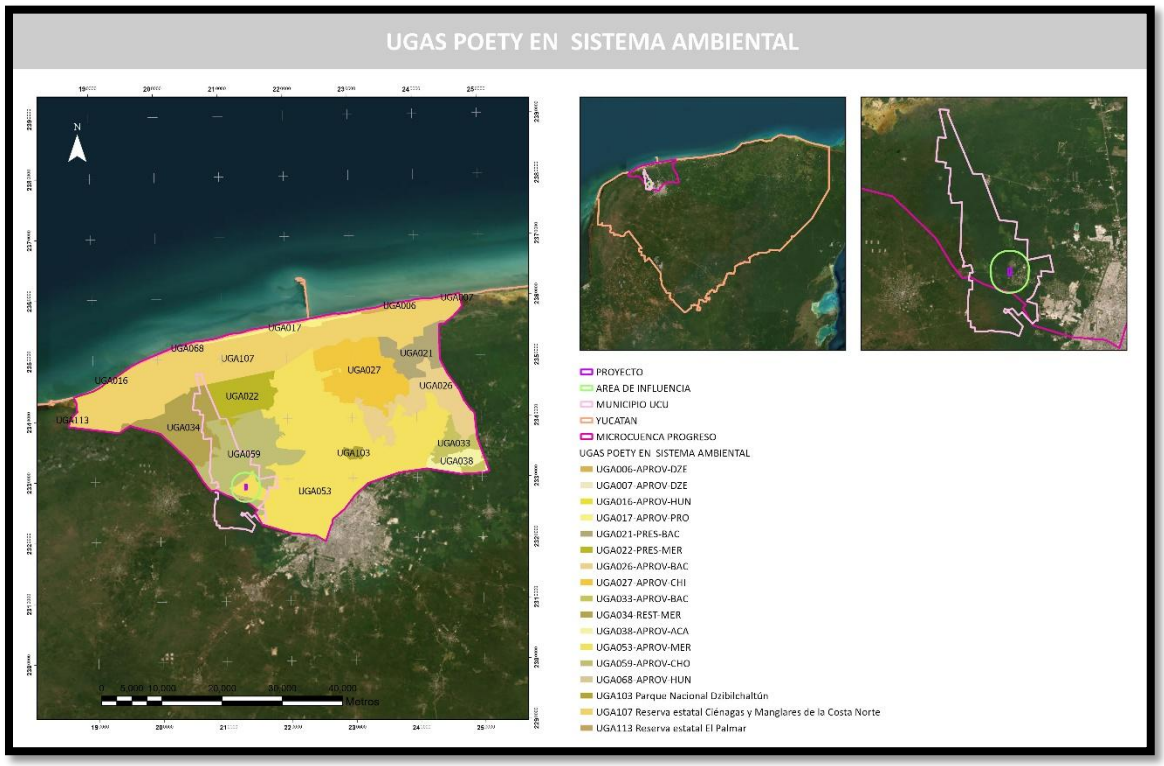


Figura 2. Ubicación de las UGAs del POETY dentro del Sistema Ambiental propuesto.

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.

3.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

ASPECTOS ABIÓTICOS

Clima

La franja costera del norte de Yucatán es, términos generales, árida. 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 Dzidzantun. 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 una región de tipo B. De acuerdo con la clasificación de Koppen modificada por García (2004) corresponde a un clima BSo(h')(x'). El cual se describe como un clima muy seco o estepario, Es un clima en el que hay más evaporación que lluvia, las lluvias son muy escasas durante el año, la temperatura promedio es mayor a los 22°C.

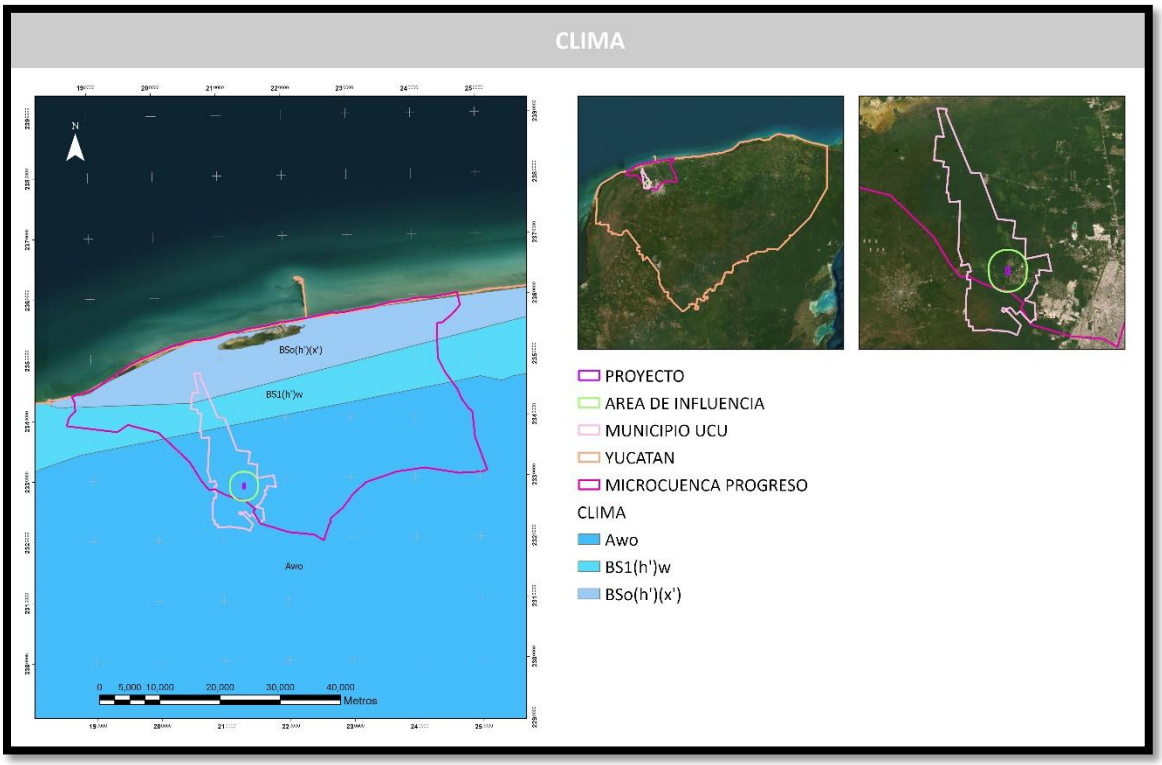


Figura 3.Tipo de clima del Sistema Ambiental.

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.

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	Landfall en Coastal Quintana Roo — cercanías	Quintana Roo, Yucatán (afectaciones en ambas).	11 Jul – 21 Jul 2005.	140 kt → 259 km/h.

NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA / COSTA MÁS CERCANA	ESTADOS AFECTADOS (península)	PERIODO (inicio – fin)	VIENTOS MÁX. SOSTENIDOS (kt → km/h)
	Cozumel/Quintana Roo)	de Tulum / Cozumel			
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	Quintana Roo, Yucatán (impactos en la península en su primer landfall).	4 Oct – 10 Oct 2020.	100 kt → 185 km/h.

NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA / COSTA MÁS CERCANA	ESTADOS AFECTADOS (península)	PERIODO (inicio – fin)	VIENTOS MÁX. SOSTENIDOS (kt → km/h)
		según trayectoria)			
Beryl (2024)	Cat 2 al tocar tierra en México (post-análisis: impacto sobre Riviera Maya/sector Tulum–Playa del Carmen)	Landfall cerca de Tulum / Chemuyil (Quintana Roo); trayectoria sobre Caribe y posterior llegada a Texas	Quintana Roo, Yucatán (afectaciones en Riviera Maya y norte de península)	28 Jun – 9 Jul 2024 (episodio principal: 30 Jun–5 Jul).	80 kt → 148 km/h (landfall en México ~80 kt).



Figura 4. Probabilidad de Fenómenos atmosféricos registrados en un radio de 25 km del sitio del proyecto (Dato generado a partir de NOAA).

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 5 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.

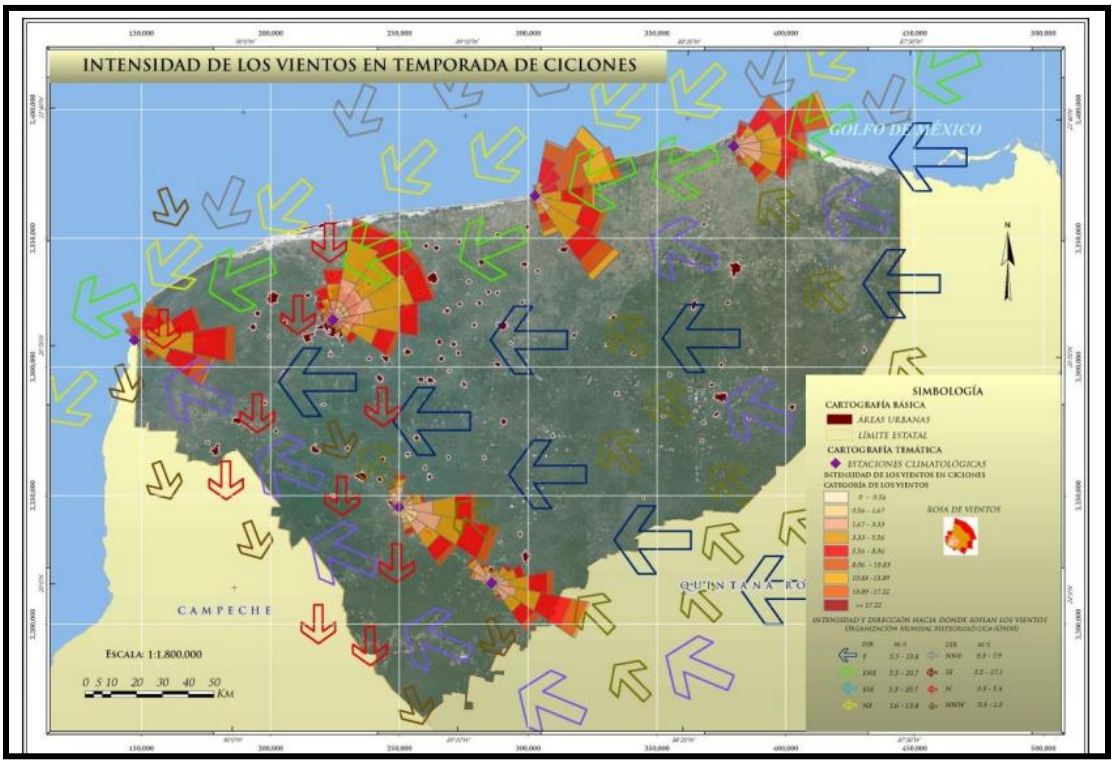


Figura 5. Flujo vectorial (predominante) del viento en temporada de ciclones.

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.

Geomorfología

La Península de Yucatán se divide en 4 provincias geomorfológicas: 1) zona costera, 2) planicie interior, 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 brusc0amente 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.

Las planicies de acumulación

Las planicies de acumulación son formas del relieve caracterizadas por superficies relativamente planas o ligeramente onduladas que se han formado debido a la acumulación de sedimentos transportados por agentes naturales como ríos, viento o el mar.

Estas planicies se desarrollan típicamente donde la energía de transporte disminuye, permitiendo que los materiales se depositen. Suelen presentar suelos profundos y fértiles, y son comunes en zonas costeras, valles fluviales y llanuras aluviales.

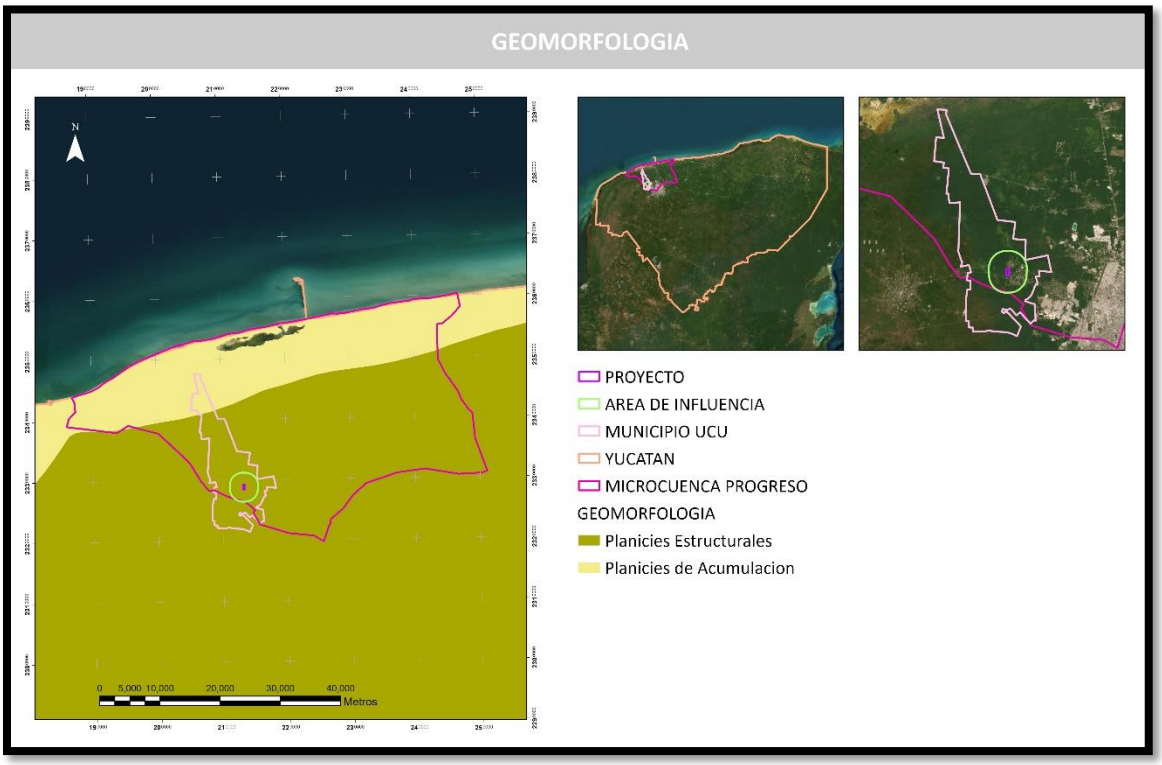


Figura 6. Geomorfología.

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 litoral, se hace referencia a materiales geológicos asociados a ambientes costeros, es decir, zonas donde interactúan el mar y la tierra.

En estas áreas predominan sedimentos que se han depositado por acción de las olas, mareas y corrientes marinas.

Materiales típicos:

- Arenas costeras.
- Gravas y cantos rodados.
- Limos y arcillas marinas.
- Restos orgánicos marinos (conchas, fragmentos de coral, etc.).

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

El área presenta suelos clasificados como Regosol calcárico, caracterizados por escaso desarrollo edáfico, textura arenosa a franca, alto contenido de carbonatos y pH alcalino. Estos suelos son típicos de zonas kársticas de la Península de Yucatán y presentan buena infiltración, contribuyendo a procesos de recarga del acuífero regional, aunque son susceptibles a degradación ante cambios de uso de suelo.

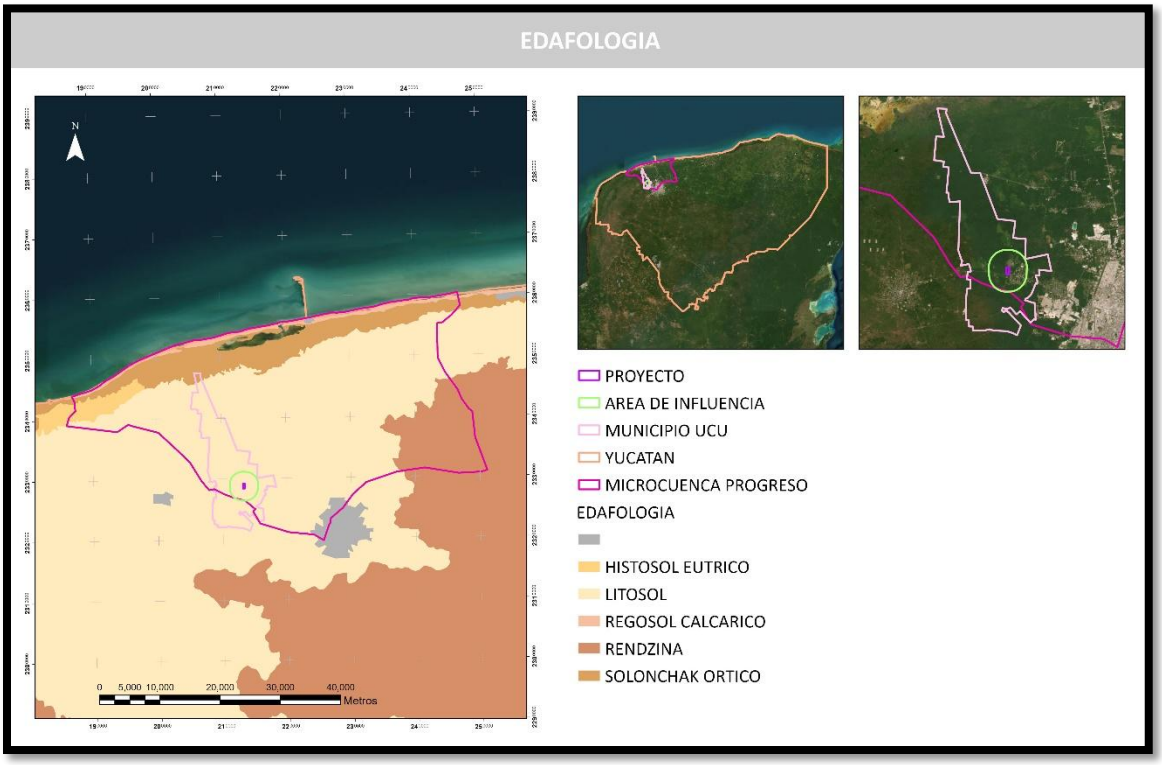


Figura 7. Tipos de Suelos registrados en el Sistema Ambiental, figura generada con el Mapa Digital de México (INEGI).

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

Suelo	Descripción
Litosol	Es un tipo de suelo muy delgado, con un espesor menor a 25 cm o con un alto contenido de rocas y gravas sobre afloramientos rocosos. Tienen baja capacidad para retener agua debido a su escasa profundidad y rápido drenaje. Son sumamente sensibles a la erosión por el viento o el agua.

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 Mm^3/año	NATURAL COMPROMETIDA	VOLUMEN CONCESIONADO DE AGUA SUBTERRÁNEA Mm^3/año	CONSIGNADO EN ESTUDIOS TÉCNICOS	DISPONIBILIDAD Mm^3/año
PENÍNSULA DE YUCATÁN	3105	21,813.40	14,542.20	2,265.60	1,313.30	5,505.60

3.3 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 una serie de diversos usos de suelo destacando los de agricultura en sus diversas modalidades así como los de vegetaciones secundarias derivadas de selva baja y mediana (arbustivas, herbáceas y arbóreas). También destaca el uso de Asentamientos Humanos con las diversas localidades presentes en la zona.

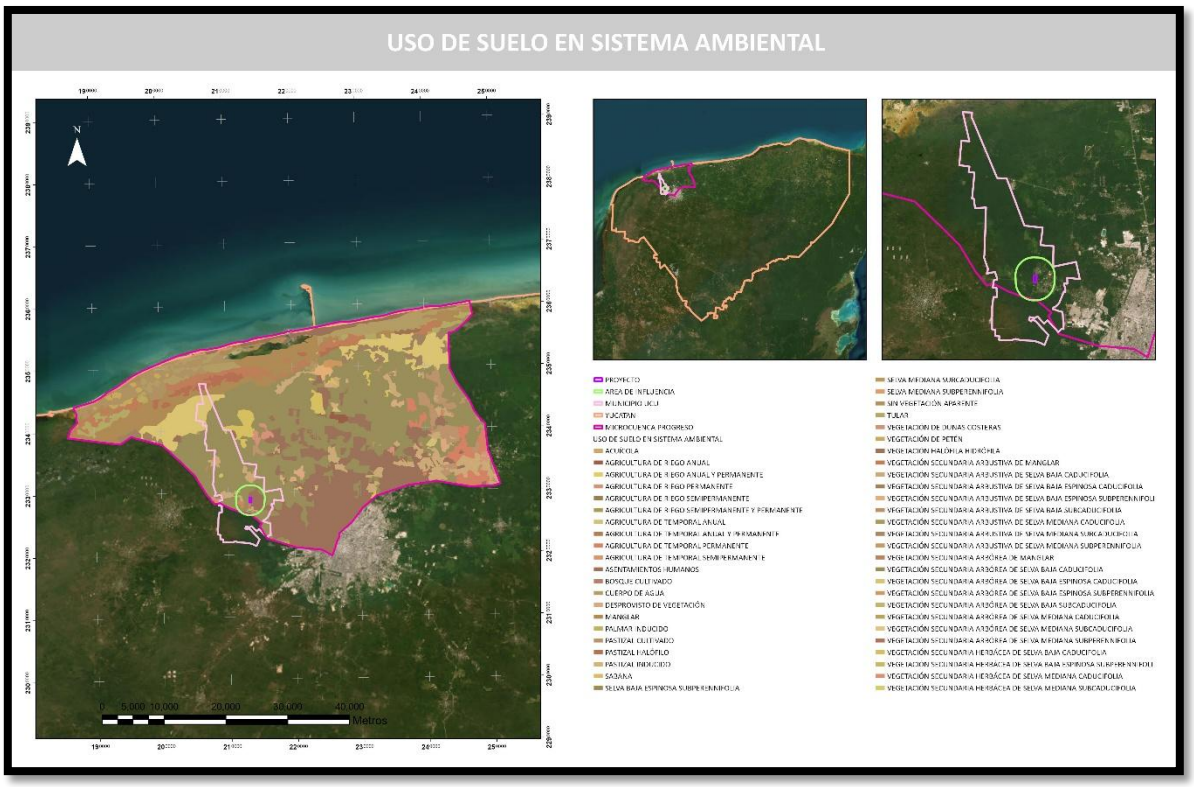


Figura 8. Usos de suelo dentro de SA.

Asentamientos Humanos

El área corresponde a una zona de asentamientos humanos caracterizada por la presencia de infraestructura urbana y semiurbana destinada a vivienda, servicios y actividades cotidianas. Esta unidad del paisaje se distingue por una transformación significativa del medio natural, donde el uso del suelo se orienta principalmente a la ocupación habitacional y a la instalación de vialidades, redes de servicios y equipamientos básicos.

El entorno presenta una traza urbana regular, con calles pavimentadas o de terracería, sistemas de electrificación aérea, suministro de agua potable y drenaje pluvial en desarrollo variable según el sector. La cobertura vegetal original ha sido ampliamente sustituida, prevaleciendo áreas construidas, patios con vegetación ornamental y zonas abiertas utilizadas como lotes habitacionales, estacionamientos o espacios comunes.

Vegetación de Selva Baja Espinosa

Esta comunidad es una modalidad de las selvas subperennifolias de la península de Yucatán. Se caracteriza por desarrollarse en zonas inundables y por el porte bajo de sus árboles, cuya altura promedio es de siete metros, de los cuales 50 % pierden el follaje en la época seca; la alta densidad de los árboles causa una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; asimismo, debido a las constantes inundaciones, el estrato herbáceo frecuentemente no existe.

Se distribuye en pequeños manchones al norte Yucatán, generalmente en zonas de clima seco; se le encuentra en terrenos bajos y planos con drenaje deficiente, mismos que se inundan en la época de lluvias pero se secan totalmente en invierno. Los suelos que soportan a esta selva son relativamente profundos, con una lámina de agua más o menos somera en época de lluvias.

Entre las especies registradas con mayor frecuencia en esta comunidad, se encuentran las siguientes: Laguncularia racemosa, Haematoxylum campechianum, Caesalpinia gaumeri, Bucida buceras, Crescentia cujete, Pithecellobium albicans, Metopium brownei, Bursera simaruba, Lysiloma latisiliquum, Sabal japa, Vitex gaumeri, Piscidia piscipula, Tamarindus indicus y Manilkara zapota.

Este ambiente presenta condiciones climáticas extremas, caracterizadas por baja disponibilidad de agua dulce, precipitaciones limitadas (aproximadamente 300–400 mm anuales), altas temperaturas (cercanas a 30 °C en promedio) y fuertes influencias del viento, el cual modula la movilidad de las dunas y favorece procesos de acumulación y erosión. En este contexto, la vegetación cumple un papel fundamental al fijar las arenas y contribuir a la estabilidad geomorfológica del sistema.

Las especies presentes en esta comunidad están adaptadas a sustratos arenosos, altamente permeables, con elevada salinidad y exposición solar intensa. Predominan plantas halófitas y xerófitas que presentan estrategias fisiológicas como hojas carnosas, sistemas radiculares extensos y crecimiento rastrero para resistir la desecación, el viento y el enterramiento parcial por arena. En la franja más cercana al mar (zona pionera) son comunes formas herbáceas rastreras, trepadoras y arbustivas de porte bajo, mientras que hacia zonas más internas pueden desarrollarse matorrales más densos y, en ciertas áreas, elementos arbóreos.

Entre las especies típicas y representativas de las dunas costeras de Yucatán destacan: *Ipomoea pes-caprae* (bejuco de playa, *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de mar), *Canavalia rosea* (frijol de playa), *Scaevola plumieri* (scaevola / uvero de costa), *Tournefortia gnaphalodes* (churro/verdolaga de playa), *Suriana maritima* (rompeolas) y *Coccoloba uvifera* (uva de mar).

Estas especies contribuyen significativamente a la fijación de arenas, facilitando el establecimiento de otras plantas y promoviendo la sucesión vegetal hacia comunidades más complejas en zonas menos expuestas.

Vegetación de Selva Baja Caducifolia

Se distribuye ampliamente en el estado, desarrollándose en zonas donde predominan los climas semisecos o subsecos y los cálidos subhúmedos. Las especies del arbolado de esta selva son caducifolias y presentan alturas bajas, generalmente de 5 a 10 metros y muy eventualmente de hasta 15 metros o un poco más.

Las especies registradas con mayor frecuencia en esta comunidad son las siguientes: Bursera simaruba, Piscidia piscipula, Caesalpinia gaumeri, Lysiloma latisiliquum, Thouinia paucidentata, Pithecellobium albicans, Gymnopodium floribundum y Erythroxylum rotundifolium. Otras especies comunes en este tipo de vegetación son: Lonchocarpus xuul, Acacia gaumeri, Haematoxylum campechianum, Plumeria obtusa, Leucaena leucocephala, Guettarda elliptica, Jatropha gaumeri, Pithecellobium leucospermum, Gliricidia sepium, Apoplanesia paniculata, Malpighia emarginata, Diospyros cuneata, Parmentiera aculeata, Vitex gaumeri, Metopium brownei, Neea psychotrioides, Pithecellobium dulce, Avicennia germinans, Psidium guajava, Plumeria rubra, Colubrina arborescens, Alvaradoa amorphoides, Albizia tomentosa, Randia truncata, Bourreria pulchra, Hampea trilobata y Croton draco, entre muchas otras.

El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas, observándose la presencia de pastizales de gramíneas nativas, así como de especies inducidas.

Listados de Vegetación en el Sistema Ambiental

Para el Sistema ambiental se realizaron un total de 30 transectos de vegetación tal como se señala en la figura siguiente:

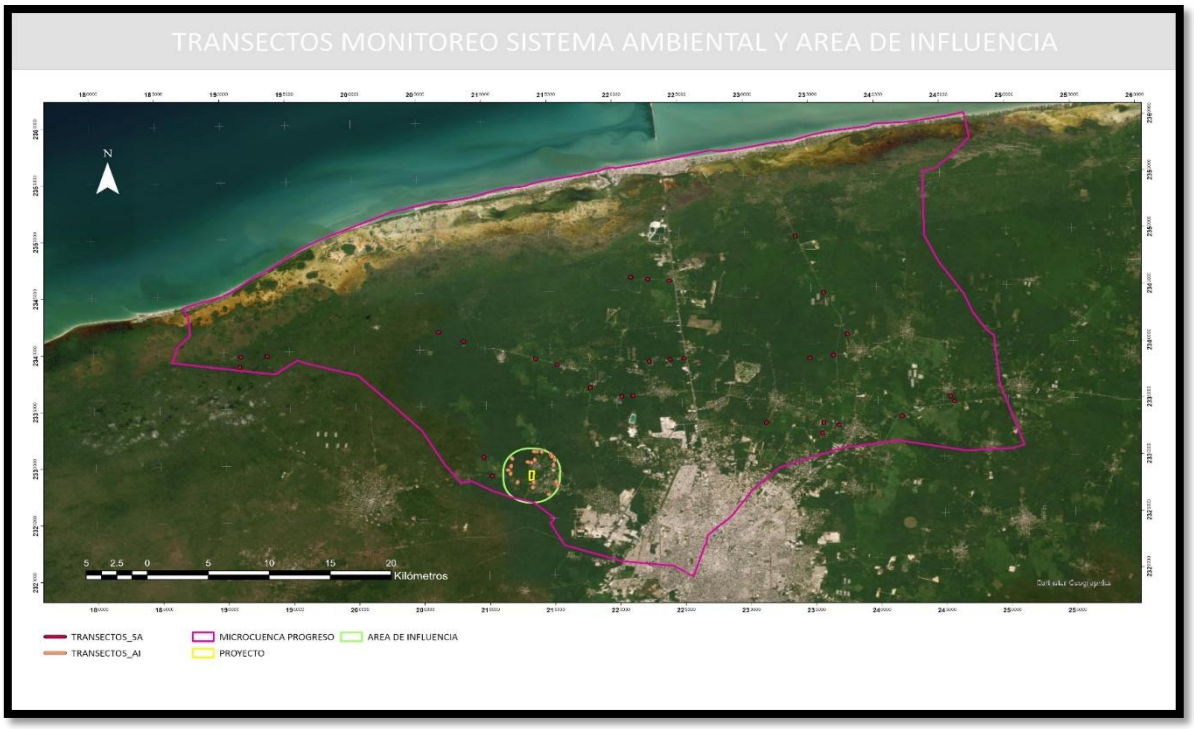


Figura 9. Transectos de Vegetación en el Sistema Ambiental y Zona de Influencia.

A continuación se presentan las coordenadas geograficas de los transectos de vegetación en el Sistema Ambiental:

Tabla 4. Coordenadas de los Transectos en el Sistema Ambiental.

Numero	X	Y
1	235711.508	2332093.18
1	235675.332	2332195.82
2	235822.957	2333035.89
2	235804.263	2333134.18
3	237014.986	2332816.9
3	236925.258	2332861.15
4	241749.757	2333548.82
4	241843.03	2333585
5	245866.237	2334780.57
5	245813.031	2334865.28
6	245580.117	2335243.44
6	245528.37	2335329.06
7	237767.434	2340821.21
7	237706.383	2340900.47
8	235994.545	2344523.7
8	235952.784	2344614.61
9	233891.816	2349513.12
9	233854.633	2349606

Numero	X	Y
10	236683.772	2339029.43
10	236588.005	2339000.48
11	234879.379	2338790.67
11	234779.337	2338789.68
12	231365.614	2333098.97
12	231420.053	2333182.91
13	225260.653	2338916.68
13	225161.013	2338907.6
14	224173.903	2338843.11
14	224074.726	2338829.89
15	222531.73	2338637.73
15	222520.773	2338737.18
16	224215.733	2345777.48
16	224115.964	2345785.01
17	222583.296	2345916.45
17	222487.799	2345946.31
18	221278.938	2346132.4
18	221178.978	2346136.8
19	221279.798	2335679.06
19	221179.836	2335674.72
20	220413.246	2335614.28
20	220320.715	2335652.35
21	217986.616	2336406.15
21	217977.207	2336505.76
22	215519.455	2338517.77
22	215425.06	2338550.96
23	213876.641	2339054.04
23	213780.415	2339081.48
24	208384.027	2340675.65
24	208288.654	2340705.93
25	206484.568	2341508.83
25	206385.841	2341525.15
26	210386.041	2328777.37
26	210286.647	2328788.93
27	209748.08	2330414.89
27	209695.134	2330499.8
28	191196.001	2338657.99
28	191193.309	2338758.03
29	191224.082	2339599.07
29	191324.142	2339597.2
30	193234.525	2339621.88
30	193334.529	2339618.08

Para el Sistema Ambiental se registraron un total de 151 especies de flora, distribuidas en 43 familias, siendo la más abundante las de la familia Fabácea con 33 especies. Estas especies se distribuyen en los estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos.

A continuación se presentan los resultados de la diversidad de la vegetación presente en el Sistema Ambiental, dividida por estratos arboreo, arbustivo y herbáceo, dicha información se presenta de manera detallada en los Archivos de Excel anexos al presente documento:

Tabla 5. Diversidad de Especies del Estrato Arbóreo en el Sistema Ambiental

ARBO	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Alvaradoa amorphoides	12	0.014150943	-4.257973986	-0.060254349
2	Annona glabra	5	0.005896226	-5.133442723	-0.030267941
3	Apoplanesia paniculata	9	0.010613208	-4.545656058	-0.048243991
4	Bauhinia divaricata	9	0.010613208	-4.545656058	-0.048243991
5	Beaucarnea pliabilis	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
6	Bourreria pulchra	6	0.007075472	-4.951121167	-0.035031518
7	Bunchosia swartziana	4	0.004716981	-5.356586275	-0.025266916
8	Bursera schlechtendalii	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
9	Bursera simaruba	114	0.134433962	-2.006682187	-0.269766237
10	Caesalpinea gaumeri	54	0.063679245	-2.753896589	-0.175366056
11	Caesalpinia vesicaria	9	0.010613208	-4.545656058	-0.048243991
12	Cameraria latifolia	4	0.004716981	-5.356586275	-0.025266916
13	Cascabela gaumeri	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
14	Ceiba pentandra	7	0.008254717	-4.796970487	-0.039597634
15	Ceiba schottii	4	0.004716981	-5.356586275	-0.025266916
16	Chloroleucon mangense	6	0.007075472	-4.951121167	-0.035031518
17	Coccoloba cozumelensis	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
18	Colubrina arborescens	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
19	Cordia alliodora	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
20	Cordia gerascanthus	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
21	Cordia sebestena	4	0.004716981	-5.356586275	-0.025266916
22	Coulteria mollis	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
23	Crataeva tapia	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
24	Crescentia alata	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
25	Crescentia cujete	10	0.011792453	-4.440295543	-0.052361976
26	Croton schiedeanus	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
27	Dalbergia glabra	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
28	Diospyros salicifolia	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
29	Diospyros tetrasperma	10	0.011792453	-4.440295543	-0.052361976
30	Diphysa carthagenensis	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
31	Drypetes lateriflora	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
32	Elaeodendron xylocarpum	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
33	Erythrina standleyana	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239

ARBO	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
34	Erythrostemon yucatanensis	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
35	Erythroxylum bequaertii	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
36	Erythroxylum confusum	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
37	Eugenia axillaris	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
38	Euphorbia schlechtendalii	4	0.004716981	-5.356586275	-0.025266916
39	Ficus maxima	6	0.007075472	-4.951121167	-0.035031518
40	Guaiacum sanctum	5	0.005896226	-5.133442723	-0.030267941
41	Guazuma ulmifolia	7	0.008254717	-4.796970487	-0.039597634
42	Guettarda eliptica	4	0.004716981	-5.356586275	-0.025266916
43	Guettarda gaumeri	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
44	Gymnopodium floribundum	59	0.069575472	-2.665343192	-0.18544251
45	Haematoxylum campechianum	17	0.02004717	-3.909667292	-0.078377764
46	Hampea trilobata	4	0.004716981	-5.356586275	-0.025266916
47	Havardia albicans	67	0.079009434	-2.538188016	-0.200540798
48	Jatropha gaumeri	7	0.008254717	-4.796970487	-0.039597634
49	Leucaena leucocephala	30	0.035377358	-3.341683254	-0.118219926
50	Lonchocarpus longistylus	5	0.005896226	-5.133442723	-0.030267941
51	Lonchocarpus xuul	12	0.014150943	-4.257973986	-0.060254349
52	Lysiloma latisiliquum	38	0.044811321	-3.105294476	-0.139152347
53	Machaonia lindeniana	5	0.005896226	-5.133442723	-0.030267941
54	Mariosousa dolichostachya	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
55	Metopium brownei	47	0.055424528	-2.892733034	-0.160328364
56	Mimosa bahamensis	14	0.016509434	-4.103823306	-0.0677518
57	Neea choriophylla	5	0.005896226	-5.133442723	-0.030267941
58	Neea psychotrioides	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
59	Neocapparis pachaca	4	0.004716981	-5.356586275	-0.025266916
60	Neomillspaughia emarginata	6	0.007075472	-4.951121167	-0.035031518
61	Pamientera aculeata	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
62	Parmentiera millspaughiana	12	0.014150943	-4.257973986	-0.060254349
63	Piscidia piscipula	44	0.051886792	-2.958691002	-0.153516986
64	Pithecellobium dulce	7	0.008254717	-4.796970487	-0.039597634
65	Platymiscium yucatanum	1	0.001179245	-6.742880636	-0.00795151
66	Plumeria obtusa	8	0.009433962	-4.663439094	-0.043994708
67	Prosopis juliflora	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
68	Psidium sartorianum	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
69	Quadrella incana	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
70	Randia aculeata	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239

ARBO	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
71	Sabal yapa	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
72	Sebastiania adenophora	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
73	Semialarium mexicanum	6	0.007075472	-4.951121167	-0.035031518
74	Senegalia gaumeri	14	0.016509434	-4.103823306	-0.0677518
75	Senna atomaria	11	0.012971698	-4.344985363	-0.056361838
76	Senna racemosa	6	0.007075472	-4.951121167	-0.035031518
77	Sideroxylon americanum	4	0.004716981	-5.356586275	-0.025266916
78	Sideroxylon obtusifolium	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
79	Spondias purpurea	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
80	Talisia oliviformis	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
81	Terminalia buceras	3	0.003537736	-5.644268347	-0.01996793
82	Thouinia paucidentata	22	0.025943396	-3.651838182	-0.094741085
83	Trichilia glabra	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
84	Vachellia cornigera	8	0.009433962	-4.663439094	-0.043994708
85	Vachellia farnesiana	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
86	Vachellia pennatula	2	0.002358491	-6.049733455	-0.014268239
87	Ziziphus yucatanensis	1	0.001179245	-6.742880636	-0.00795151
	Total general	848	1	0	0
			Diversidad	H' =	3.676438973
			Equidad	J' =	0.823223155

Tabla 6. Diversidad de Especies del Estrato Arbustivo en el Sistema Ambiental

ARBUS	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Acalypha gaumeri	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
2	Acalypha leptopoda	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
3	Bonellia macrocarpa	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
4	Bravaisia berlandieriana	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
5	Bunchosia swartziana	7	0.02978723	-3.51367537	-0.10466267
6	Bursera simaruba	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
7	Caesalpinia gaumeri	5	0.0212766	-3.8501476	-0.08191803
8	Caesalpinia yucatanensis	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
9	Carica papaya	6	0.02553191	-3.66782604	-0.09364662
10	Casearia emarginata	3	0.01276596	-4.36097323	-0.055672
11	Casearia yucatanensis	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
12	Cnidoscolus aconitifolius	3	0.01276596	-4.36097323	-0.055672
13	Cnidoscolus souzae	5	0.0212766	-3.8501476	-0.08191803
14	Colubrina yucatanensis	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
15	Crescentia cujete	25	0.10638298	-2.24070969	-0.23837337
16	Croton chichenensis	7	0.02978723	-3.51367537	-0.10466267
17	Cynophalla flexuosa	5	0.0212766	-3.8501476	-0.08191803
18	Dalbergia glabra	3	0.01276596	-4.36097323	-0.055672

ARBUS	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
19	Diospyros anisandra	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
20	Euphorbia personata	4	0.01702128	-4.07329115	-0.06933262
21	Gymnopodium floribundum	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
22	Haematoxylum campechianum	6	0.02553191	-3.66782604	-0.09364662
23	Hamelia patens	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
24	Hampea trilobata	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
25	Havardia albicans	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
26	Helicteres baruensis	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
27	Ipomoea carnea	11	0.04680851	-3.06169024	-0.14331316
28	Jatropha gaumeri	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
29	Lippia graveolens	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
30	Malpighia lundellii	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
31	Metopium brownei	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
32	Mimosa bahamensis	10	0.04255319	-3.15700042	-0.13434044
33	Morinda citrifolia	28	0.11914894	-2.127381	-0.25347518
34	Neea psychotrioides	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
35	Neomillspaughia emarginata	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
36	Nopalea gaumeri	9	0.03829787	-3.26236094	-0.12494148
37	Nopalea inaperta	3	0.01276596	-4.36097323	-0.055672
38	Parmentiera millspaughiana	20	0.08510638	-2.46385324	-0.20968964
39	Piscidia piscipula	14	0.05957447	-2.82052818	-0.16803147
40	Pisonia aculeata	6	0.02553191	-3.66782604	-0.09364662
41	Randia acuelata	3	0.01276596	-4.36097323	-0.055672
42	Randia longiloba	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
43	Randia obcordata	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
44	Randia truncata	4	0.01702128	-4.07329115	-0.06933262
45	Senna uniflora	4	0.01702128	-4.07329115	-0.06933262
46	Vachellia collinsii	4	0.01702128	-4.07329115	-0.06933262
47	Vachellia cornigera	3	0.01276596	-4.36097323	-0.055672
48	Vachellia farnesiana	1	0.00425532	-5.45958551	-0.02323228
49	Vachellia pennatula	3	0.01276596	-4.36097323	-0.055672
50	Ximenia americana	2	0.00851064	-4.76643833	-0.04056543
	Total general	235	1	0	0
			Diversidad	H' =	3.40612474
			Equidad	J' =	0.87068116

Tabla 7. Diversidad de Especies del Estrato Herbaceo en el Sistema Ambiental.

HERBA	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Acanthocereus tetragonus	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
2	Agave angustifolia	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
3	Agave fourcroydes	3	0.01578947	-4.148411783	-0.065501239

HERBA	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
4	Aphelandra scabra	6	0.03157895	-3.455264603	-0.109113619
5	Asclepia curassavica	3	0.01578947	-4.148411783	-0.065501239
6	Bidens pilosa	11	0.05789474	-2.849128799	-0.164949562
7	Bonellia macrocarpa	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
8	Bravaisia berlandieriana	5	0.02631579	-3.63758616	-0.095725952
9	Bromelia karatas	5	0.02631579	-3.63758616	-0.095725952
10	Bromelia pinguin	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
11	Caesalpinia yucatanensis	3	0.01578947	-4.148411783	-0.065501239
12	Cenchrus echinatus	4	0.02105263	-3.860729711	-0.08127852
13	Chloroleucun mangense	3	0.01578947	-4.148411783	-0.065501239
14	Cissampelos pareira	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
15	Commelina erecta	3	0.01578947	-4.148411783	-0.065501239
16	Croton chichenensis	2	0.01052632	-4.553876892	-0.047935546
17	Cyperus ligularis	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
18	Dactyloctenium aegyptium	12	0.06315789	-2.762117422	-0.174449521
19	Dalbergia glabra	5	0.02631579	-3.63758616	-0.095725952
20	Dioscorea convolvulacea	2	0.01052632	-4.553876892	-0.047935546
21	Distimake aegyptius	3	0.01578947	-4.148411783	-0.065501239
22	Dolichandra unguis-cati	2	0.01052632	-4.553876892	-0.047935546
23	Furcraea cahum	6	0.03157895	-3.455264603	-0.109113619
24	Ipomoea coccinea	5	0.02631579	-3.63758616	-0.095725952
25	Jacquemontia pentantha	2	0.01052632	-4.553876892	-0.047935546
26	Justicia carthagenensis	5	0.02631579	-3.63758616	-0.095725952
27	Justicia lundellii	2	0.01052632	-4.553876892	-0.047935546
28	Lasiacis divaricata	20	0.10526316	-2.251291799	-0.236978084
29	Melinis repens	5	0.02631579	-3.63758616	-0.095725952
30	Melochia tomentosa	4	0.02105263	-3.860729711	-0.08127852
31	Nopalea gaumeri	5	0.02631579	-3.63758616	-0.095725952
32	Parthenium hysterophorus	6	0.03157895	-3.455264603	-0.109113619
33	Ruellia nudiflora	3	0.01578947	-4.148411783	-0.065501239
34	Sabal yapa	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
35	Serjania yucatenensis	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
36	Solanum houstonii	2	0.01052632	-4.553876892	-0.047935546
37	Spermacoce verticillata	5	0.02631579	-3.63758616	-0.095725952
38	Sphagneticola trilobata	2	0.01052632	-4.553876892	-0.047935546
39	Tragia yucatanensis	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
40	Tridax procumbens	12	0.06315789	-2.762117422	-0.174449521
41	Urvillea ulmacea	1	0.00526316	-5.247024072	-0.027615916
42	Viguiera dentata	22	0.11578947	-2.155981619	-0.249639977
43	Wedelia acapulcensis	2	0.01052632	-4.553876892	-0.047935546
	Total general	190	1.00000000	0	0
			Diversidad	H' =	3.374324378

HERBA	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
			Equidad	J' =	0.897140347

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.

Para los muestreos de Fauna en el Sistema Ambiental se optó por utilizar los mismos transectos utilizados para la vegetación, de tal forma que se realizaron 30 transectos para dicho muestro, cuyos resultados se presentan a continuación:

Tabla 8. Especies de Anfibios y Reptiles registrados en el Sistema Ambiental

GRUPO	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMUN	CATEGORIA
ANFIBIOS	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo del golfo	
ANFIBIOS	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo Gigante	
REPTILES	Boidae	*Boa imperator*	Boa	
REPTILES	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque	
REPTILES	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	Amenazada
REPTILES	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa	
REPTILES	Scincidae	*Holcosus undulatus*	Ameiva metálica	

Tabla 9. Especies de Aves registrados en el Sistema Ambiental

GRUPO	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMUN	CATEGORIA
AVES	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	
AVES	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	
AVES	Cathartidae	*Cathartes aura*	Buitre	
AVES	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	
AVES	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Torcaza aliblanca	
AVES	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	
AVES	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	
AVES	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	
AVES	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	
AVES	Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical	
AVES	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo pico amarillo	
AVES	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	
AVES	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	
AVES	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	
AVES	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	
AVES	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	
AVES	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	
AVES	Mimidae	*Mimus gilvus*	Zenzontle tropical	
AVES	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momota ceja azul	
AVES	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	
AVES	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso	
AVES	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	
AVES	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	
AVES	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	
AVES	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	
AVES	Picidae	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero Olivo	
AVES	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	
AVES	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	
AVES	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	
AVES	Polioptilidae	*Polioptila albiloris*	Perlita pispirria	
AVES	Polioptilidae	*Polioptila albiventris*	Perlita Yucateca	
AVES	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris	
AVES	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	
AVES	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	
AVES	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	
AVES	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra	
AVES	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	
AVES	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	

GRUPO	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMUN	CATEGORIA
AVES	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	
AVES	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanensis*	Papamoscas yucateco	
AVES	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	
AVES	Tyrannidae	*Myopagis viridicata*	Mosquerito Verdoso	
AVES	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	
AVES	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	
AVES	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Cejas Canela	
AVES	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	

Tabla 10. Especies de Mamíferos registrados en el Sistema Ambiental

GRUPO	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMUN	CATEGORIA
MAMÍFEROS	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	
MAMÍFEROS	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	
MAMÍFEROS	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	
MAMÍFEROS	Geomyidae	*Heterogeomys hispidus*	Tuza crespa	
MAMÍFEROS	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	
MAMÍFEROS	Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado	
MAMÍFEROS	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	
MAMÍFEROS	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	
MAMÍFEROS	PROCYONIDAE	*Procyon lotor*	mapache	
MAMÍFEROS	CRICETIDAE	*Peromyscus yucatanicus*	raton	

En total se registraron 63 especies de fauna distribuidas en los grupos de Anfibios y Reptiles con 7 especies, Aves con 46 y Mamíferos con 10 especies. Se presenta a continuación el Análisis de Diversidad para el Sistema Ambiental, dicha información puede encontrarse de manera detallada en el Archivo Excel anexo al presente documento.

Tabla 11. Análisis de Diversidad de Fauna en el Sistema Ambiental

Fauna	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Amazilia rutila	13	0.015063731	-4.1955	-0.0631994
2	Arremonops rufivirgatus	19	0.022016222	-3.816	-0.0840134
3	Basiliscus vittatus	12	0.013904983	-4.2755	-0.0594509
4	Boa imperator	2	0.002317497	-6.0673	-0.0140609
5	Cardinalis cardinalis	19	0.022016222	-3.816	-0.0840134
6	Cathartes aura	8	0.009269988	-4.681	-0.0433926
7	Colaptes rubiginosus	14	0.01622248	-4.1214	-0.0668586
8	Colinus nigrogularis	19	0.022016222	-3.816	-0.0840134
9	Columbina talpacoti	16	0.018539977	-3.9878	-0.0739342

Fauna	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
10	Crotophaga sulcirostris	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
11	Ctenosaura similis	16	0.018539977	-3.9878	-0.0739342
12	Cyanocorax yncas	15	0.017381228	-4.0524	-0.0704351
13	Cyanocorax yucatanicus	19	0.022016222	-3.816	-0.0840134
14	Cyclarhis gujanensis	19	0.022016222	-3.816	-0.0840134
15	Dicotyles tajacu	4	0.004634994	-5.3741	-0.024909
16	Didelphis virginiana	11	0.012746234	-4.3625	-0.0556057
17	Dives dives	19	0.022016222	-3.816	-0.0840134
18	Dryocopus lineatus	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
19	Empidonax minimus	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
20	Eumomota superciliosa	15	0.017381228	-4.0524	-0.0704351
21	Euphonia affinis	19	0.022016222	-3.816	-0.0840134
22	Falco sparverius	15	0.017381228	-4.0524	-0.0704351
23	Geococcyx velox	18	0.020857474	-3.87	-0.0807193
24	Geothlypis poliocephala	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
25	Glaucidium brasilianum	20	0.023174971	-3.7647	-0.0872464
26	Heterogeomys hispidus	14	0.01622248	-4.1214	-0.0668586
27	Holcosus undulatus	11	0.012746234	-4.3625	-0.0556057
28	Icterus cucullatus	13	0.015063731	-4.1955	-0.0631994
29	Icterus gularis	15	0.017381228	-4.0524	-0.0704351
30	Incilius valliceps	16	0.018539977	-3.9878	-0.0739342
31	Megarynchus pitangua	10	0.011587486	-4.4578	-0.051655
32	Melanerpes aurifrons	12	0.013904983	-4.2755	-0.0594509
33	Melanerpes pygmaeus	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
34	Mimus gilvus	13	0.015063731	-4.1955	-0.0631994
35	Myiarchus tuberculifer	12	0.013904983	-4.2755	-0.0594509
36	Myiarchus yucatanensis	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
37	Myiozetetes similis	12	0.013904983	-4.2755	-0.0594509
38	Myopagis viridicata	13	0.015063731	-4.1955	-0.0631994
39	Odocoileus virginianus	2	0.002317497	-6.0673	-0.0140609
40	Ortalis vetula	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
41	Peromyscus yucatanicus	7	0.00811124	-4.8145	-0.0390516

Fauna	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
42	Piaya cayana	10	0.011587486	-4.4578	-0.051655
43	Pitangus sulphuratus	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
44	Polioptila albiloris	15	0.017381228	-4.0524	-0.0704351
45	Polioptila albiventris	16	0.018539977	-3.9878	-0.0739342
46	Polioptila caerulea	14	0.01622248	-4.1214	-0.0668586
47	Procyon lotor	8	0.009269988	-4.681	-0.0433926
48	Rhinella horribilis	11	0.012746234	-4.3625	-0.0556057
49	Rupornis magnirostris	6	0.006952491	-4.9687	-0.0345445
50	Sceloporus chrysostictus	12	0.013904983	-4.2755	-0.0594509
51	Sciurus yucatanensis	7	0.00811124	-4.8145	-0.0390516
52	Setophaga americana	19	0.022016222	-3.816	-0.0840134
53	Setophaga citrina	13	0.015063731	-4.1955	-0.0631994
54	Setophaga ruticilla	15	0.017381228	-4.0524	-0.0704351
55	Spilogale angustifrons	6	0.006952491	-4.9687	-0.0345445
56	Sylvilagus floridanus	16	0.018539977	-3.9878	-0.0739342
57	Troglodytes aedon	14	0.01622248	-4.1214	-0.0668586
58	Trogon melanocephalus	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
59	Tyrannus melancholicus	15	0.017381228	-4.0524	-0.0704351
60	Urocyon cinereoargenteus	3	0.003476246	-5.6618	-0.0196818
61	Vireo griseus	13	0.015063731	-4.1955	-0.0631994
62	Xiphorhynchus flavigaster	17	0.019698725	-3.9272	-0.0773609
63	Zenaida asiatica	18	0.020857474	-3.87	-0.0807193
		863	Diversidad	H' =	2.5709925
			Equidad	J' =	0.62054282

Temporalidad de muestreo

Los muestreos para el Sistema Ambiental se llevaron a cabo durante 2 temporadas, abarcando lluvias y secas durante los meses de marzo y julio de 2026.

3.4 DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA

El área de influencia del proyecto se delimitó considerando un radio de 2,000 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 2,000 m resulta suficiente para abarcar el área donde aún podría percibirse un efecto directo.

3. Criterio de funcionalidad ecológica:
   El entorno de 2,000 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 dicha distancia.

De acuerdo con la Serie VII de INEGI, el sistema ambiental como el área de influencia, tal como se aprecia en la siguiente imagen, se aprecia rodeado de asentamientos humanos y de vegetación de selva baja que corresponden a predios sin uso actual.

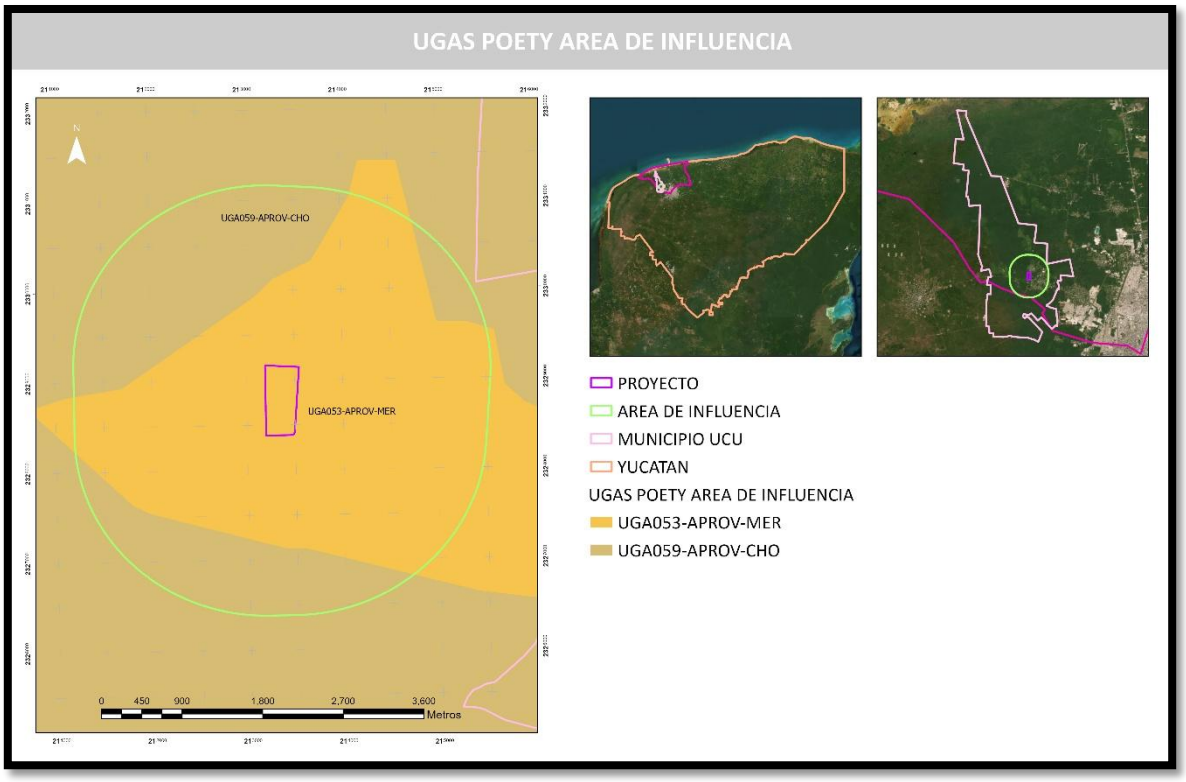


Figura 10. Zona de influencia del sitio del proyecto así como ubicación de las UGAs en dicha área.

MUESTREO DE VEGETACIÓN EN EL AREA DE INFLUENCIA

Para el Área de Influencia se realizaron un total de 20 transectos de vegetación cuyas coordenadas se presentan a continuación, se sigue una correlación numérica en relación a los transectos realizados en el Sistema Ambiental:

Tabla 12. Coordenadas de los Transectos en el Área de Influencia

Transecto	X	Y
31	213427.964	2327767.62
31	213415.181	2327668.38
32	215335.236	2327834.17
32	215338.62	2327934.17
33	214709.943	2327075.95
33	214610.125	2327082.9
34	215216.204	2328139.29
34	215236.356	2328237.3
35	213704.072	2330874
35	213803.452	2330862.34
36	214157.103	2330815.35
36	214155.7	2330915.4
37	214830.329	2330664.18

Transecto	X	Y
37	214829.876	2330564.12
38	214942.337	2330491.79
38	214944.486	2330391.75
39	215158.863	2330176.67
39	215161.475	2330076.65
40	215049.552	2329738.32
40	215049.83	2329638.26
41	213637.525	2330881.54
41	213537.566	2330886.07
42	213624.687	2330090.61
42	213620.366	2330190.58
43	213380.598	2329898.57
43	213282.925	2329920.3
44	213135.592	2329954.16
44	213037.668	2329974.74
45	211909.752	2330243.26
45	211858.151	2330328.99
46	211811.456	2329680.24
46	211797.186	2329581.2
47	211600.529	2329277.8
47	211500.632	2329283.55
48	211747.695	2329009.22
48	211743.72	2328909.23
49	212281.622	2328237.09
49	212250.083	2328142.13
50	213495.679	2328219.78
50	213492.961	2328119.75

Para el Área de Influencia se registraron un total de 80 especies en el estrato arbóreo, 43 en el estrato arbustivo y 36 en el herbáceo.

A continuación se presentan los resultados de la diversidad de la vegetación presente en el Área de Influencia, dividida por estratos arboreo, arbustivo y herbáceo, dicha información se presenta de manera detallada en los Archivos de Excel anexos al presente documento:

Tabla 13. Diversidad de Especies del Estrato Arbóreo en el Área de Influencia

ARBOREAS	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Alvaradoa amorphoides	11	0.0212355	-3.85208	-0.0818
2	Annona glabra	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
3	Apoplanesia paniculata	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
4	Bauhinia divaricata	2	0.003861	-5.55683	-0.02145

ARBOREAS	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
5	Beaucarnea pliabilis	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
6	Bourreria pulchra	3	0.0057915	-5.15136	-0.02983
7	Brosimum alicastrum	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
8	Bunchosia swartziana	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
9	Bursera simaruba	69	0.1332046	-2.01587	-0.26852
10	Caesalpinea gaumeri	49	0.0945946	-2.35815	-0.22307
11	Caesalpinia vesicaria	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
12	Cameraria latifolia	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
13	Cascabela gaumeri	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
14	Ceiba pentandra	6	0.011583	-4.45822	-0.05164
15	Ceiba schottii	4	0.007722	-4.86368	-0.03756
16	Chloroleucon mangense	3	0.0057915	-5.15136	-0.02983
17	Cnidoscolus aconitifolius	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
18	Coccoloba cozumelensis	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
19	Coccoloba spicata	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
20	Cochlospermum vitifolium	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
21	Colubrina arborescens	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
22	Colubrina elliptica	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
23	Cordia alliodora	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
24	Cordia dodecandra	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
25	Crataeva tapia	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
26	Crescentia cujete	4	0.007722	-4.86368	-0.03756
27	Croton schiedeanus	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
28	Dalbergia glabra	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
29	Diospyros tetrasperma	23	0.0444015	-3.11448	-0.13829
30	Diphysa carthagenensis	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
31	Eleocharis acutangula	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
32	Erythroxylum bequaertii	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
33	Erythroxylum rotundifolium	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
34	Eugenia foetida	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
35	Exostema caribaeum	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
36	Ficus cotinifolia	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
37	Ficus maxima	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
38	Guazuma ulmifolia	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
39	Guettarda eliptica	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
40	Guettarda gaumeri	3	0.0057915	-5.15136	-0.02983
41	Gymnopodium floribundum	52	0.1003861	-2.29873	-0.23076
42	Haematoxylum campechianum	6	0.011583	-4.45822	-0.05164
43	Hampea trilobata	3	0.0057915	-5.15136	-0.02983
44	Havardia albicans	38	0.0733591	-2.61239	-0.19164
45	Hyperbaena winzerlingii	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
46	Jatropha gaumeri	10	0.019305	-3.94739	-0.0762

ARBOREAS	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
47	Leucaena leucocephala	16	0.030888	-3.47739	-0.10741
48	Lonchocarpus rugosus	3	0.0057915	-5.15136	-0.02983
49	Lonchocarpus xuul	6	0.011583	-4.45822	-0.05164
50	Lonchocarpus yucatanensis	4	0.007722	-4.86368	-0.03756
51	Lysiloma latisiliquum	25	0.0482625	-3.0311	-0.14629
52	Machaonia lindeniana	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
53	Manilkara zapota	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
54	Metopium brownei	38	0.0733591	-2.61239	-0.19164
55	Mimosa bahamensis	8	0.015444	-4.17053	-0.06441
56	Neea choriophylla	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
57	Neea psychotrioides	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
58	Neocapparis pachaca	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
59	Neomillspaughia emarginata	3	0.0057915	-5.15136	-0.02983
60	Parmentiera millspaughiana	5	0.0096525	-4.64054	-0.04479
61	Piscidia piscipula	17	0.0328185	-3.41676	-0.11213
62	Plumeria obtusa	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
63	Prosopis juliflora	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
64	Psidium sartorianum	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
65	Quadrella incana	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
66	Randia aculeata	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
67	Randia longiloba	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
68	Sebastiania adenophora	2	0.003861	-5.55683	-0.02145
69	Semialarium mexicanum	3	0.0057915	-5.15136	-0.02983
70	Senegalia gaumeri	7	0.0135135	-4.30407	-0.05816
71	Senna atomaria	4	0.007722	-4.86368	-0.03756
72	Senna racemosa	6	0.011583	-4.45822	-0.05164
73	Sideroxylon americanum	4	0.007722	-4.86368	-0.03756
74	Sideroxylon celastrinum	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
75	Terminalia buceras	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
76	Thouinia paucidentata	12	0.023166	-3.76507	-0.08722
77	Vachellia cornigera	8	0.015444	-4.17053	-0.06441
78	Vachellia farnesiana	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
79	Vachellia pennatula	7	0.0135135	-4.30407	-0.05816
80	Vitex gaumeri	1	0.0019305	-6.24998	-0.01207
	Total general	518	1	0	0
				H' =	3.41847
				J' =	0.78011

Tabla 14. Diversidad de Especies del Estrato Arbustivo en el Área de Influencia.

ARBU	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Acalypha gaumeri	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
2	Acalypha leptopoda	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
3	Bonellia macrocarpa	3	0.01851852	-3.988984047	-0.073870075
4	Bravaisia berlandieriana	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
5	Bunchosia swartziana	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
6	Bursera simaruba	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
7	Caesalpinia gaumeri	7	0.04320988	-3.141686186	-0.135751872
8	Caesalpinia yucatanensis	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
9	Carica papaya	4	0.02469136	-3.701301974	-0.091390172
10	Casearia emarginata	3	0.01851852	-3.988984047	-0.073870075
11	Casearia yucatanensis	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
12	Cnidoscolus aconitifolius	4	0.02469136	-3.701301974	-0.091390172
13	Cnidoscolus souzae	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
14	Colubrina yucatanensis	3	0.01851852	-3.988984047	-0.073870075
15	Crescentia cujete	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
16	Croton chichenensis	12	0.07407407	-2.602689685	-0.192791829
17	Cynophalla flexuosa	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
18	Dalbergia glabra	4	0.02469136	-3.701301974	-0.091390172
19	Euphorbia personata	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
20	Gymnopodium floribundum	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
21	Haematoxylum campechianum	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
22	Hamelia patens	3	0.01851852	-3.988984047	-0.073870075
23	Hampea trilobata	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
24	Havardia albicans	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
25	Helicteres baruensis	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
26	Ipomoea carnea	2	0.01234568	-4.394449155	-0.054252459
27	Jatropha gaumeri	9	0.05555556	-2.890371758	-0.160576209
28	Malpighia lundellii	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
29	Metopium brownei	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
30	Mimosa bahamensis	5	0.03086420	-3.478158423	-0.107350569
31	Morinda citrifolia	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
32	Neea psychotrioides	3	0.01851852	-3.988984047	-0.073870075
33	Neomillspaughia emarginata	23	0.14197531	-1.952102119	-0.277150301
34	Nopalea inaperta	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
35	Parmentiera millspaughiana	4	0.02469136	-3.701301974	-0.091390172
36	Pisonia aculeata	10	0.06172840	-2.785011242	-0.171914274
37	Randia acuelata	18	0.11111111	-2.197224577	-0.244136064
38	Randia longiloba	4	0.02469136	-3.701301974	-0.091390172
39	Randia obcordata	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
40	Randia truncata	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
41	Vachellia collinsii	3	0.01851852	-3.988984047	-0.073870075

ARBU	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
42	Vachellia cornigera	3	0.01851852	-3.988984047	-0.073870075
43	Ximenia americana	1	0.00617284	-5.087596335	-0.031404916
	Total general	162	1	0	0
			Diversidad	H' =	3.314448538
			Equidad	J' =	0.881221003

Tabla 15. Diversidad de Especies del Estrato Herbáceo en el Área de Influencia.

HERB	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Acanthocereus tetragonus	3	0.02970297	-3.51650823	-0.10445074
2	Agave angustifolia	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
3	Agave fourcroydes	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
4	Aphelandra scabra	5	0.04950495	-3.0056826	-0.14879617
5	Asclepia curassavica	2	0.01980198	-3.92197334	-0.07766284
6	Bidens pilosa	6	0.05940594	-2.82336105	-0.16772442
7	Bromelia karatas	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
8	Bromelia pinguin	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
9	Cenchrus echinatus	3	0.02970297	-3.51650823	-0.10445074
10	Chloroleucun mangense	2	0.01980198	-3.92197334	-0.07766284
11	Cissampelos pareira	2	0.01980198	-3.92197334	-0.07766284
12	Commelina erecta	3	0.02970297	-3.51650823	-0.10445074
13	Croton chichenensis	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
14	Dactyloctenium aegyptium	2	0.01980198	-3.92197334	-0.07766284
15	Dalbergia glabra	2	0.01980198	-3.92197334	-0.07766284
16	Dioscorea convolvulacea	2	0.01980198	-3.92197334	-0.07766284
17	Dioscorea cyanisticta	2	0.01980198	-3.92197334	-0.07766284
18	Distimake aegyptius	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
19	Ipomoea coccinea	3	0.02970297	-3.51650823	-0.10445074
20	Jacquemontia pentantha	3	0.02970297	-3.51650823	-0.10445074
21	Justicia carthagenensis	4	0.03960396	-3.22882616	-0.1278743
22	Justicia lundellii	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
23	Lasiacis divaricata	7	0.06930693	-2.66921037	-0.18499478
24	Melinis repens	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
25	Melochia tomentosa	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
26	Nopalea gaumeri	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
27	Parthenium hysterophorus	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
28	Ruellia nudiflora	4	0.03960396	-3.22882616	-0.1278743
29	Solanum houstonii	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
30	Spermacoce verticillata	7	0.06930693	-2.66921037	-0.18499478
31	Sphagneticola trilobata	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
32	Tragia yucatanensis	1	0.00990099	-4.61512052	-0.04569426
33	Tridax procumbens	8	0.07920792	-2.53567898	-0.20084586

HERB	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
34	Urvillea ulmacea	2	0.01980198	-3.92197334	-0.07766284
35	Viguiera dentata	12	0.11881188	-2.13021387	-0.25309472
36	Wedelia acapulcensis	3	0.02970297	-3.51650823	-0.10445074
	Total general	101	1.00000000	0	0
			Diversidad	H' =	3.28392614
			Equidad	J' =	0.91639704

MUESTREO DE FAUNA EN EL AREA DE INFLUENCIA

A continuación, se presentan los registros de fauna registrados utilizando los transectos planteados para el muestreo de vegetación que se mencionaron anteriormente.

Tabla 16. Listado de Anfibios y Reptiles registrados en la Zona de Influencia.

GRUPO	ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMUN	CATEG
ANFIBIOS	Incilius valliceps	Bufonidae	Sapo	
ANFIBIOS	Rhinella horribilis	Bufonidae	Sapo Gigante	
REPTILES	Basiliscus vittatus	Corytophanidae	Toloque	
REPTILES	Ctenosaura similis	Iguanidae	Iguana rayada	A
REPTILES	Holcosus undulatus	Scincidae	Ameiva metálica	
REPTILES	Sceloporus chrysostictus	Phrynosomatidae	Lagartija escamosa	

Tabla 17. Listado de Aves registrados en la Zona de Influencia.

GRUPO	ESPECIE	FAMILIA	NOIMBRE COMUN	CATEG
AVES	Amazilia rutila	Trochilidae	Colibrí Canelo	
AVES	Arremonops rufivirgatus	Passerellidae	Rascador oliváceo	
AVES	Cardinalis cardinalis	Cardinalidae	Cardenal rojo	
AVES	Cathartes aura	Cathartidae	Buitre	
AVES	Colaptes rubiginosus	Picidae	Carpintero Olivo	
AVES	Colinus nigrogularis	Odontophoridae	Codorniz yucateca	
AVES	Columbina talpacoti	Columbidae	Tortolita Canela	
AVES	Crotophaga sulcirostris	Cuculidae	Garrapatero pijuy	
AVES	Cyanocorax yncas	Corvidae	Chara verde	
AVES	Cyanocorax yucatanicus	Corvidae	Chara yucateca	
AVES	Cyclarhis gujanensis	Vireonidae	Vireón Cejas Canela	
AVES	Dives dives	Icteridae	Tordo cantor	
AVES	Dryocopus lineatus	Picidae	Carpintero lineado	
AVES	Empidonax minimus	Tyrannidae	Papamoscas Chico	
AVES	Eumomota superciliosa	Momotidae	Momota ceja azul	

GRUPO	ESPECIE	FAMILIA	NOIMBRE COMUN	CATEG
AVES	Euphonia affinis	Fringillidae	Eufonia garganta negra	
AVES	Falco sparverius	Falconidae	Cernícalo americano	
AVES	Geococcyx velox	Cuculidae	Correcaminos tropical	
AVES	Geothlypis poliocephala	Parulidae	Mascarita pico grueso	
AVES	Glaucidium brasilianum	Strigidae	Tecolote bajeño	
AVES	Icterus cucullatus	Icteridae	Calandria Dorso Negro Menor	
AVES	Icterus gularis	Icteridae	Calandria Dorso Negro Mayor	
AVES	Megarynchus pitangua	Tyrannidae	Luis pico grueso	
AVES	Melanerpes aurifrons	Picidae	Carpintero cheje	
AVES	Melanerpes pygmaeus	Picidae	Carpintero yucateco	
AVES	Mimus gilvus	Mimidae	Zenzontle tropical	
AVES	Myiarchus tuberculifer	Tyrannidae	Papamoscas triste	
AVES	Myiarchus yucatanensis	Tyrannidae	Papamoscas yucateco	
AVES	Myopagis viridicata	Tyrannidae	Mosquerito Verdoso	
AVES	Ortalis vetula	Cracidae	Chachalaca	
AVES	Piaya cayana	Cuculidae	Cuclillo pico amarillo	
AVES	Pitangus sulphuratus	Tyrannidae	Bienteveo común	
AVES	Polioptila albiloris	Polioptilidae	Perlita pispirria	
AVES	Polioptila albiventris	Polioptilidae	Perlita Yucateca	
AVES	Polioptila caerulea	Polioptilidae	Perlita azul gris	
AVES	Rupornis magnirostris	Accipitridae	Aguililla caminera	
AVES	Setophaga americana	Parulidae	Chipe Pecho Manchado	
AVES	Setophaga citrina	Parulidae	Chipe encapuchado	
AVES	Setophaga ruticilla	Parulidae	Pavito Migratorio	
AVES	Troglodytes aedon	Troglodytidae	Saltapared Común	
AVES	Trogon melanocephalus	Trogonidae	Trogón cabeza negra	
AVES	Tyrannus melancholicus	Tyrannidae	Tirano tropical	
AVES	Vireo griseus	Vireonidae	Vireo Ojos Blancos	
AVES	Xiphorhynchus flavigaster	Furnariidae	Trepatroncos bigotudo	
AVES	Zenaida asiatica	Columbidae	Torcaza aliblanca	

Tabla 18.Listado de Mamíferos registrados en la Zona de Influencia.

GRUPO	ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMUN	CATEG
MAMÍFEROS	Heterogeomys hispidus	Geomyidae	Tuza crespa	
MAMÍFEROS	Peromyscus yucatanicus	CRICETIDAE	raton	

MAMÍFEROS	Sciurus yucatanensis	Sciuridae	Ardilla yucateca	
MAMÍFEROS	Sylvilagus floridanus	Leporidae	Conejo serrano	

Se obtuvo una riqueza de 55 registros de fauna silvestre para el Area de Influencia, 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 45 registros, seguido por reptiles con 6 registros y mamíferos con 4 registros.

Se presenta a continuación el Análisis de Diversidad para la Zona de Influencia, dicha información puede encontrarse de manera detallada en el Archivo Excel anexo al presente documento.

Tabla 19. Análisis de Diversidad de Fauna en la Zona de Influencia.

Fauna	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Amazilia rutila	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
2	Arremonops rufivirgatus	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
3	Basiliscus vittatus	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323
4	Cardinalis cardinalis	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
5	Cathartes aura	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
6	Colaptes rubiginosus	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
7	Colinus nigrogularis	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
8	Columbina talpacoti	5	0.028735632	-3.549617387	-0.1020005
9	Crotophaga sulcirostris	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
10	Ctenosaura similis	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
11	Cyanocorax yncas	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
12	Cyanocorax yucatanicus	5	0.028735632	-3.549617387	-0.1020005
13	Cyclarhis gujanensis	5	0.028735632	-3.549617387	-0.1020005
14	Dicotyles tajacu	1	0.005747126	-5.159055299	-0.0296497
15	Dives dives	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
16	Dryocopus lineatus	5	0.028735632	-3.549617387	-0.1020005
17	Empidonax minimus	5	0.028735632	-3.549617387	-0.1020005
18	Eumomota superciliosa	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
19	Euphonia affinis	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323
20	Falco sparverius	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323
21	Geococcyx velox	5	0.028735632	-3.549617387	-0.1020005
22	Geothlypis poliocephala	5	0.028735632	-3.549617387	-0.1020005
23	Glaucidium brasilianum	5	0.028735632	-3.549617387	-0.1020005
24	Heterogeomys hispidus	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323
25	Holcosus undulatus	1	0.005747126	-5.159055299	-0.0296497
26	Icterus cucullatus	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
27	Icterus gularis	1	0.005747126	-5.159055299	-0.0296497
28	Incilius valliceps	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323

Fauna	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
29	Megarynchus pitangua	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
30	Melanerpes aurifrons	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
31	Melanerpes pygmaeus	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
32	Mimus gilvus	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
33	Myiarchus tuberculifer	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
34	Myiarchus yucatanensis	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323
35	Myopagis viridicata	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323
36	Ortalis vetula	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
37	Peromyscus yucatanicus	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
38	Piaya cayana	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323
39	Pitangus sulphuratus	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323
40	Polioptila albiloris	1	0.005747126	-5.159055299	-0.0296497
41	Polioptila albiventris	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
42	Polioptila caerulea	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
43	Rhinella horribilis	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
44	Rupornis magnirostris	1	0.005747126	-5.159055299	-0.0296497
45	Sceloporus chrysostictus	1	0.005747126	-5.159055299	-0.0296497
46	Sciurus yucatanensis	1	0.005747126	-5.159055299	-0.0296497
47	Setophaga americana	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
48	Setophaga citrina	1	0.005747126	-5.159055299	-0.0296497
49	Setophaga ruticilla	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
50	Sylvilagus floridanus	2	0.011494253	-4.465908119	-0.0513323
51	Troglodytes aedon	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
52	Trogon melanocephalus	6	0.034482759	-3.36729583	-0.1161136
53	Tyrannus melancholicus	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
54	Vireo griseus	3	0.017241379	-4.060443011	-0.0700076
55	Xiphorhynchus flavigaster	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
56	Zenaida asiatica	4	0.022988506	-3.772760938	-0.0867301
		174	Diversidad	H' =	2.1621833
			Equidad	J' =	0.5371415

Temporalidad de muestreo

Los muestreos para el Área de Influencia se llevaron a cabo durante 2 temporadas, abarcando lluvias y secas durante los meses de marzo y julio de 2026.

4.3.3 PROBLEMÁTICA DE LA ZONA INFLUENCIA

La zona de Ucú y Yaxche de Peón se encuentra inmersa la zona del proyecto se aprecia como un paisaje moderadamente impactado, está visiblemente fragmentado por senderos y/o caminos utilizados para extracción de leña y las actividades agropecuarias.

La vegetación del sitio del proyecto corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia perturbada (áreas con residuos sólidos urbanos), zonas con vegetación en recuperación.

Se puede observar que, en el área de influencia a la redonda del sitio del proyecto, que se encuentran zonas de asentamientos humanos, asi como también, se observa carreteras federales y estatales, así como caminos rústicos que fragmentan el área.

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.

VEGETACIÓN EN EL SITIO DEL PROYECTO

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.

Vegetación presente 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 5 metros y cuentan con un DAP aproximadamente de 8.

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. Con base a lo anterior, se pudo observar que el predio en donde se pretende llevar a cabo el proyecto ES un terreno Forestal.

Para caracterizar la vegetación en el predio, 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 **17 transectos**, todos al interior del sitio del proyecto. Los transectos

establecidos fueron de 100 m de largo por 10 m de ancho (área total por transecto: 1000m2).

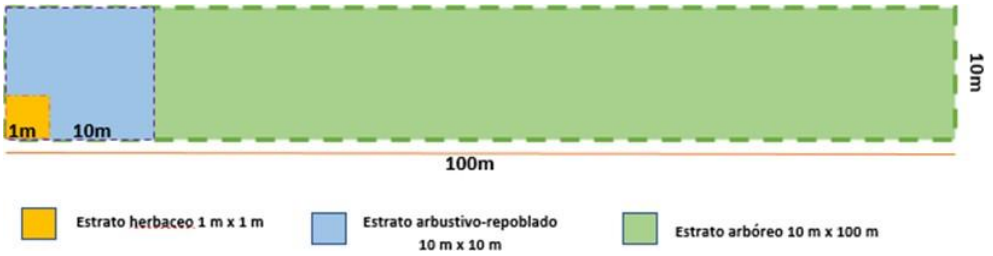


Figura 11. Representación del transecto como unidad de muestreo.

Dentro de los 100 m 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 7 cm de diámetro normal (DAP a 1.30 m); también se registró el nombre común y científico de cada árbol y su altura total.

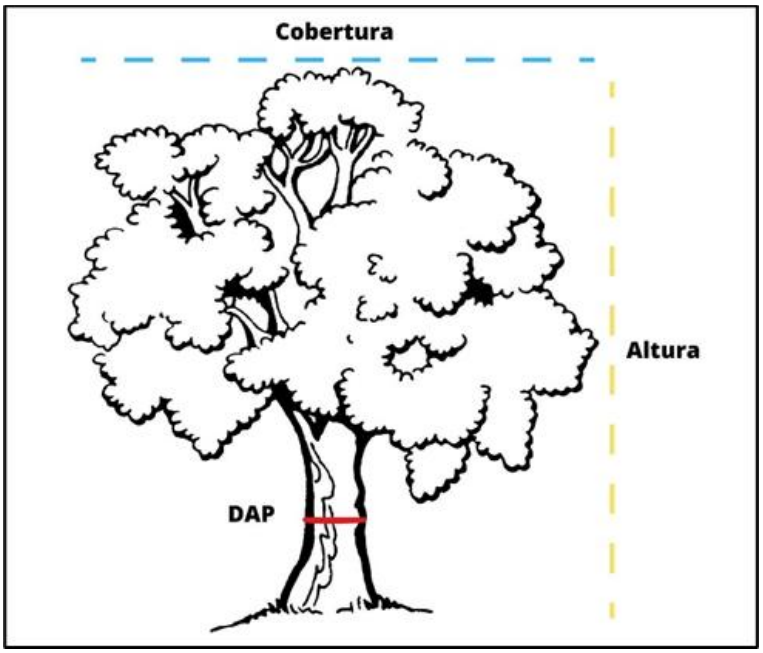


Figura 12. Esquema de medidas dasométricas registradas en el estrato arbóreo.

Número de sitios de muestreo

El muestreo consistió en la selección no aleatoria de **17 transectos** de 1000 m^2 (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):

Sesgo = (Sestimada - Sverdadera) / Sverdadera
Exactitud = ((Sestimada - Sverdadera)/ 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 20. Parámetros calculados para la vegetación

Parámetro	Formulación
Abundancia	$Aa = Número\ total\ de\ individuos\ por\ Sp.$
Abundancia relativa	$Ar = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ Sp1\ \ldots}{\sum total\ de\ los\ individuos\ de\ las\ X\ Sp.} \times 100$

Parámetro	Formulación
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).

$$IVI = Ar + Fr + Dr$$

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.

$$IVI = Ar + Fr$$

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 los meses de marzo y julio de 2026.

Resultados

Distribución y ubicación en el área de estudio

Se realizaron **17 transecto** en el predio de 100 x 10 m. Las coordenadas son las siguientes:

Tabla 21. Coordenadas de transectos muestreados para vegetación.

INI/FIN	X	Y
1	213536.859	2329071.27
1	213436.908	2329074.39
2	213209.414	2329139.99
2	213287.501	2329077.52
3	213237.712	2329034.89
3	213244.082	2328935.09
4	213322.605	2329006.59
4	213421.953	2328995.19
5	213492.391	2328990.42
5	213470.001	2328892.96
6	213383.243	2328945.95
6	213384.144	2328845.95
7	213310.477	2328909.57
7	213266.365	2328819.82

8	213237.712	2328768.08
8	213337.696	2328769.83
9	213451.966	2328816.59
9	213437.132	2328717.7
10	213233.669	2328699.36
10	213236.3	2328599.39
11	213330.69	2328707.44
11	213305.702	2328610.61
12	213387.285	2328703.4
12	213479.753	2328665.32
13	213456.008	2328614.46
13	213444.324	2328515.15
14	213375.158	2328630.63
14	213361.016	2328531.64
15	213278.137	2328586.17
15	213262.338	2328487.42
16	213237.712	2328448.72
16	213335.053	2328471.62
17	213447.923	2328468.93
17	213357.377	2328426.49



Figura 13. Ubicación de los transectos de muestreo de vegetación.

Resultados

La vegetación del sitio del proyecto corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia perturbada (áreas con residuos sólidos urbanos), zonas con vegetación en recuperación.

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 17 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 43 especies, pertenecientes a 21 familias, siendo la mejor representada la Fabaceae y la Asteraceae.

Tabla 22. Listado florístico del sitio del proyecto

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Asteraceae	*Bidens pilosa*	té de milpa	hierba	
Asteraceae	*Tridax procumbens*	pasmado xiiw	hierba	
Asteraceae	*Sphagneticola trilobata*	k'utumbuy	hierba	
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Tajonal	hierba	
Bignoniaceae	*Parmentiera millspaughiana*	pepino de monte	árbol	
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	bakal che'	árbol	
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaka	árbol	
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*		hierba	
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	chun tok'	árbol	
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	tsakam	hierba	
Capparaceae	*Neocapparis pachaca*	chooch kitam	árbol	
Convolvulaceae	*Jacquemontia pentantha*	aak'il xiiw	hierba	
Convolvulaceae	*Distimake aegyptius*	tso' ots' aak'	hierba	
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	sip che'	árbol	
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	xu'ul	árbol	
Euphorbiaceae	*Croton chichenensis*	xikin burro	arbusto	
Euphorbiaceae	*Tragia yucatanensis*	chak p'op ox	hierba	
Fabaceae	*Dalbergia glabra*		bejuco leñoso	
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waaxim	árbol	
Fabaceae	*Alvaradoa amorphoides*	palo de hormiga	árbol/arbusto	
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	árbol	
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	ja'abin	árbol	
Fabaceae	*Senna atomaria*		árbol	
Fabaceae	*Caesalpinea gaumeri*	kitimche	árbol	
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	subin	árbol/arbusto	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Malvaceae	*Ceiba pentandra*	ceiba	árbol	
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	pixoy	árbol	
Menispermaceae	*Cissampelos pareira*	barba de viejo	hierba	
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	ta'tsi'	árbol/arbusto	
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	uña de gato	bejuco leñoso	
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimes	hierba	
Poaceae	*Melinis repens*	zacate rojo, barba de mula, chak su'uk	hierba	
Poaceae	*Lasiacis divaricata*		hierba	
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*		árbol/arbusto	endémica de la PBPY
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	tsisilche	árbol	
Rhamnaceae	*Colubrina yucatanensis*	pimienta che'	bejuco leñoso	endémica de la PBPY
Rubiaceae	*Randia aculeata*	tinta che'	arbusto	
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	lu'um che'	árbol	
Rubiaceae	*Spermacoce verticillata*	culantrillo	hierba	
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*		árbol	
Sapindaceae	*Urvillea ulmacea*	lot sak'	hierba	
Sapindaceae	*Serjania yucatenensis*	chéen peek	hierba	
Solanaceae	*Solanum houstonii*		hierba	

El sitio del proyecto se aprecia como un sitio impactado. Se identificaron un total de 43 especies, pertenecientes a 21 familias, siendo la familia Fabaceae y la Asteraceae la más representativa. De la totalidad de especies se identificaron 2 especie como endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán: *Neomillspaughia emarginata y Colubrina yucatanensis*, para las cuales se presenta un Programa de rescate y reubicación de flora. No se registró ninguna especie bajo ninguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Distribución por familias

Se encontraron un total de 21 familias diferentes en el área del proyecto.

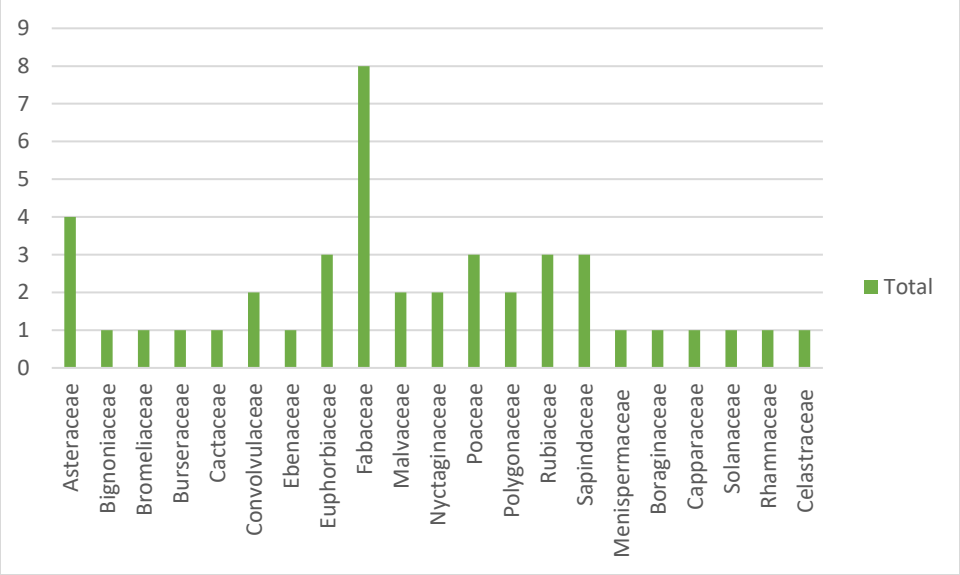


Gráfico 1. Especies por familia.

Estructura vertical de la vegetación

Las especies con forma de vida arbórea en conjunto con las que se catalogan como arbóreas/arbustivas, representan el 48% del total de especies del predio, 5% son arbustivas y las especies herbáceas, bejucos y hierbas trepadoras ocupan un 47%.

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

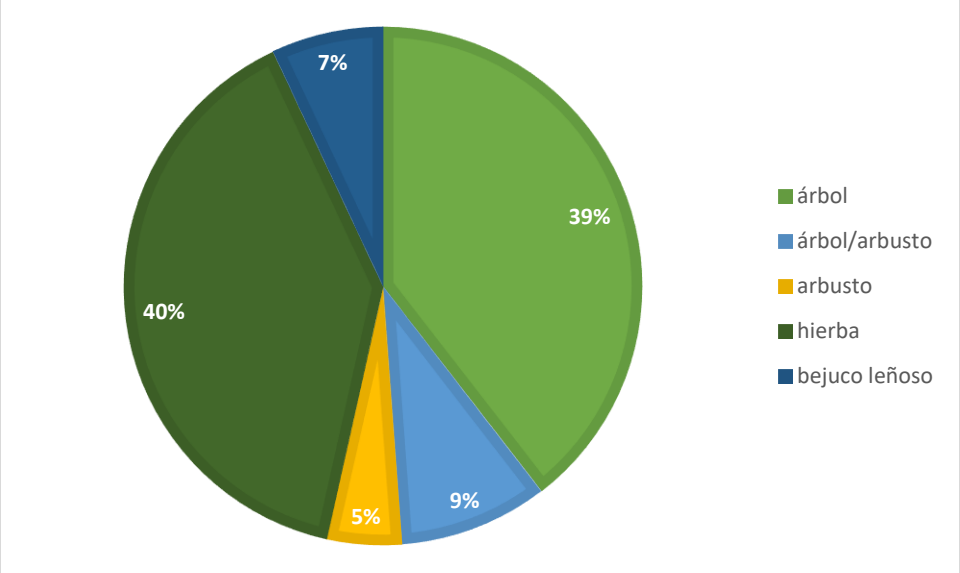


Gráfico 2. Porcentaje de especies por forma de vida.

Estrato herbáceo

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

Tabla 23. IVI del estrato herbáceo.

Especie	Abundancia	AR	Frecuenc	FR	cobertura	Dom	IVI
Acanthocereus tetragonus	2	3%	2	3%	0.32	2%	9%
Bidens pilosa	6	9%	5	8%	0.98	7%	24%
Bromelia karatas	1	1%	1	2%	1.19	8%	11%
Cissampelos pareira	3	4%	3	5%	1.2	8%	18%
Dactyloctenium aegyptium	6	9%	5	8%	1.39	9%	27%
Dalbergia glabra	7	10%	5	8%	0.84	6%	24%
Distimake aegyptius	4	6%	3	5%	0.84	6%	17%
Jacquemontia pentantha	5	7%	5	8%	1.99	14%	29%
Lasiacis divaricata	8	12%	8	14%	0.94	6%	32%
Melinis repens	4	6%	4	7%	0.24	2%	14%
Serjania yucatenensis	1	1%	1	2%	0.57	4%	7%
Solanum houstonii	3	4%	3	5%	0.17	1%	11%
Spermacoce verticillata	1	1%	1	2%	0.78	5%	8%
Sphagneticola trilobata	3	4%	2	3%	0.33	2%	10%
Tragia yucatanensis	2	3%	2	3%	0.95	6%	13%
Tridax procumbens	5	7%	3	5%	0.72	5%	17%
Urvillea ulmacea	3	4%	3	5%	0.86	6%	15%
Viguiera dentata	4	6%	3	5%	0.4	3%	14%
Total general	**68**	**1**	**59**	**100%**	**14.71**	**100%**	**300%**

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

Las especies con mayor valor de importancia son:

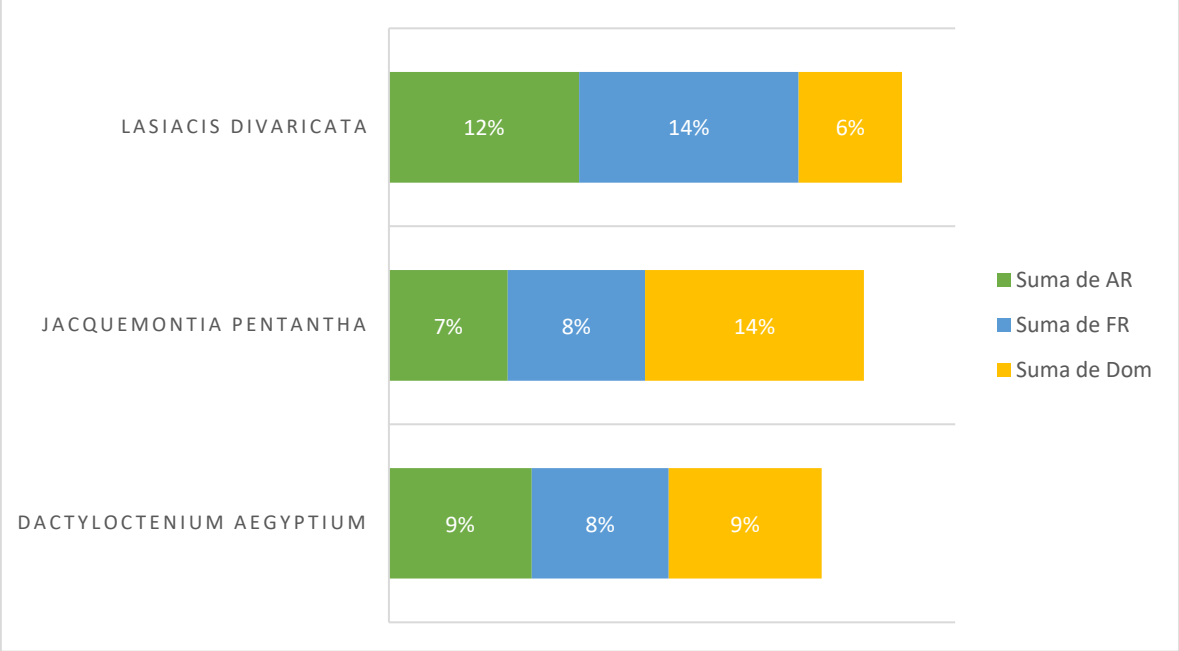


Gráfico 3. Especies con mayor IVI en el estrato herbáceo.

Estrato arbustivo

Dentro del espacio arbustivo se encontraron un total de 8 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 24. IVI del estrato arbustivo

Especies	Abundancia	AR	Frecuenci	FR	cobertura	Dom	IVI
Colubrina yucatanensis	8	6%	6	9%	3.6725	5%	20%
Croton chichenensis	16	13%	9	13%	10.2527	13%	39%
Dalbergia glabra	8	6%	6	9%	6.5697	8%	24%
Neea psychotrioides	10	8%	8	12%	7.1412	9%	29%
Neomillspaughia emarginata	40	32%	16	23%	24.082	31%	86%
Pisonia aculeata	22	18%	11	16%	13.2166	17%	51%
Randia aculeata	18	15%	11	16%	10.5672	14%	44%
Vachellia cornigera	2	2%	2	3%	2.6377	3%	8%
Total general	**124**	**100%**	**69**	**100%**	**78.1396**	**100%**	**300%**

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

Las especies con mayor valor de importancia son:

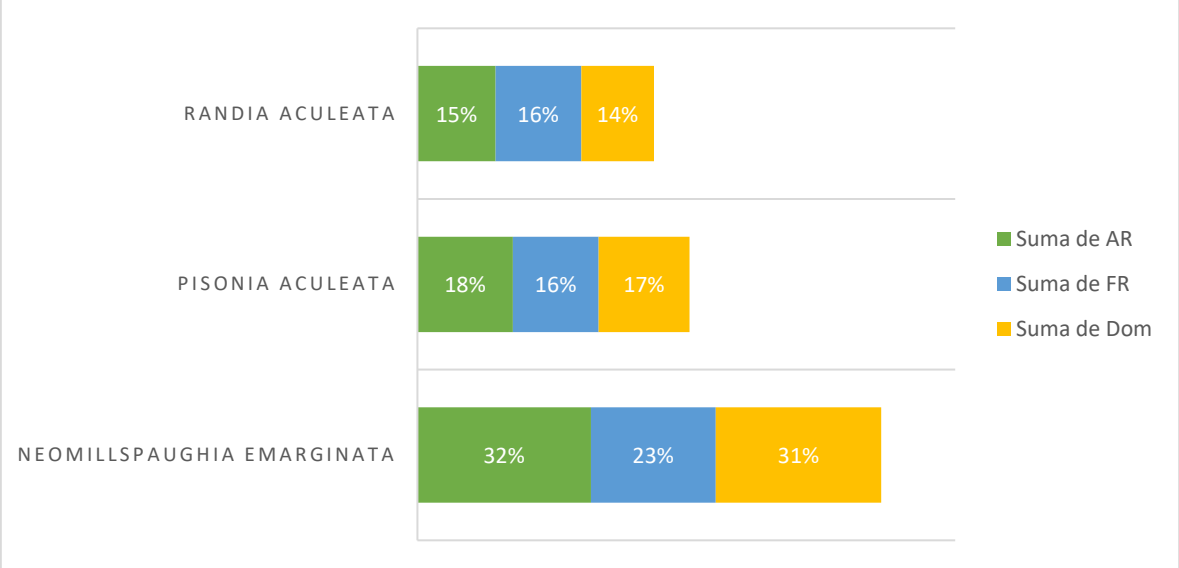


Gráfico 4. Especies con mayor IVI en el estrato arbustivo.

Estrato arbóreo

Dentro del espacio arbóreo se encontraron un total de 20 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 25. IVI del estrato arbóreo.

Especie	Abundancia	AR	Frecuencia	FR	AB	Dom	IVI
Alvaradoa amorphoides	13	6%	11	7%	0.039976767	3%	16%
Bourreria pulchra	7	3%	6	4%	0.022855087	2%	9%
Bursera simaruba	16	7%	9	6%	0.242138254	17%	30%
Caesalpinea gaumeri	9	4%	7	5%	0.078382737	5%	14%
Ceiba pentandra	13	6%	8	5%	0.036363935	3%	14%
Diospyros tetrasperma	8	4%	7	5%	0.027174776	2%	10%
Guazuma ulmifolia	11	5%	8	5%	0.031573006	2%	12%
Guettarda elliptica	3	1%	3	2%	0.010524335	1%	4%
Gymnopodium floribundum	30	13%	14	9%	0.103672558	7%	30%
Jatropha gaumeri	7	3%	5	3%	0.046181412	3%	10%
Leucaena leucocephala	16	7%	10	7%	0.09825331	7%	20%
Mimosa bahamensis	8	4%	5	3%	0.05136504	4%	10%
Neea psychotrioides	3	1%	3	2%	0.005890486	0%	4%
Neocapparis pachaca	1	0%	1	1%	0.002827433	0%	1%
Parmentiera millspaughiana	18	8%	11	7%	0.091106187	6%	21%
Piscidia piscipula	21	9%	13	9%	0.140350652	10%	28%
Semialarium mexicanum	6	3%	6	4%	0.019163715	1%	8%

Especie	Abundancia	AR	Frecuencia	FR	AB	Dom	IVI
Senna atomaria	14	6%	10	7%	0.198077417	14%	26%
Thouinia paucidentata	20	9%	11	7%	0.198548656	14%	30%
Vachellia cornigera	3	1%	3	2%	0.0084823	1%	4%
Total general	227	100%	151	100 %	1.452908062	100%	300 %

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

Las especies con mayor valor de importancia son:

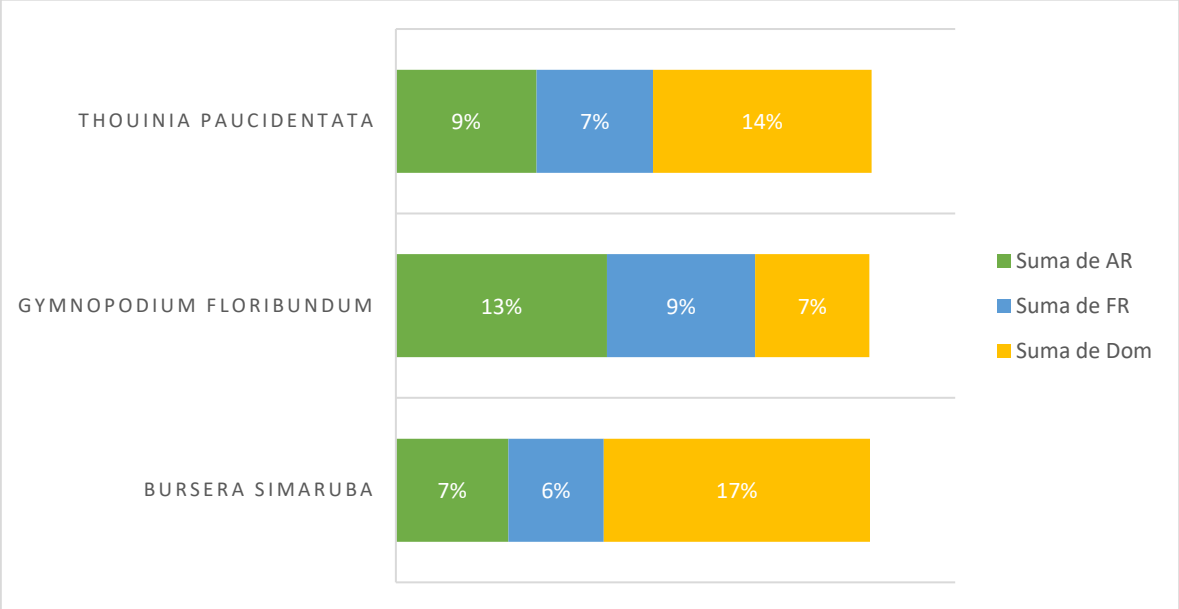


Gráfico 5. Especies con mayor IVI en el estrato arbóreo.

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'2.742 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 0.949, 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 herbáceos del sitio del proyecto.

HERB	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Acanthocereus tetragonus	2	0.02941	-3.52636	-0.10372
2	Bidens pilosa	6	0.08824	-2.42775	-0.21421
3	Bromelia karatas	1	0.01471	-4.21951	-0.06205
4	Cissampelos pareira	3	0.04412	-3.12090	-0.13769
5	Dactyloctenium aegyptium	6	0.08824	-2.42775	-0.21421
6	Dalbergia glabra	7	0.10294	-2.27360	-0.23405
7	Distimake aegyptius	4	0.05882	-2.83321	-0.16666
8	Jacquemontia pentantha	5	0.07353	-2.61007	-0.19192
9	Lasiacis divaricata	8	0.11765	-2.14007	-0.25177
10	Melinis repens	4	0.05882	-2.83321	-0.16666
11	Serjania yucatenensis	1	0.01471	-4.21951	-0.06205
12	Solanum houstonii	3	0.04412	-3.12090	-0.13769
13	Spermacoce verticillata	1	0.01471	-4.21951	-0.06205
14	Sphagneticola trilobata	3	0.04412	-3.12090	-0.13769
15	Tragia yucatanensis	2	0.02941	-3.52636	-0.10372
16	Tridax procumbens	5	0.07353	-2.61007	-0.19192
17	Urvillea ulmacea	3	0.04412	-3.12090	-0.13769
18	Viguiera dentata	4	0.05882	-2.83321	-0.16666
	Total general	68	1.00000	0.00000	0.00000
			Diversidad	H' =	2.742
			Equidad	J' =	0.949

Con respecto a la diversidad arbustiva en el sitio del proyecto se puede considerar que es baja para los elementos arbustivo ya que se obtuvo un valor de H'=1.839 bits/ind., es decir, que se encuentra por debajo 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 0.885, 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 27. Valores de diversidad y equidad para elementos arbustivos del sitio del proyecto.

ARBUSTIVAS	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Colubrina yucatanensis	8	0.06451613	-2.74084002	-0.17682839
2	Croton chichenensis	16	0.12903226	-2.04769284	-0.26421843
3	Dalbergia glabra	8	0.06451613	-2.74084002	-0.17682839
4	Neea psychotrioides	10	0.08064516	-2.51769647	-0.20304004
5	Neomillspaughia emarginata	40	0.32258065	-1.13140211	-0.36496842
6	Pisonia aculeata	22	0.17741935	-1.72923911	-0.30680049

ARBUSTIVAS	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
7	Randia aculeata	18	0.14516129	-1.92990981	-0.2801482
8	Vachellia cornigera	2	0.01612903	-4.12713439	-0.06656668
	Total general	124	1	0	0
			Diversidad	H' =	1.839
			Equidad	J' =	0.885

Con respecto a la diversidad arbórea en el sitio del proyecto se puede considerar que es alta para los elementos arbustivo ya que se obtuvo un valor de H'=2.792 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 0.932, 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 28. Valores de diversidad y equidad para elementos arbóreos del sitio del proyecto.

ARBOREAS	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	Alvaradoa amorphoides	13	0.05726872	-2.86000066	-0.16378858
2	Bourreria pulchra	7	0.030837	-3.47903987	-0.10728317
3	Bursera simaruba	16	0.07048458	-2.6523613	-0.18695058
4	Caesalpinea gaumeri	9	0.03964758	-3.22772544	-0.12797149
5	Ceiba pentandra	13	0.05726872	-2.86000066	-0.16378858
6	Diospyros tetrasperma	8	0.03524229	-3.34550848	-0.11790338
7	Guazuma ulmifolia	11	0.04845815	-3.02705474	-0.14668547
8	Guettarda elliptica	3	0.01321586	-4.32633773	-0.05717627
9	Gymnopodium floribundum	30	0.13215859	-2.02375264	-0.2674563
10	Jatropha gaumeri	7	0.030837	-3.47903987	-0.10728317
11	Leucaena leucocephala	16	0.07048458	-2.6523613	-0.18695058
12	Mimosa bahamensis	8	0.03524229	-3.34550848	-0.11790338
13	Neea psychotrioides	3	0.01321586	-4.32633773	-0.05717627
14	Neocapparis pachaca	1	0.00440529	-5.42495002	-0.02389846
15	Parmentiera millspaughiana	18	0.07929515	-2.53457826	-0.20097977
16	Piscidia piscipula	21	0.09251101	-2.38042758	-0.22021577
17	Semialarium mexicanum	6	0.02643172	-3.63319055	-0.09603147
18	Senna atomaria	14	0.06167401	-2.78589269	-0.17181717
19	Thouinia paucidentata	20	0.08810573	-2.42921774	-0.214028
20	Vachellia cornigera	3	0.01321586	-4.32633773	-0.05717627
	Total general	227	1	0	0
			Diversidad	H' =	2.792

ARBOREAS	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
			Equidad	J' =	0.932

Curva de acumulación

Según el estudio con el estimador no paramétrico Chao1, se observa que se no alcanza la asíntota en el transecto 17, sin embargo, se realizó el análisis de efectividad de muestreo, lo cual indica que el esfuerzo de muestreo es suficiente con un 96% de confiabilidad y un valor de 0 para sesgo y exactitud.

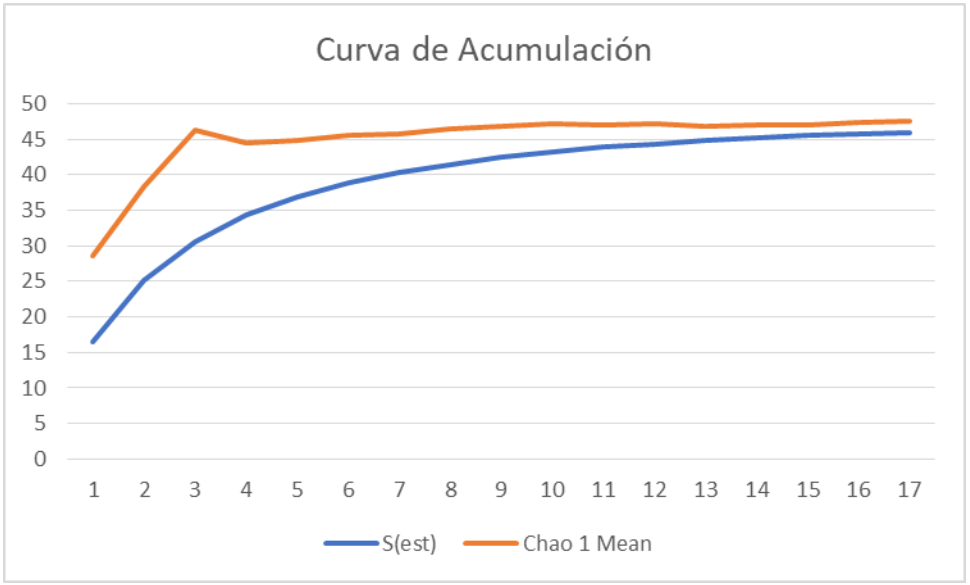


Gráfico 6. Curva de acumulación de especies.






Fotografias 1-4: Muestreo de Vegetacion del predio







Fotografias 5-7: Muestreo de Vegetacion del predio

4.4.2 FAUNA EN EL SITIO DEL PROYECTO

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 sitio del proyecto se optó por la realización de una campaña de monitoreo que abarco una extensión de 5 dias 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. La totalidad de la superficie del predio 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

Se realizaron17 transecto en el predio de 100 x 10 m Se identificaron las especies presentes, se determinó la familia, si la especie está dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se identificó transectos de 100 x 10 m durante el mes de abril de 2026.

Tabla 29. Coordenadas UTM de los transectos de fauna.

INICIO/FIN	X	Y
1	213536.859	2329071.27
1	213436.908	2329074.39
2	213209.414	2329139.99
2	213287.501	2329077.52
3	213237.712	2329034.89
3	213244.082	2328935.09
4	213322.605	2329006.59
4	213421.953	2328995.19
5	213492.391	2328990.42
5	213470.001	2328892.96
6	213383.243	2328945.95
6	213384.144	2328845.95
7	213310.477	2328909.57
7	213266.365	2328819.82
8	213237.712	2328768.08
8	213337.696	2328769.83
9	213451.966	2328816.59
9	213437.132	2328717.7
10	213233.669	2328699.36
10	213236.3	2328599.39
11	213330.69	2328707.44
11	213305.702	2328610.61
12	213387.285	2328703.4
12	213479.753	2328665.32
13	213456.008	2328614.46
13	213444.324	2328515.15
14	213375.158	2328630.63
14	213361.016	2328531.64
15	213278.137	2328586.17
15	213262.338	2328487.42
16	213237.712	2328448.72
16	213335.053	2328471.62
17	213447.923	2328468.93
17	213357.377	2328426.49



Figura 14. Ubicación de los transectos de muestreo de fauna.

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 Merlin Ebird.

- Para la identificación de aves se utilizaron principalmente la guía de Sal a pajarear 2da ediciónde 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 velocidadcero. 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 10 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.

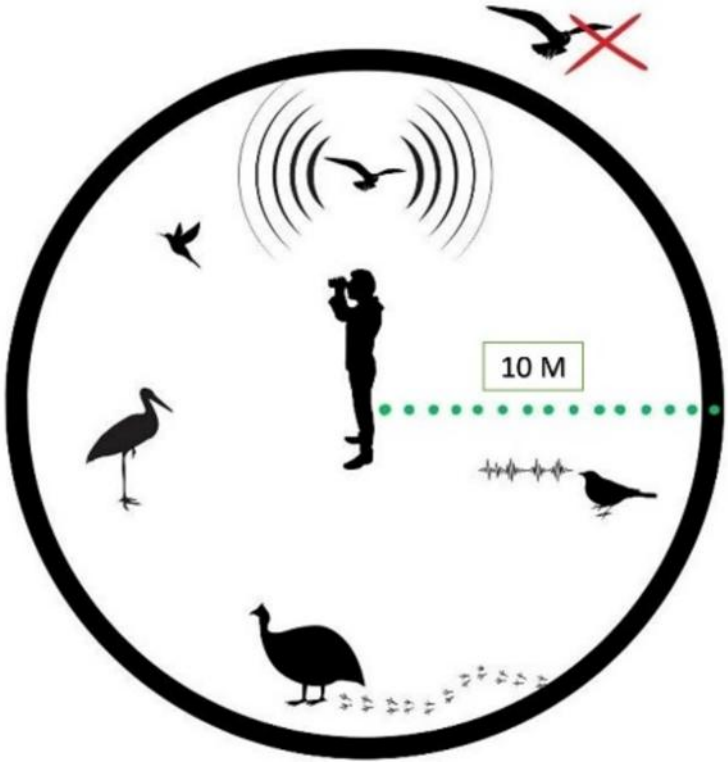


Figura 15. Método de observación usado para el monitoreo de aves.

Se presentan a continuación las coordenadas de los puntos de observación de aves en el sitio del proyecto:

Tabla 30. Coordenadas UTM de los puntos de observación de aves.

PUNTOS	X	Y
1	213249.839	2328375.95
2	213411.54	2328375.95
3	213508.561	2328614.46
4	213532.816	2329010.63
5	213399.413	2328715.53
6	213330.69	2328893.4

PUNTOS	X	Y
7	213326.647	2328590.21
8	213310.477	2329079.35
9	213334.732	2328772.12
10	213257.924	2328820.63

- *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.

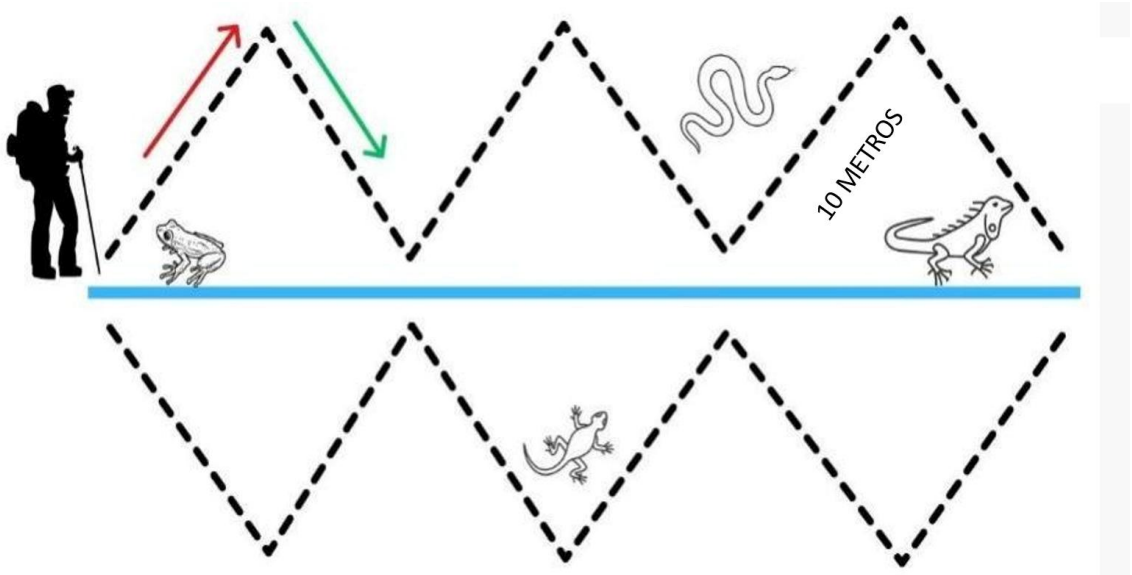


Figura 16. Método de observación usado para el monitoreo de anfibios y reptiles.

- *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.

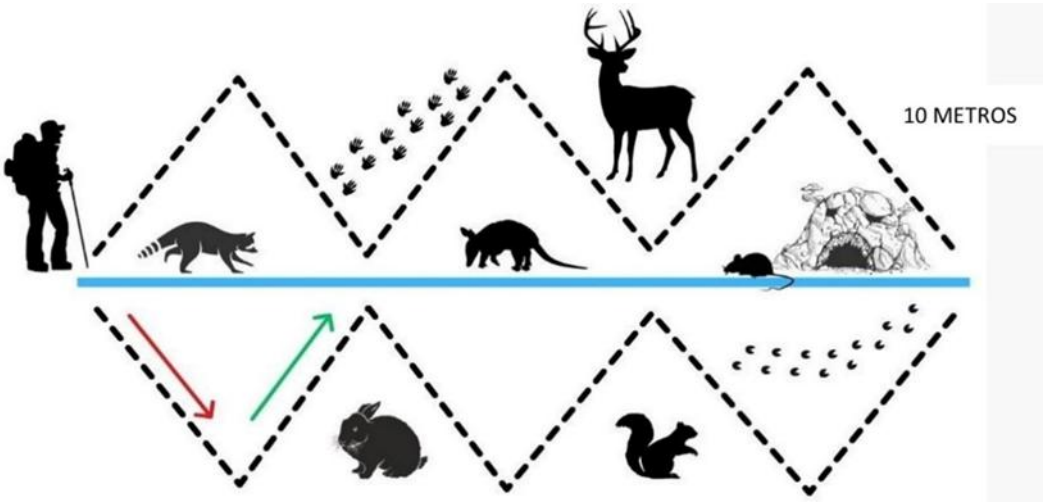


Figura 17. Método de observación usado para el monitoreo de mamíferos.

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 31. Listado de aves registrados en el sitio del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-	REGISTRO
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental		5
Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca		8
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común		7
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		2
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera		1
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		25
	Leptotila verrauxi	Paloma arroyera		20
	Leptotila jamaicensis	Paloma caribeña		8
	Patagioenas flavirrostris	Paloma morada		1

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-	REGISTRO
	Columbina passerina	Tórtolita pico rojo		16
	Columbina talpacoti	Tórtola canela		2
Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos		1
	Crotophaga sulcirostirs	Garrapatero pijuy		18
Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo		1
	Chlorostilbon canivetii	Colibrí esmeralda oriental		1
Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto cejas azules		2
Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito chillón		1
	Elaenia flavogaster	Mosquero Elenia chillón		1
	Tolmomyias sulphurescens	Mosquerito ojos blancos		2
	Oncostoma cinereigulare	Mosquerito pico curvo		1
	Contopus cinereus	Papamoscas tropical		1
	Empidonax minimus	Papamoscas chico		1
	Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste		2
	Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón		1
	Pitangus sulphuratus	Luis vienteveo		2
	Megarynchus pitangua	Luis pico grueso		2
	Myiozetetes similis	Luisito común		5
	Tyrannus couchii	Tirano cuir		2
	Tyrannus tyrannus	Tirano dorso negro		1
Vireonidae	*Vireo griseius*	Vireo ojos blancos		2
	Vireo pallens	Vireo manglero	Pr	3
	Cyclarhis gujanensis	Vireón cejas canela		2
Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde		1
	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca		6
Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical		7

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-	REGISTRO
	Dumetella carolinensis	Maullador gris		2
Parulidae	*Oreothlypis peregrina*	Chipe peregrino		1
	Setophaga magnolia	Chipe de magnolias		2
	Setophaga caerulescens	Chipe azul negro		1
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja		1
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor		7
	Molothrus ater	Tordo cabeza café		3
	Icterus auratus	Calandria dorso naranja		2
	Icterus gularis	Calandria dorso negro mayor		5
	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor		7
	Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor		6

Tabla 32. Listado de anfibios y reptiles registrados en el sitio del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-	REGISTROS
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo de la costa del golfo		2
Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco rayado		3
Dactyloidae	*Norops rodriguezii*	Anolis liso del sureste		2
	Norops ustus	Anolis		2
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A	9
Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamoso de puntos amarillos		10
Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris		15
Dipsadidae	*Leptodeira frenata*	Culebra ojo de gato de selva		1

Tabla 33. Listado de mamíferos registrados en el sitio del proyecto

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059-SEMARNAT-2010	REGISTROS
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache		3
Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca		4

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059-SEMARNAT-2010	REGISTROS
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo		2
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de jamaica		3
	Desmodus rotundus	Vampiro común		2
Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado del sur		1
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		3



Fotografia 8. Ejemplar de *Holcosus undulatus*



Fotografía 9. Monitoreo de fauna.





Fotografía 10-11. Monitoreo de aves y reptiles.

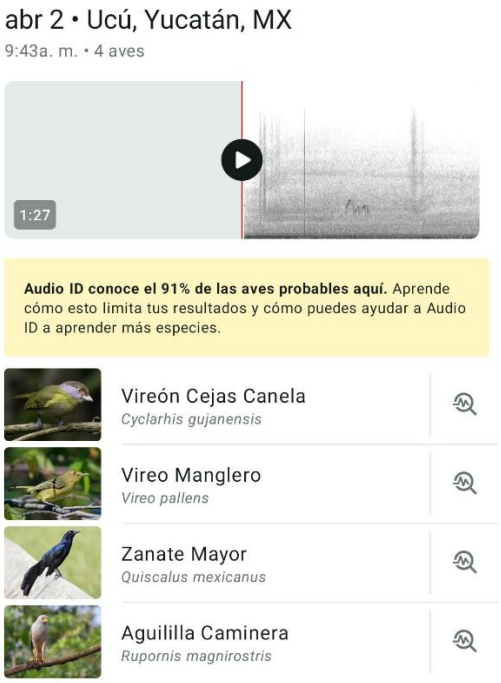


Figura 18. Identificación de aves por canto en el sitio del proyecto.

4.1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El área donde se encuentra inmersa la zona del proyecto se aprecia como un paisaje moderadamente impactado, está visiblemente fragmentado por senderos y/o caminos utilizados para extracción de leña y las actividades agropecuarias.

La vegetación del sitio del proyecto corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia perturbada (áreas con residuos sólidos urbanos), zonas con vegetación en recuperación.

En total se encontraron e identificaron 43 especies, pertenecientes a 21 familias, siendo la mejor representada la Fabaceae y la Asteraceae.

De acuerdo a lo observado dentro del sitio se puede afirmar que el establecimiento del proyecto afectará diversos tipos de vegetación. No se identificaron especies protegidas, pero si especies endémicas, por lo que se propone realizar rescates y reubicaciones de flora.

Se puede observar que, en el área de influencia a la redonda del sitio del proyecto, que se encuentran zonas de asentamientos humanos, asi como también, se observa carreteras federales y estatales, así como caminos rústicos que fragmentan el área.

En cuanto a la fauna después de una campaña de muestreos de 5 días, se obtuvieron registros de un total de 61 especies, de las cuales 46 pertenecen al grupo de aves, 8 son anfibios o reptiles y 7 del grupo de mamíferos.

En total se registraron 2 especies de fauna que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera general se puede afirmar que los registros de fauna se ven influenciados por la cercanía de los asentamientos humanos y de la fragmentación del hábitat den los terrenos vecinos del área de influencia. El ruido y el frecuente paso de personas por el sitio ahuyentan a las especies y las que quedan son las más tolerantes o que más se acoplan a las actividades humanas.

4.2. 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, como un complejo de interrelaciones tiene diferentes formas de considerar al paisaje como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo 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 que en su mayoría se trata de una zona que presenta un creciente desarrollo urbano, con fines habitacionales, los cuales en algún momento presentaron una vegetación similar a la caracterizada en el presente documento y descrita con los muestreos del AI y SA.

CAPITULO 4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

4.1METODOLOGÍA 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 el proyecto consiste en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario habitacional vertical de tipo público para Vivienda de Interés Social en la zona aledaña a la localidad de Yaxche Peón, dentro del Municipio de Ucú.

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" VIVIENDA DE TIPO INTERES SOCIAL", 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	Delimitación de área de construcción Desmonte y despalme Topografía y trazo
Construcción	Nivelación y compactación Excavación (Hidráulica) Accesos Pavimentación Obra Civil (Viviendas) Áreas Verdes
Operación y Mantenimiento	Venta de Viviendas Mantenimiento de áreas verdes

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

COMPONENTE	INDICADOR
	Calidad de agua subterránea Disponibilidad de agua Generación de ruido
Bióticos (Flora y Fauna)	Vegetación terrestre Fauna terrestre Hábitat terrestre
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.			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(1)	Baja.	Afectación mínima.
		(2)	Media.	
		(4) (8) (12)	Alta. Muy alta. Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	Extensión del impacto.			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con	(1) (2)	Puntual. Parcial.	Efecto muy localizado. Incidencia apreciable en el medio.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(4) (8)	Extenso. Total.	Afecta una gran parte del medio. 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) (2) (4)	No sinérgico Sinérgico Muy sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor. Presenta sinergismo moderado. Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1) (2) (4)	Fugaz. Temporal. Permanente.	(< 1 año). (De 1 a 10 años). (> 10 años).
(EF)	Efecto.			
	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.	(1)	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la 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.			

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	(1) (2) (4)	Largo plazo. Mediano Plazo. Corto Plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse. Se manifiesta en términos de 1 a 5 años. 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 correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o	(1) (2) (4)	Recuperable de inmediato. Recuperable a mediano plazo. Mitigable.	El efecto puede recuperarse parcialmente.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	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.	(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.**			

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	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

4.2 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: Vivienda de tipo interés Social.

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	N.º IMPACTO
FACTORES	Calidad del Aire	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	1

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	N.º IMPACTO
		Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	2
	Calidad del suelo	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	3
		Afectaciones al suelo 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
		Generación de aguas residuales en la etapa de operación del proyecto.	7
	Disponibilidad de agua	Durante la operación el proyecto necesitara el abastecimiento de agua para su funcionamiento.	8
	Generación de ruido	Impactos por la generación de emisiones sonoras.	9
FACTORES BIÓTICOS	Vegetación terrestre	Existirá remoción de la cubierta vegetal (Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales)	10
	Fauna Terrestre	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos.	11
	Hábitat Terrestre	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	12
FACTORES	Microclima	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	13
	Estructura de paisaje	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	14
	Calidad sanitaria del ambiente	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	15

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	N.º IMPACTO
FACTORES SOCIOECONÓMICOS	Empleo y mano de obra	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	16
	Infraestructura y servicios	Beneficios por la generación de empleos y contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	17
	Calidad de vida	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	18
	Patrones de vida	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto.	19

4.3 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

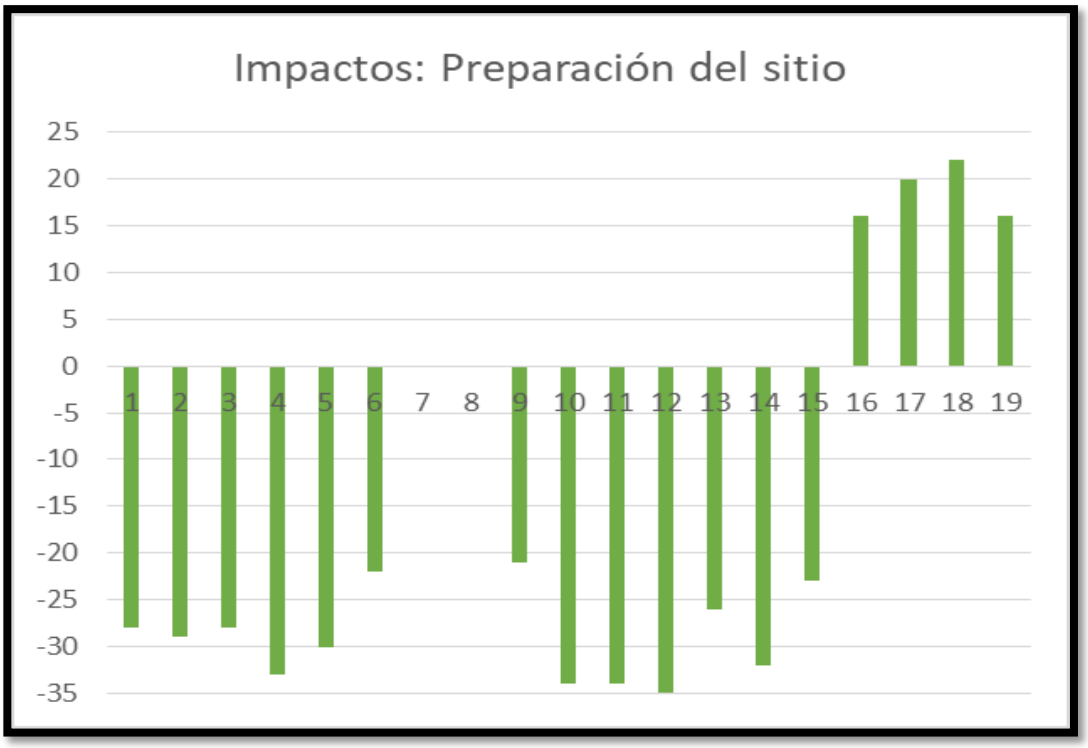
En la tabla 5 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa:

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	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	4	1	1	1	1	4	1	2	2	2	-28	Moderado
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	4	1	2	1	1	4	1	2	2	2	-29	Moderado
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	4	2	1	1	1	2	1	2	2	2	-28	Moderado
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	2	2	-33	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	4	2	2	1	1	2	4	2	1	1	-30	Moderado
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos	-1	2	1	1	1	1	4	1	4	1	1	-22	Compatible
7	Generación de aguas residuales en la etapa de operación del proyecto.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
8	Durante la operación el proyecto necesitara el abastecimiento de agua para su funcionamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
9	Impactos por la generación de emisiones sonoras	-1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	-21	Compatible
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal (Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales)	-1	4	2	1	2	1	4	1	4	4	1	-34	Moderado
11	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos.	-1	4	2	2	2	1	4	1	4	2	2	-34	Moderado
12	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	-1	4	2	2	2	1	4	1	4	4	1	-35	Moderado
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	2	2	1	2	1	4	1	4	2	1	-26	Moderado
14	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	-1	2	1	1	2	1	4	4	4	4	4	-32	Moderado

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	2	2	1	1	4	4	2	1	1	-23	Compatible
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	16	Compatible
17	Beneficios por la generación de empleos y contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	1	1	1	1	1	1	4	4	1	2	1	20	Compatible
18	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	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 al proyecto	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	16	Compatible

	COMPATIBLE = > 25		MODERADO >25 <50		SEVERO >50 <75		CRÍTICO >75



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

Durante la etapa de **Preparación del sitio** se identificaron 19 impactos ocurrentes para las actividades ligadas al proyecto en los que se incluyen dos factores con calificación nula debido a que corresponden a las siguientes etapas del proyecto y serán evaluadas a continuación. Dadas las actividades a realizar en esta etapa los resultados de los impactos mencionados resultan tener calificaciones elevadas. Se presentan 15 impactos negativos de los cuales 5 presentan calificaciones moderadas y se refieren a factores bióticos y abióticos, todas estas con valores que oscilan -26 a -35.

El análisis de los impactos durante la etapa de Preparación del sitio indican que los más impactos más significativos recaen en los componentes bióticos, siendo estos evaluados como moderados, con valores de -35, siendo la calidad del aire que se verá afectada por la emisión de polvos y maquinaria que transitara en la superficie del proyecto, otro factor que se ve vulnerado por la actividad es la calidad y estabilidad del suelo, así como la vegetación y la fauna presente dada por la remoción de la cubierta vegetal en las áreas destinadas a las viviendas y vialidades, ocasionando el desplazamiento de fauna hacia zonas aledañas, modificando el hábitat natural, por consiguiente la eliminación de vegetación y exposición del suelo alteran la temperatura y humedad del sitio a impactar, transformando el aspecto visual del sitio a un área perturbada. Sin embargo con la implementación de medidas de prevención estos impactos serian mitigables.

Es importante mencionar que los aspectos bióticos tienen calificaciones altas porque a pesar de que el sitio presenta evidentes signos de perturbación, se consideran las afectaciones por las actividades de remoción de la vegetación en el sitio.

Se presentan 7 impactos negativos con calificaciones de compatibles correspondientes a factores físicos y químicos, que oscilan entre -17 y -22.

En cuanto a los impactos positivos se presentan 4, todas ellas resultaron compatibles debido principalmente a la cantidad de empleos temporales que se generaran y a la derrama económica que esto significara en la zona, todos estos impactos son los concernientes al empleo y mano de obra, infraestructura y servicios, así como calidad y patrones de vida.

.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

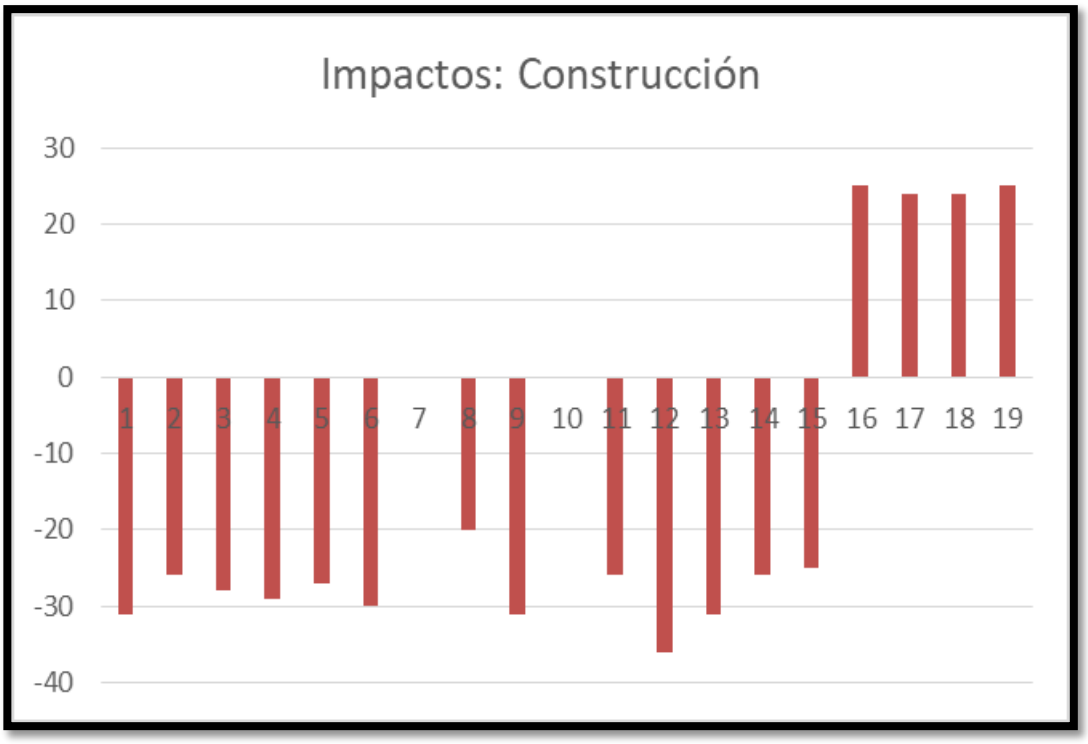
En la tabla 6 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa.

Tabla 6. Valoración numérica, Etapa de Construcción.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	4	2	2	1	1	4	1	2	2	2	-31	Moderado
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	4	1	1	1	1	4	1	1	2	1	-26	Moderado
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	4	2	1	1	1	2	1	2	2	2	-28	Moderado
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles	-1	2	2	2	2	1	4	4	2	2	2	-29	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	1	1	1	4	1	4	4	1	-27	Moderado
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	4	4	-30	Moderado
7	Generación de aguas residuales en la etapa de operación del proyecto.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
8	Durante la operación el proyecto necesitara el abastecimiento de agua para su funcionamiento	-1	1	2	1	1	1	1	1	4	2	2	-20	Compatible
9	Impactos por la generación de emisiones sonoras	-1	4	2	2	2	1	1	1	2	2	4	-31	Moderado
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal (Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
11	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos.	-1	1	2	1	1	1	2	4	4	4	2	-26	Moderado
12	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	-1	4	1	1	4	1	2	4	4	4	2	-36	Moderado
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	4	1	1	4	1	2	1	4	2	2	-31	Moderado
14	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	-1	2	2	1	1	1	4	1	4	2	2	-26	Moderado

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	1	2	1	4	4	4	2	2	-25	Compatible
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	2	1	1	1	1	4	4	4	1	1	25	Compatible
17	Beneficios por la generación de empleos y contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	1	1	1	1	2	1	4	4	4	2	1	24	Compatible
18	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	1	1	1	1	2	1	4	4	4	2	1	24	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto	1	1	1	1	2	1	4	4	4	2	2	25	Compatible

	COMPATIBLE = > 25		MODERADO >25 <50		SEVERO >50 <75		CRÍTICO >75



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

En la etapa de construcción, se calificaron un total de 19 factores, de los cuales dos son nulos, ya que fueron evaluados en la etapa de preparación del sitio. De los impactos identificados como negativos, cinco fueron asignados a la categoría de compatibles y siete de ellos como moderados, debido a que en la etapa de construcción los impactos son mayores debido a la movilización de personal, acceso de maquinarias y trabajos para la habilitación del área.

Los impactos positivos son los referentes a: Infraestructura y servicios, Calidad de vida y patrones de vida, esto debido al efecto benéfico que tendrá el proyecto sobre los patrones y calidad de vida de los pobladores de la zona de Ucú asi como las localidades vecinas de donde se ubica el proyecto, Como los requerimientos de infraestructura y servicios que serán contratados en las comunidades cercanas y los empleos que genere la obra. Estos alcanzan calificaciones de 25 debido al tipo de actividades contempladas así como la intensidad de estas y el número de personal involucrado.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

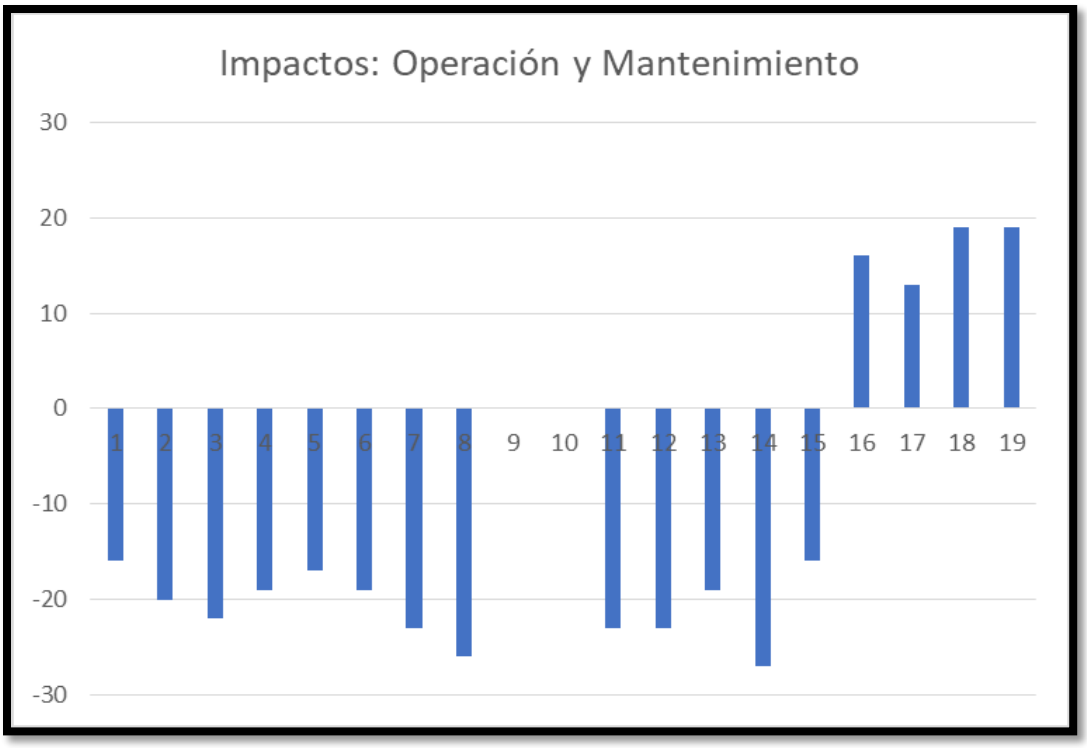
Durante esta etapa, los impactos disminuyen su valoración en la mayoría de los casos.

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	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-16	Compatible
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	2	1	2	1	1	1	1	1	4	1	-20	Compatible
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	-22	Compatible
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-19	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	1	1	2	1	1	1	1	1	4	1	-17	Compatible
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-19	Compatible
7	Generación de aguas residuales en la etapa de operación del proyecto.	-1	1	1	1	1	1	4	4	4	2	1	-23	Compatible
8	Durante la operación el proyecto necesitara el abastecimiento de agua para su funcionamiento	-1	4	1	2	1	1	1	1	1	4	1	-26	Moderado
9	Impactos por la generación de emisiones sonoras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal (Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
11	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos.	-1	1	2	1	1	1	2	1	4	4	2	-23	Compatible

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
12	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	-1	1	2	1	1	1	2	1	4	4	2	-23	Compatible
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-19	Compatible
14	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	-1	2	4	2	1	1	2	1	1	4	1	-27	Moderado
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	-16	Compatible
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	16	Compatible
17	Beneficios por la generación de empleos y contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Compatible
18	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	19	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	19	Compatible

	COMPATIBLE = > 25		MODERADO >25 <50		SEVERO >50 <75		CRÍTICO >75



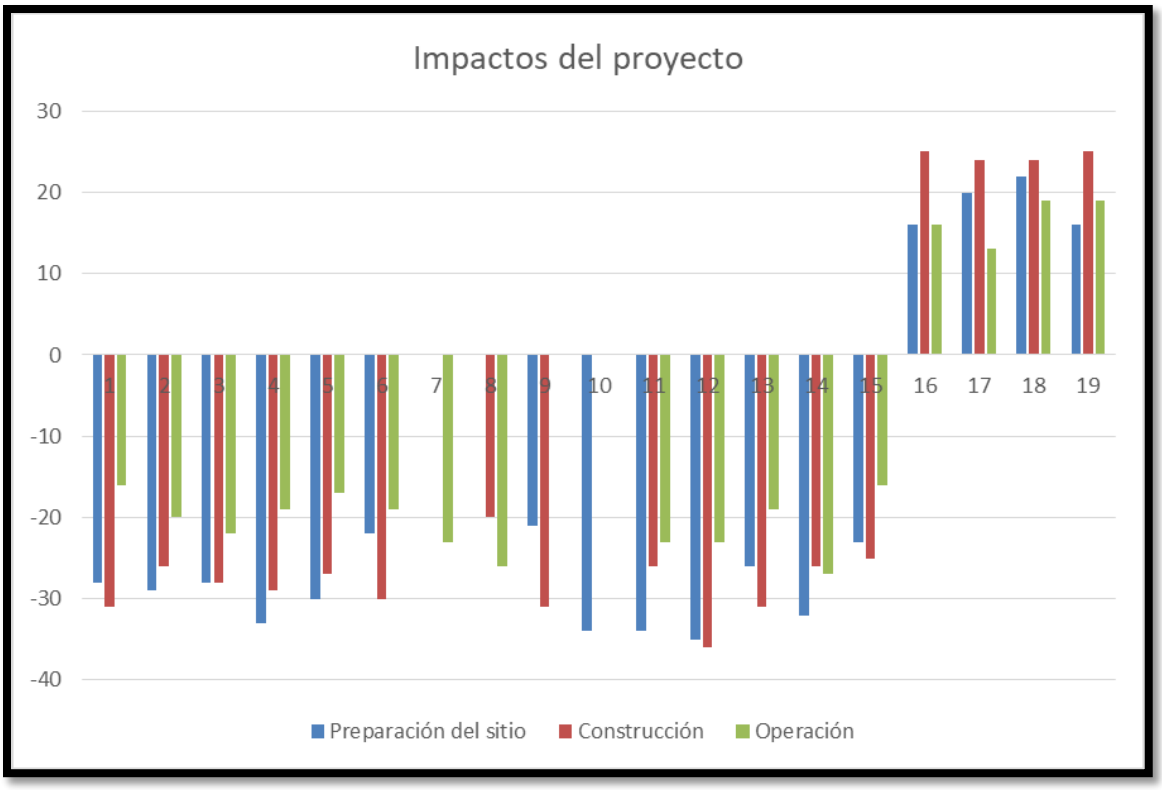
Gráfica 3. Valoración de los impactos generados durante la Operación y Mantenimiento del proyecto.

Durante la **Etapa de operación y mantenimiento**, los impactos negativos ocurrentes en la se mantendrán en las etapas de mantenimiento en donde de nuevo se requerirá personal para el mismo.

Los impactos negativos remanentes tienen realmente un valor numérico mucho más bajo en esta etapa final ya que los mantenimientos periódicos no serán tan impactantes como en las etapas etapa de construcción se nulifican y/o disminuyen, los impactos positivos en su mayoría anteriores y disminuyen con el paso del tiempo, y se mantienen los impactos positivos durante esta etapa del proyecto.

En la siguiente gráfica, se presentan los valores numéricos obtenidos en todas las etapas del proyecto, en los cuales se aprecia la reducción en la cantidad de impactos que ocurren en las distintas etapas, así como la reducción en su valoración.

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.

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

4.2.1 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.
- El segundo 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 DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Las medidas de prevención y mitigación se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 8. Medidas de prevención y mitigación para el proyecto.

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
PS C O	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.	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión	Abiótico	P	Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo con la Norma correspondiente.
PS C	Se consideran afectaciones por los lixiviados provenientes de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	Contaminación del suelo por infiltración de lixiviados y por residuos sólidos dispersos en el área.	Abiótico	P	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.

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
					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.
PS C O	Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	Abiótico	P	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	Se deberá delimitar la zona de construcción	Se afectará la estabilidad del suelo por los trabajos de	Abiótico	P	El suelo removido durante el despalme y nivelación

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
	sin afectar una mayor superficie de la autorizada.	excavación y nivelación, así como por la disminución de cubierta vegetal.			permanecerá en el predio y será reintegrado en las áreas verdes del Proyecto. Se delimitará la superficie de trabajo para no afectar más de la autorizada.
PS C O	Se delimitarán segmentos para el avance de trabajos	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.	Abiótico	P	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

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
					características de peligrosidad Para evitar derrames accidentales en el sitio, no se realizarán mantenimientos a equipos, maquinaria o vehículos automotores, así como carga de combustible.
C O	Se evitará el desperdicio de agua durante la operación del proyecto	Durante la operación el proyecto necesitara el abastecimiento de agua para su funcionamiento.	Abiótico	P	Para el abastecimiento de agua en el desarrollo el proyecto se conectará a la red municipal de agua potable. Se instalarán llaves y sistemas ahorradores de agua para la operación del proyecto.
PS C O	Se evitará la contaminación de agua subterránea.	Debido a la infiltración, el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames	Abiótico	P	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
		accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.			portátiles su manejo y disposición final será responsabilidad de la empresa prestadora de este servicio. No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad. No se almacenará combustible en el sitio del proyecto, éste será adquirido de forma directa en las gasolineras cercanas al predio, esto con la finalidad de evitar algún accidente que pudiera generar incendios o

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
					contaminar el suelo.
PS C	Se solicitarán las bitácoras o comprobantes de mantenimiento con el fin de verificar el buen estado de la maquinaria que se utilice.	La construcción generará emisiones sonoras.	Abiótico	P	A todos los vehículos, equipos o maquinaria pesada que se pretenda utilizar durante el desarrollo de la obra, 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. Para evitar problemas a la salud, todo el personal en obra será dotado del equipo de seguridad necesario, incluyendo tapones de goma para los oídos.
PS	Previo al inicio de obra se deberá	Existirá remoción de la	Biótico	P	Estará estrictamente prohibida las

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
	delimitar las áreas verdes para evitar afectar una mayor superficie a la autorizada.	cubierta vegetal.			actividades siguientes: - Extracción de especies del sitio, o partes de las mismas, para uso comercial, como mascota o alimento. - Extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación. No se deberán ocupar o afectar superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación.

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
					Se recomienda trozar y compostear la vegetación que será desmontada para reintegrarla al suelo en otras áreas.
PS C O	El hábitat se modificará durante la etapa preliminar y se mantendrá modificado durante la construcción y operación del proyecto.	Se creará una modificación del hábitat.	Biótico	P	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. El proyecto plantea la implementación de áreas verdes con especies propias de la región.
PS C O	Las variaciones de microclima serán puntuales al área que ocupe la infraestructura.	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	Abiótico	P	Ocupar únicamente las áreas indicadas en el proyecto.
PS C O	Previo al inicio de la obra se deberá delimitar, la zona de áreas verdes.	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	Abiótico	P	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto.

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
					No utilizar más área de la autorizada. El proyecto la implementación de áreas verdes con especies propias de la región.
PS C O	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	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Abiótico	P	Se realizará la concientización de los trabajadores que participen en la ejecución del proyecto, para que se apeguen al cumplimiento de las medidas ambientales. 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

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
					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	Previo al inicio del proyecto se debe contratar el personal.	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	Socio- Económico	P	Se procurará que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas.
PS C O	El proyecto dará empleos a gente de la zona y comunidades aledañas, con los respectivos beneficios en sus patrones de vida.	Afectaciones mínimas sobre el medio y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores del complejo	Socio- Económico	P	Contratación de personal de las comunidades circunvecinas para la construcción, mantenimientos y vigilancia del proyecto conllevan ganancias económicas puntuales.
PS C O	Se controlará la dispersión de polvo durante la	La entrada y salida de los vehículos y maquinarias	Abiótico	Mi	Se aplicará riego a las áreas de trabajo para evitar la

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
	etapa de preparación del sitio y construcción lo cual ayudará a mantener la calidad del aire en el área de trabajo.	del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.			suspensión de polvo en el aire. Se colocarán lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.
PS C O	Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Posible afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	Abiótico	Mi	En la etapa de preparación del sitio y construcción no se llevarán a cabo reparaciones o mantenimientos de maquinaria o 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. No se almacenará combustible en el

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
					sitio del proyecto, éste será adquirido de forma directa en las gasolineras cercanas al predio, esto con la finalidad de evitar algún accidente que pudiera generar incendios o contaminar el suelo. Si el derrame o fuga ya ocurrió como primera opción se 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. Como segunda opción se propone la biorremediación del sitio de igual manera a través

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
					de una empresa especializada en el ramo.
PSC	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado.	La construcción generará emisiones sonoras.	Abiótico	Mi	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	No se desmontará o despalmará más superficie que la propuesta en el proyecto.	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	Biótico	Mi	El proyecto plantea la implementación de un Área verde del 34.69% del área total del predio para preservar el paisaje natural, la cual será reforestada con especies nativas.
PS	La modificación del hábitat se realizará de	Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto	Biótico	Mi	El proyecto contempla la implementación de un área verde del 34.69% de la

Etapa	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
	una manera controlada.				superficie total del predio.
PS C O	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.	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Abiótico	Mi	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.

IMPACTOS RESIDUALES.

Una vez realizados los estudios de campo pertinentes y la vinculación del proyecto con las leyes y normas aplicables se concluye lo siguiente: El proyecto cumple con lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán y la Ley de Desarrollos Inmobiliarios, así como su reglamento.

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.

El proyecto incrementará la fuente de empleo temporal (aporte socioeconómico), así como los servicios e infraestructura que se utilizaran durante el proyecto, los cuales se consideran impactos positivos.

Los impactos negativos que ocurrirán por la realización del proyecto son en su totalidad prevenibles y/o mitigables llevando a cabo las medidas propuestas en este capítulo, por lo que la ejecución del proyecto se considera viable llevando cabo dichas medidas.

4.3 PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

4.3.1 ESCENARIO ACTUAL

Durante la elaboración del presente documento se realizaron varias visitas al predio en las cuales se realizaron los análisis de las condiciones de la flora, fauna, paisaje, etc. En las visitas de igual manera se realizó la inspección de las inmediaciones, donde se observó que en las entradas del sitio se observaron residuos sólidos urbanos, así como en las colindancias del predio. Se observó que el predio se encuentra ubicado en el municipio de Ucú, Yucatán, en la zona aledaña a la localidad de Yaxche de Peón.

En cuanto a los impactos de carácter antropocéntrico, dada su ubicación en una zona prácticamente urbana y en pleno crecimiento, así como a su colindancia con las vialidades en la zona, se pudieron observar zonas en donde se vierten residuos sólidos dispersos. De manera general los registros de fauna consistieron en aves y reptiles. Actualmente en el predio se cuenta vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia perturbada (áreas con residuos sólidos urbanos) asi como zonas con vegetación en recuperación.

4.3.2ESCENARIO ACTUAL

El presente proyecto pretende dar un uso compatible al establecido por la regulación ambiental competente. Las etapas de Preparación del Sitio 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 estado actual del sitio del proyecto nos muestra un escenario con un sistema ambiental ligeramente fragmentado esto se debe principalmente al crecimiento urbano del municipio de Ucú y actividades relacionadas con la producción animal.

La vegetación terrestre que se presentaba está caracterizada por especies propias de vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, sin embargo, en el predio existen zonas en las que se presenta únicamente vegetación herbácea.

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 maquinaria 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, el uso de maquinaria en mal estado causaría un índice de contaminación considerable. Se podría esperar también contaminación directa al suelo al no establecer elementos apropiados para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas durante las etapas de construcción. 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.

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, así como la maquinaria presentaría una bitácora de mantenimientos actualizada por lo que las emisiones a la atmósfera estarían dentro de los rangos aceptables; humedeciendo los focos de trabajo y la vía 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,

Además, se generan fuentes de empleo temporales en donde la prioridad son los habitantes de la ciudad o de las comunidades circunvecinas favoreciendo los aspectos socioeconómicos de la zona.

De manera general y tomando en cuenta los resultados de las matrices de evaluación realizadas, realizando el proyecto con las correspondientes medidas de prevención y mitigación, los impactos más fuertes ocurrirán durante las etapas de Preparación del sitio y construcción, sin embargo los niveles de dichos impactos se ubican dentro del rango de moderados en el peor de los casos, mientras que para las etapas de operación del proyecto la mayoría de los impactos obtienen calificaciones dentro del rango de Compatibles.

4.4 CONCLUSIONES

La presente evaluación de impacto ambiental documenta mediante estudios, en primera instancia el estado actual que guarda el pretendido sitio del proyecto evalúa los impactos ambientales y sociales que este pudiera ocasionar y las consecuencias que éste generará. Así mismo propone medidas específicas que permitirán prevenir y mitigar los impactos identificados.

El proyecto Vivienda de tipo interés Social consiste en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario habitacional vertical de tipo público con 3,500 viviendas con pretendida localización en el tablaje marcado con el número 11756 del municipio de Ucú, Yucatán, cuya superficie es de 249,390.43 m2.

El sitio del proyecto se aprecia como un sitio impactado. Se identificaron un total de 43 especies, pertenecientes a 21 familias, siendo la familia Fabaceae y la Asteraceae la más representativa.

De la totalidad de especies de flora se identificaron 2 especies como endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán: Neomillspaughia emarginata y Colubrina yucatanensis, para las cuales se presenta un Programa de rescate y reubicación de flora. No se registró ninguna especie bajo ninguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto a la fauna, se registró un ensamble típico característico de vegetación secundaria, con presencia de 2 especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ambas especies si bien se encuentran protegidas, son de amplia distribución en el estado de Yucatán.

Como parte de las medidas de prevención y mitigación, se realizará una supervisión ambiental, que garantizará que la fauna sea ahuyentada previo al inicio de la etapa de desmonte y en caso de ser requerido los ejemplares de esta especie y de cualquier otra especie de fauna que sea susceptible de ser rescatada, serán rescatados y reubicados.

Como parte de las medidas de prevención y mitigación, se plantea la realización de una supervisión ambiental, que garantizará el cumplimiento de las medidas propuestas.

Las medidas de prevención y mitigación en general se consideran adecuadas para el proyecto, por lo que la realización de este considerando todos los aspectos detallados en el presente estudio son viable ambientalmente.

4.5 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. *Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología.

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. *Guia ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense 19: 1-133

Díaz L., **May D., Gallardo A., Cedeño R**. 2020. Catálogo de reptiles de la Península de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México.

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

Espejel, I. 1984. *La vegetación de las dunas costeras de la península de Yucatán*. Biotica 9 (2): 183-201

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.

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

SEDUMA. 2015. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.

SUSTAINABLE WATER TECHNOLOGY

PROPUESTA TÉCNICA · TRATAMIENTO DE AGUA

Proyecto UCU

Sistema de tratamiento de aguas residuales **Proceso SWT Hybrid®**

Grupo CASGRO	3,500 viviendas	3 Etapas
Cliente / Desarrollador	Capacidad total proyectada	Modulación por demanda



CONTENIDO

Índice de la presentación

01 **El proceso SWT Hybrid®**
Tecnología biológica de tratamiento

02 **Marco normativo**
Cumplimiento NOM-003 y NOM-001

03 **Retos del sitio**
Terreno cárstico y nivel freático

04 **Estrategia de modulación**
Por qué dividimos en 3 etapas

05 **Etapa 1 · Arranque**
Pretratamiento + Planta 8 LPS

06 **Etapas 2 y 3 · Crecimiento**
Ampliación por demanda

01 · TECNOLOGÍA

El Proceso SWT Hybrid®

Combina lo mejor de MBBR y lodos activados: máxima eficiencia de remoción con la mínima complejidad operativa. Un solo equipo electromecánico principal reduce fallas, mantenimiento y consumo energético.

1 · Influente

Agua residual C.H.O.N. — punto de control y homogenización de cargas.

2 · MBBR Aerobio

Portadores móviles + O_2: alta biomasa, remoción de DBO/DQO, menor volumen.

3 · MBBR Anóxico

Desnitrificación: remoción de nitrógeno total y ahorro energético.

4 · Lodos Activados

Oxidación biológica profunda, proceso robusto y probado.

5 · Clarificador

Separación sólido-líquido, agua clarificada y retorno de biomasa (AirLift).

6 · Desinfección

Dosificación de cloro: agua segura para reúso o descarga en norma.

01 · RESULTADO COMPROBABLE

Agua tratada que cumple norma

Simplicidad operativa

Proceso autoestabilizado MBBR + lodos activados: sin ajustes constantes ni supervisión especializada continua.

CAPEX y OPEX optimizados

Un solo soplador principal de alta eficiencia. Menos equipos, menos puntos de falla, menor consumo.

CloudSense integrado

Monitoreo remoto en tiempo real, control de parámetros clave y alertas preventivas desde el teléfono.



Influente vs. efluente — orgullosos de ayudar al medio ambiente

Cumplimiento normativo garantizado

El diseño del Proceso SWT Hybrid® asegura que el agua tratada cumpla los límites de las normas aplicables para descarga y reúso.

NOM-003

Reúso de agua tratada

- Aplica al agua que se reutiliza en servicios: riego de áreas verdes, sanitarios y lavado.
- Límites de coliformes fecales, huevos de helminto, grasas y aceites, DBO_5 y SST.
- Habilita el reúso interno del desarrollo y reduce el consumo de agua de primer uso.

NOM-001

Descarga a cuerpos receptores

- Aplica a la descarga de aguas residuales a bienes nacionales (suelo y cuerpos de agua).
- Límites de DBO_5, SST, nitrógeno total, fósforo, patógenos y metales pesados.
- La etapa MBBR anóxica remueve nitrógeno total para asegurar el cumplimiento.

03 · CONDICIONES DEL SITIO

Retos geotécnicos de la zona

Las condiciones del terreno definen el diseño de cimentación y excavación. Las identificamos y resolvemos desde la ingeniería.



Terreno cárstico

Roca caliza con cavidades y disolución. Requiere mecánica de suelos para ubicar oquedades y definir la losa de desplante.



Terreno duro

Excavación en roca dura: mayor esfuerzo y costo. Se planea el corte y el volumen exacto para optimizar la obra civil.



Nivel freático ≈ 5 m

Agua subterránea somera: exige control de flotación (anclaje/lastre) y previsión de bombeo durante la construcción.

Por qué dividimos en 3 etapas



Módulos independientes que crecen con el desarrollo

La demanda crece por fases

Las 3,500 viviendas no se habitan de golpe. Cada etapa entra en operación cuando el desarrollo lo requiere.

Inversión escalonada

CASGRO no descapitaliza la obra: invierte en cada planta conforme vende y ocupa, no todo por adelantado.

Eficiencia desde el día 1

Una planta operando a su caudal de diseño trata mejor que una planta grande subcargada. Cada módulo en su punto óptimo.

Operación replicable

Módulos gemelos de 8 LPS: refacciones comunes, operación estandarizada y redundancia entre etapas.

04 · CÓMO MODULAMOS

3 plantas gemelas de 8 LPS por demanda

El caudal total se divide en tres módulos iguales. La infraestructura común (pretratamiento y cárcamo) se construye en la Etapa 1; las siguientes solo suman planta, bombas y soplador.

ETAPA 1

8 LPS

1,166 viviendas

Pretratamiento + cárcamo + Planta 1 + caseta de sopladores

ETAPA 2

8 LPS

1,167 viviendas

Planta 2 + sus bombas + su soplador

ETAPA 3

8 LPS

1,167 viviendas

Planta 3 + sus bombas + su soplador

Total proyectado: 24 LPS · 3,500 viviendas · 3 módulos SWT Hybrid® idénticos e intercambiables

Etapa 1 — Infraestructura base + Planta 8 LPS

Pretratamiento

Cribado y desarenado. La excavación se define según la altura de llegada del drenaje (cota del colector).

Cárcamo de bombeo

Recibe el agua cruda y la eleva al tren de tratamiento. Estructura enterrada con control de nivel freático.

Planta de tratamiento 8 LPS

Primer módulo SWT Hybrid® completo: reactores biológicos, clarificador y desinfección.

Caseta de sopladores

Alberga el equipo de aireación de la Etapa 1, con espacio previsto para el crecimiento del sistema.



8 LPS

caudal de diseño
Etapa 1

1,166

viviendas
atendidas

Lo que necesitamos de Grupo CASGRO

Para arrancar la Etapa 1 con eficiencia, el cliente entrega el terreno preparado para desplantar las unidades.

Terreno nivelado y listo

Plataforma de desplante lista para colocar las unidades de tratamiento, con accesos para maniobra.

Definición de excavación

Confirmar la altura/cota de llegada del drenaje para dimensionar la excavación del pretratamiento.

Estudio de suelo

Mecánica de suelos que valide el terreno cárstico y el nivel freático (~5 m) para el diseño de cimentación.

Etapa 2 — Segundo módulo de 8 LPS

La infraestructura común ya existe. La Etapa 2 solo agrega el segundo tren de tratamiento y su equipo dedicado.

Planta de tratamiento 2

Segundo módulo SWT Hybrid® de 8 LPS, idéntico al de la Etapa 1.

Bombas dedicadas

Equipo de bombeo propio de la planta 2, conectado a la infraestructura existente.

Soplador dedicado

Soplador propio en la caseta ya construida en la Etapa 1.



+1,167 viviendas · acumulado 2,333 viviendas / 16 LPS

Etapa 3 — Tercer módulo de 8 LPS

Cierra el sistema. Al igual que la Etapa 2, solo suma su planta, sus bombas y su soplador sobre la infraestructura ya instalada.

Planta de tratamiento 3

Tercer y último módulo SWT Hybrid® de 8 LPS.

Bombas dedicadas

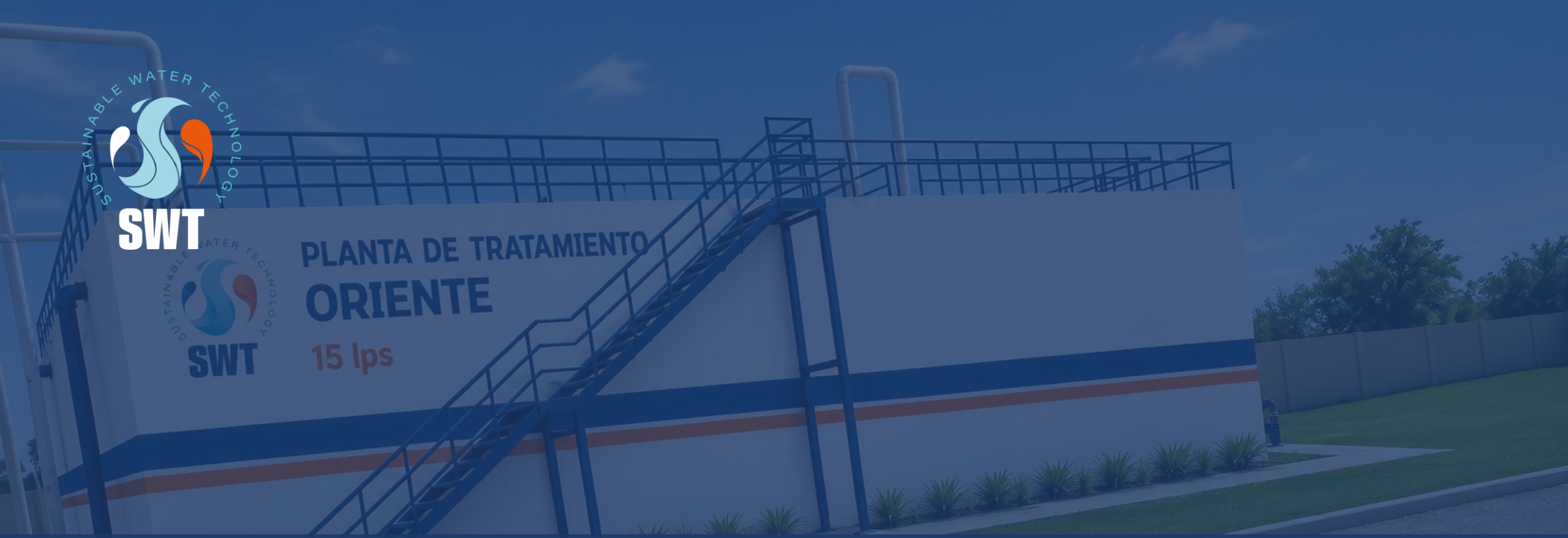
Equipo de bombeo propio de la planta 3.

Soplador dedicado

Soplador propio en la caseta común de sopladores.



Sistema completo: 3,500 viviendas · 24 LPS · 3 plantas operando

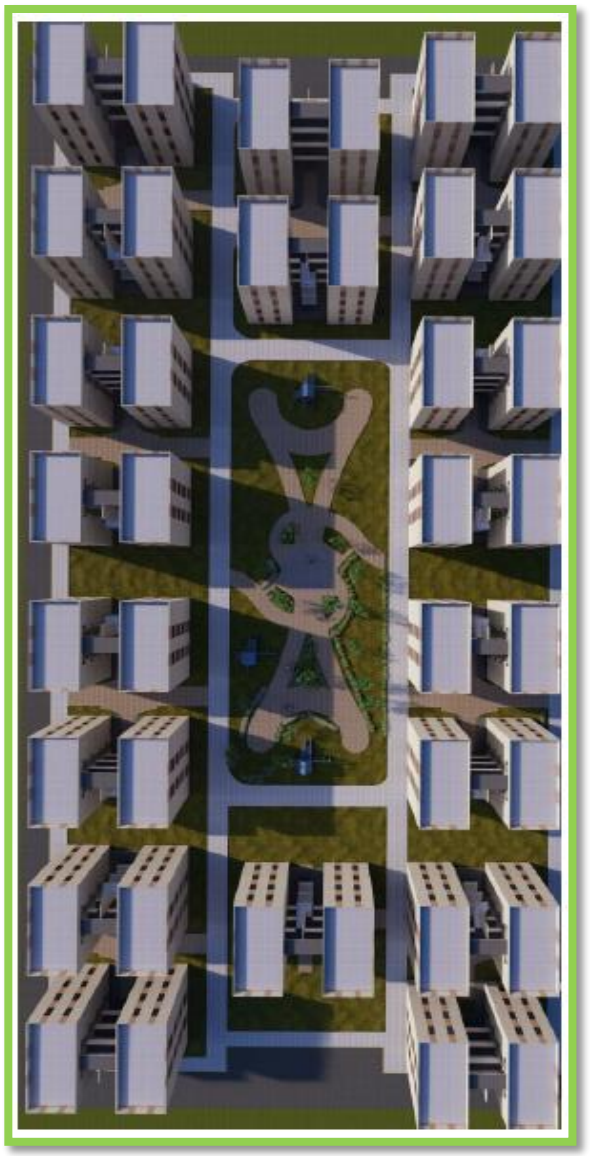


Su desarrollo, con el agua ya resuelta

Diseño, fabricación, financiamiento y operación llave en mano — modulado a la medida del Proyecto UCU.

+52 442 644 5949 · www.swtmexico.com · contacto@swtmexico.com

Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Especiales



“VIVIENDA DE TIPO INTERES SOCIAL”

1. Introducción. 3
2. Efectos de los Residuos Sólidos en el Ambiente. 3
3. Clasificación de los Residuos Sólidos. 3
4. Efectos de los Residuos Sólidos en el Ambiente. 4
5. Definición de los Diferentes Tipos de Residuos 5
6. Infraestructura para el Programa 6
7. Residuos Generados durante las etapas del proyecto 7
8. Recolección, Transporte y Disposición Final 9
9. Observaciones Generales y Prohibiciones 9
10. Referencias 9

1. Introducción.

En la actualidad vivimos en una sociedad altamente tecnificada que origina mayores problemas de disposición de residuos. Es claro que una de las mejores formas de reducir la cantidad de desechos sólidos a disponer es limitar el consumo de las materias primas e incrementar las tasas de recirculación. A pesar de la simplicidad de este concepto, se ha probado que efectuar este cambio en una sociedad de tecnología moderna es muy difícil.

Los residuos sólidos particularmente han sido un reto para las comunidades debido al volumen que se genera diariamente y la necesidad de un sitio adecuado para que su disposición final no ocasione efectos nocivos a los propios habitantes y al medio ambiente.

Considerando la propuesta del Proyecto, así como su naturaleza entendemos que la generación de residuos sólidos no será en una cantidad elevada, sin embargo, el manejo responsable de dichos residuos entra dentro de las actividades que se considerarán cotidianas para el mismo. El presente programa contiene de manera general, los lineamientos y acciones a seguir para evitar que los residuos sólidos que se generen a lo largo del proyecto se conviertan en un problema.

2. Efectos de los Residuos Sólidos en el Ambiente.

La mala disposición de los residuos sólidos ocasiona primeramente la decadencia del paisaje; el impacto estético no es solo del sitio en sí, sino que además diversos objetos contenidos en los residuos sólidos son esparcidos por el viento, afectando áreas vecinas. El aire también se contamina con polvos, humo y malos olores.
La contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas ocurre por el proceso de formación de un líquido llamado lixiviado, el cual se produce durante la descomposición de los desechos y por efecto del paso del agua de lluvia a través de los residuos. Este líquido es rico en diversas sustancias entre las cuales están los ácidos orgánicos y metales pesados y tiene altos valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Los residuos sólidos también contaminan el suelo, ya que alteran totalmente su condición original. Otro de los efectos indeseables de los residuos sólidos es que son un medio adecuado para la proliferación de vectores, por lo que representan un peligro para la salud pública; de hecho, se ha demostrado que la relación entre la salud pública y el manejo impropio de los desechos sólidos es muy clara. El Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de América (USPHS) ha publicado un estudio que relaciona a 22 enfermedades con el manejo inadecuado de los desechos Sólidos.

3. Clasificación de los Residuos Sólidos.

Residuo es “cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó” (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1988). En esta definición no se considera el estado

físico en el que se presenta el residuo, por lo que un residuo sólido será cualquier residuo que presente resistencia para fluir por sí mismo. En la literatura existen también muchas definiciones de residuos sólidos. A continuación, se citarán algunas de ellas.

- "Los desechos sólidos son todos los materiales que provienen de las actividades humanas y animales que son sólidos normalmente y se descartan como inútiles o no deseables".
- "Cualquier material sólido generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización o tratamiento, cuya calidad no permita incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó, es un desecho sólido" (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1984).
- "Los desechos sólidos provienen de las actividades humanas y son aquellos que tienen cierta resistencia a fluir y se descartan como inútiles o no deseables".
- "Dos o más cosas que juntas provocan asco, hedor, contaminación y enfermedad".

4. Efectos de los Residuos Sólidos en el Ambiente.

Para evitar los efectos indeseables de los residuos sólidos en la salud pública y en el medio ambiente, el manejo o gestión de los residuos sólidos puede definirse como "la disciplina asociada con el control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y disposición de residuos sólidos de una manera que sea acorde con los mejores principios de salud pública, economía, ingeniería, conservación, estética, y otras consideraciones ambientales". Cada uno de los seis elementos funcionales que forman el sistema de manejo de desechos sólidos está íntimamente relacionado con los otros.

La generación está considerada como la medida de la cantidad de residuos sólidos producida por unidad de fuente generadora, en un intervalo de tiempo, y es ésta la que norma a los cinco elementos siguientes.

El almacenamiento se refiere a todas las actividades asociadas al manejo de los desechos sólidos en la fuente de generación, hasta el momento en que se recolectan o se disponen.

El término recolección incluye no solo el reunir o recolectar los residuos sólidos procedentes de varias fuentes, sino también el llevarlos al lugar donde se vacía el contenido de los vehículos.

El elemento funcional de transferencia y transporte se refiere a los medios, instalaciones y dependencias empleados para efectuar el cambio de los desechos procedentes de vehículos recolectores relativamente pequeños, a vehículos de mayor capacidad, y trasladarlos a grandes distancias, ya sea a plantas de procesamiento o a sitios de disposición. El procesamiento de los residuos incluye todas las técnicas, equipo e instalaciones empleados para incrementar la eficiencia de otros elementos funcionales y recuperar materiales reciclables, productos de conversión, o energía de los residuos sólidos. La disposición final es el destino último de todos los desechos sólidos.

El campo, el manejo de los residuos sólidos incluye administración, financiamiento, legalización, planeación y funciones de ingeniería involucradas en todo el espectro de soluciones para los residuos sólidos introducidos en la comunidad por sus habitantes.

5. Definición de los Diferentes Tipos de Residuos

Primeramente, definiremos los diversos tipos de residuos que se generarán a lo largo del proyecto.

Residuos vegetales: Estos residuos serán producto del desmonte en las zonas destinadas a infraestructura y rutas de acceso.
Residuos sólidos urbanos: Residuos sólidos no peligrosos comunes provenientes de embalajes de alimentos ingeridos por los trabajadores y papelería de oficina.
Residuos pétreos: Material sobrante de la excavación para cimentación y escombro de construcción.
Residuos de manejo especial: Residuos que por haber estado en contacto con elementos contaminantes peligrosos o de atención especial deben considerarse también como de manejo especial. Contenedores y envases de combustibles y aceites; estopas y trapos impregnados con algún hidrocarburo, envases de pintura, etc.

OBJETIVOS

1. Evitar la dispersión de los residuos en la poligonal del predio de interés y área de influencia.
2. Evitar la contaminación del suelo y subsuelo.
3. Evitar la contaminación del agua subterránea.
4. Evitar la proliferación de fauna nociva.
5. Evitar la saturación de los sitios de disposición final.

ESTRATEGIAS

1. Establecer contenedores plásticos (botes de basura) en sitios estratégicos.
2. Concientizar a los trabajadores y visitantes de utilizar correctamente los botes de basura, enfatizando la separación de la misma (orgánicos, inorgánicos)
3. Prohibir la disposición de residuos directamente sobre el suelo.
4. Establecer un sitio de disposición temporal con suelo impermeable.
5. Establecer la recolección periódica de los residuos.
6. Trasladar los residuos hacia un sitio de disposición final fuera del sitio del proyecto.
7. Contar con personal de limpieza.
8. Fomentar la reducción de residuos utilizando aquellos con menor embalaje.
9. Fomentar la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos.
10. Fomentar la separación en la medida de lo posible los residuos reciclables tales como plásticos (PET), metálicos (aluminio) y vidrio.

6. Infraestructura para el Programa

La infraestructura necesaria para el cumplimiento del presente Programa deberá tener y cumplir las siguientes características con base en lo señalado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR.

Almacén de Residuos Peligrosos: en caso de requerirse (dado el volumen generado) este deberá ser una Caseta techada, con piso de concreto, diques de contención para derrames, fosa de retención, extintor y señalización de seguridad según la NOM-005-STPS.

Almacén de RSU y RME: en este caso los contenedores deberán estar cerrados con tapa hermética y rotulada por color para evitar vectores (moscas, roedores) y el esparcimiento por la fauna local (mapaches, aves).

A continuación se presenta la descripción del tipo y cantidad de contenedores necesarios por residuo y por etapa:

Preparación del sitio

Residuos vegetales: 5 contenedor plástico con tapa.

Residuos sólidos urbanos: 10 contendores plásticos grandes con tapa (5 para residuos orgánicos, 5 para residuos inorgánicos) que se encontrarán distribuidos en áreas estratégicas de concentración del personal. Almacén temporal de residuos sólidos urbanos ubicado cerca de la vialidad de acceso.

Construcción

Residuos sólidos urbanos: 10 contendores plásticos grandes con tapa (5 para residuos orgánicos, 5 para residuos inorgánicos) que se encontrarán distribuidos en áreas estratégicas de concentración del personal. Almacén temporal de residuos sólidos urbanos ubicado cerca de la vialidad de acceso.

Residuos de manejo especial: Almacén temporal de residuos de manejo especial, con tres espacios delimitados físicamente y rotulados según el tipo de residuo: escombro, metal, madera.

Residuos peligrosos: Almacén temporal de residuos peligrosos techado, con suelo impermeable en contenedores apropiados debidamente rotulados con tapa y usados únicamente con ese fin.

Operación y mantenimiento

Residuos vegetales: 2 contenedor plástico con tapa.

Residuos sólidos urbanos: 10 contendores plásticos grandes con tapa (5 para residuos orgánicos, 5 para residuos inorgánicos en cada nivel) que se encontrarán distribuidos en áreas estratégicas.

7. Residuos Generados durante las etapas del proyecto

Preparación del sitio

En esta etapa se generarán residuos sólidos urbanos y residuos vegetales. Las siguientes actividades podrán ser ejecutadas por personal del proyecto o por alguna empresa especializada y deberán ser supervisadas por el residente de obra, vigilando su correcta aplicación por parte de todo el personal implicado en la obra.

Residuos vegetales: Residuos producto del desmonte en el sitio del proyecto.

- Estos residuos serán trozados y de ser posible utilizados como mejoradores de suelo en otras áreas del predio.

Residuos sólidos urbanos: Orgánicos (restos de comida, jardinería) e inorgánicos reciclables (PET, cartón, aluminio, vidrio) generados por los trabajadores.

- Se deberá colocar bolsas de basura de rápida degradación en contenedores plásticos con tapa en sitios estratégicos definidos por el contratista de la obra.
- Recoger al término de la jornada de trabajo las bolsas de basura y disponerlas en el almacén temporal para su posterior traslado al sitio de disposición final.
- Cada segundo día trasladar los residuos acumulados en el almacén temporal a un sitio de disposición final.

Construcción

En esta etapa se generarán residuos sólidos urbanos propios de la presencia de trabajadores. Asimismo, la construcción generará residuos de manejo especial como escombro, madera y metales. Aunque la naturaleza del proyecto no contempla la generación de residuos peligrosos, se contará con un almacén con todas las especificaciones para contener estos residuos como medida de prevención ante posibles fugas de vehículos o plantas generadoras de luz, así como para disponer de estopas y brochas impregnadas de pintura. Las siguientes actividades podrán ser ejecutadas por personal del proyecto o por alguna empresa especializada y deberán ser supervisadas por el Residente de obra, vigilando su correcta aplicación por parte de todo el personal implicado en la obra.

Residuos vegetales: Residuos producto del desmonte en el sitio del proyecto.

- No se generará este tipo de residuo durante la etapa de construcción.

Residuos sólidos urbanos: Orgánicos (restos de comida, jardinería) e inorgánicos reciclables (PET, cartón, aluminio, vidrio) generados por los trabajadores.

- Se deberá colocar bolsas de basura en contenedores plásticos con tapa en sitios estratégicos definidos por el contratista de la obra.
- Recoger al término de la jornada de trabajo las bolsas de basura y disponerlas en el almacén temporal para su posterior traslado al sitio de disposición final.
- Cada segundo día trasladar los residuos acumulados en el almacén temporal al sitio de disposición final.

Residuos de manejo especial: Escombro, arena limpia, madera, concreto y chatarra ferrosa derivados de la obra.

- Los residuos deberán ser trasladados al almacén temporal al término de cada jornada, donde deberán clasificarse correctamente según su tipo (madera, metal, escombro) en áreas delimitadas físicamente.
- Se deberá contratar a una empresa autorizada para la recolección, transporte y disposición final de los residuos.

Residuos peligrosos: Envases de pinturas, solventes, aceites usados, estopas contaminadas, impermeabilizantes y baterías

- Deberán ser trasladados al almacén temporal en contenedores apropiados, debidamente rotulados.
- Deberá contratarse una empresa autorizada para su recolección, transporte y disposición final.

Operación y Mantenimiento

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento, las actividades del programa de residuos sólidos, queda bajo la responsabilidad de los habitantes de la vivienda y los departamentos confinar sus residuos y disponerlos para su recolección los días señalados por el sistema de recolección de basura del H. Ayuntamiento de Ucú o por alguna empresa particular.

Residuos sólidos urbanos

- Los contenedores en número y características previamente mencionadas estarán fijos cuando la y los departamentos sea ocupada y/o se realicen actividades propias de mantenimiento.
- Los habitantes podrán contratar una empresa para recolectar sus residuos sólidos.

- En cuanto a los trabajos de mantenimiento, será responsabilidad de los propietarios verificar que una vez finalizados los trabajos todos los residuos sean retirados del lugar y disponerlos apropiadamente.
- Se recomienda realizar una supervisión ambiental del proyecto en todas sus etapas, enfatizando las etapas de preparación y construcción con el objeto de tomar decisiones y ejecutar las acciones necesarias en casos no previstos por el presente documento.

8. Recolección, Transporte y Disposición Final

Los residuos generados en el proyecto Vivienda de Tipo Interés Social deberán ser transportados y dispuestos de la siguiente manera:

Residuos sólidos urbanos: estos serán recolectados por el servicio municipal de basura y su disposición será en el sitio de disposición de la localidad de Ucú, de acuerdo a lo dispuesto por la Autoridad Municipal o al Relleno Sanitario de la Ciudad de Mérida.

Residuos de Manejo Especial: estos residuos solo podrán ser retirados por empresas que cuenten con registros vigentes ante la SDS (Secretaría de Desarrollo Sustentable de Yucatán) y la SEMARNAT y su disposición será responsabilidad de dicha empresa.

Residuos Peligrosos: estos residuos solo podrán ser retirados por empresas que cuenten con registros vigentes ante la SDS (Secretaría de Desarrollo Sustentable de Yucatán) y la SEMARNAT y su disposición será responsabilidad de dicha empresa.

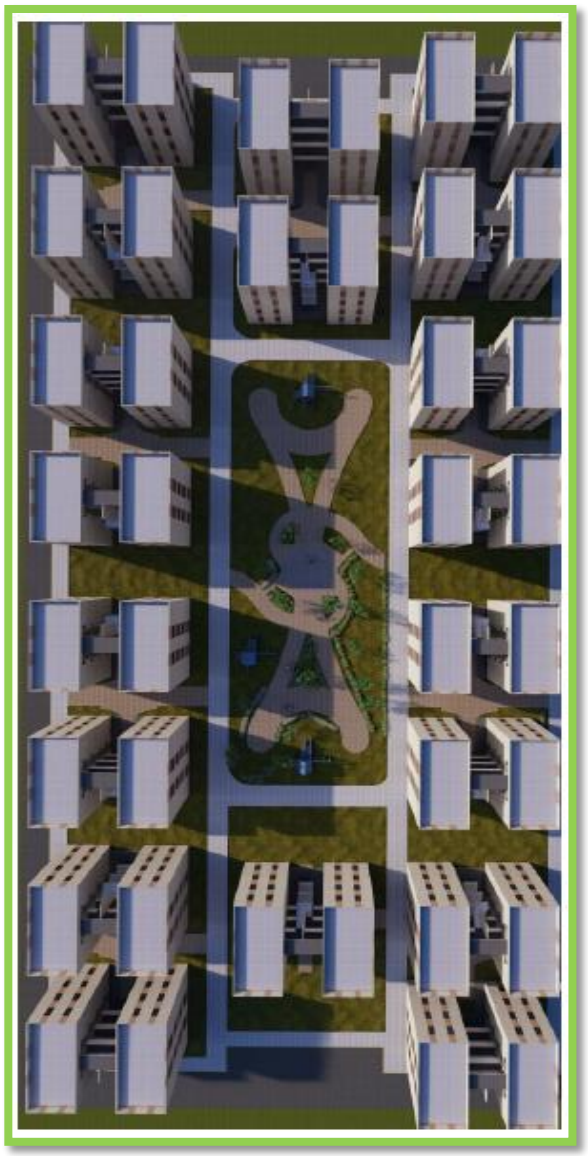
9. Observaciones Generales y Prohibiciones

- Queda estrictamente prohibido quemar o enterrar cualquier tipo de residuo en el predio.
- No se puede utilizar el escombro o material de desmonte para ganar terreno al mar, ciénagas o zonas de inundación.
- Ningún residuo líquido, cementante o base solvente puede ser vertido directamente en la arena o suelo kárstico.

10. Referencias

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
- Diagnostico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (2026) SEMARNAT.
- Guía Tecnológica para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. (SEDESOL)

Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación



“VIVIENDA DE TIPO INTERES SOCIAL”

1. Introducción. 3
2. Marco Teórico. 3
3. Normatividad Aplicable 4
4. Objetivo General. 4
5. Metas y Resultados Esperados 5
6. Metodología para Rescate 5
7. Conclusiones 9
8. Bibliografía 10

1. Introducción.

La vegetación de la Península de Yucatán ha sido descrita por Rzedowski (1978), Miranda (1958) y Flores y Espejel (1994). Entre la selva baja caducifolia y la selva alta perennifolia, hay asociaciones intermedias que se conocen como selva mediana, que pueden ser caducifolias o subperennifolias.

En general la altura y fisonomía son intermedias entre una y otra y también en lo relativo a la distribución espacial ocupando una franja intermedia entre el extremo seco del norte y el extremo húmedo al sur.

La vegetación presente en el sitio de estudio presenta un tipo de selva baja caducifolia en diversos estados de regeneración.

En este tipo de vegetación se presentan varias especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como endémicas; por tal motivo toda obra que se ejecute deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

Durante la caracterización de la vegetación de proyecto, se hallaron especies típicas de la selva baja caducifolia con presencia de algunas especies endémicas, por lo que se considera que la implementación del proyecto modificará de cierto modo la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.

2. Marco Teórico.

En Yucatán, la selva baja caducifolia se distribuye ampliamente en el estado, desarrollándose en zonas donde predominan los climas semisecos o subsecos y los cálidos subhúmedos.
Las especies del arbolado de esta selva son caducifolias y presentan alturas bajas, generalmente de 5 a 10 metros y muy eventualmente de hasta 15 metros o un poco más.
Las especies registradas con mayor frecuencia en esta comunidad son las siguientes: Bursera simaruba, Piscidia piscipula, Caesalpinia gaumeri, Lysiloma latisiliquum, Thouinia paucidentata, Pithecellobium albicans, Gymnopodium floribundum y Erythroxylum rotundifolium.
La formación de selva baja con sus 358,765.97 hectáreas, que representan 9.15 % de la superficie estatal y 11.59 % de la superficie forestal en la entidad; está conformada principalmente (69.81 %) por comunidades de selva baja caducifolia, en menor proporción (14.14 %) por comunidades de selva baja subperennifolia, por selva baja espinosa (12.63 %), y por selva baja subcaducifolia, la cual se distribuye sólo en 3.42 %.
Otras especies comunes en este tipo de vegetación son: Lonchocarpus xuul, Acacia gaumeri, Haematoxylum campechianum, Plumeria obtusa, Leucaena leucocephala, Guettarda elliptica, Jatropha gaumeri, Pithecellobium leucospermum, Gliricidia sepium, Apoplanesia paniculata, Malpighia emarginata, Diospyros cuneata, Parmentiera aculeata, Vitex gaumeri, Metopium brownei, Neea psychotrioides, Pithecellobium dulce, Avicennia germinans, Psidium guajava, Plumeria rubra, Colubrina arborescens, Alvaradoa amorphoides, Albizia tomentosa, Randia truncata, Bourreria pulchra, Hampea trilobata y Croton draco, entre muchas otras.

El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas, observándose la presencia de pastizales de gramíneas nativas, así como de especies inducidas.
El término endemismo se refiera a propio y exclusivo de determinadas localidades o regiones. Éste es un término utilizado en biología para indicar que la distribución de un taxón está limitada a un ámbito geográfico.
Endemismo se refiera a propio y exclusivo de determinadas localidades o regiones; este es un término utilizado en biología para indicar que la distribución de un taxón está limitada a un ámbito geográfico.
Las especies que pretenden rescatarse y reubicarse son endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán (PBPY; Lundell 1934, Barrera 1964, Rzedowski 1978, Morrone 2005), la cual se caracteriza por una combinación de factores geomorfológicos, climáticos, edáficos y una estructura característica de tipos de vegetación, biota animal y vegetal asociada a ellos.
Es importante mencionar que los límites de esta unidad biogeográfica cambian de un autor a otro en función de los criterios y organismos que se utilicen para su clasificación.
Por lo tanto, si bien son especies importantes, la ejecución del proyecto no pone en riesgo su permanencia en la región puesto que todas son de amplia distribución en la PBPY.

3. Normatividad Aplicable

El marco jurídico que regula las acciones de protección, conservación de la flora terrestre involucra instrumentos jurídicos de varios niveles, destacando entre otras:

- La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (D.O.F. 28 de enero de 1988) y Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (D.O.F. 13 de diciembre de 1996), los cuales marcan las facultades de la federación en la protección, conservación y recuperación de los recursos de vida silvestre y garantizan la participación de la sociedad en estas labores.
- Ley General de Vida Silvestre (D.O.F. 3 Julio de 2000). Establece la necesidad de la conservación y la posibilidad de aprovechamiento sustentable de especies terrestres.
- La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que determina las especies y subespecies de flora terrestre en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.

4. Objetivo General.

El programa de rescate y reubicación de vegetación silvestre tendrá como objetivo el establecimiento de criterios, especificaciones y procedimientos de carácter técnico para

contribuir al mantenimiento, conservación y protección de la diversidad de especies de plantas silvestres endémicas de importancia ecológica o catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por estatus internacional o de difícil regeneración.

Objetivos Específicos

- Plantear la justificación legal, técnica y ecológica de las especies consideradas como prioritarias sujetas a rescatar en el área del proyecto.
- Establecer e implementar la metodología adecuada (criterios, especificaciones y procedimientos) para realizar el rescate de las especies de flora silvestre en el sitio de afectación.
- Describir las acciones y actividades que implica la realización del rescate de especies de flora silvestre.
- Identificar las áreas dentro del predio, que serán enriquecidas con la reubicación de las especies rescatadas.
- Establecer el seguimiento y monitoreo de las áreas de enriquecimiento por un periodo mínimo de 5 años.
- Contribuir a la conservación de germoplasma de especies endémicas específicamente de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán.

5. Metas y Resultados Esperados

En el sitio del proyecto no se encontró ninguna especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, con este programa se pretende realizar el rescate y reubicación de las especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán, las cuales son:

Tabla 1. Especies propuestas a rescate.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*		árbol	endémica de la PBPY
Rhamnaceae	*Colubrina yucatanensis*	pimienta che'	Bejuco leñoso	endémica de la PBPY

El establecimiento del proyecto está contemplado para una superficie de 249,390.43 m2, cuyo periodo de ejecución será de 1 año y dado que el porcentaje de superficie destinado a área verde es del 34.69% (86,517 m2), los ejemplares que se ubiquen en el área a desmontar serán reubicados en las áreas verdes.

6. Metodología para Rescate

Previo al rescate de especies de flora silvestre por la(s) brigada(s) de campo asignada(s), es necesario que el responsable del campo apoyado por técnicos en identificación de especies, conozcan el plan de trabajo y lo transmitan al personal logísticos y de apoyo,

así como del avance por etapas para el desmonte y se realice el marcaje de las especies susceptibles de ser rescatadas.

Rescate de especies

Para evitar un impacto significativo en la zona, y contribuir a la recuperación de las especies endémicas, se procederá a realizar un programa de rescate y reubicación de las siguientes especies identificadas en el sitio del proyecto.

1. Previo al inicio del desmonte y despalme que conforman las primeras actividades del programa de cambio de uso de suelo, se realizarán una serie de transectos y recorridos por el predio ubicando individuos pertenecientes a dichas especies propensas a ser rescatadas.
2. Tomando en cuenta la extensión y ubicación del predio, se estableció el área de reubicación dentro de las áreas de conservación del proyecto (ver anexo plano del proyecto).
3. En dichas áreas se realizará una serie de pocetas acorde al número de plantas a reubicar, estas deberán estar ubicadas a una distancia mínima de 3 m una de otra y deberán tener una profundidad mínima de 50 cm y un ancho de 50 cm.
4. Para el rescate se realizarán una serie de excavaciones alrededor de la planta, estas deberán abarcar por lo menos unos 10 cm de radio a partir de la base de la planta, para poder extraerla de su sitio original.
5. Una vez rescatada la planta se procederá a su reubicación en las pocetas realizadas previamente en el área de reubicación antes mencionadas. Dichas pocetas deberán ser regadas previo a la reubicación y posterior a ella.
6. Dado la talla y dimensiones de los individuos a rescatados, su traslado al sitio de reubicación se realizará de manera manual y por ningún motivo deberán permanecer fuera de su sitio, más del tiempo necesario para su extracción y reubicación sin exceder las 24 horas entre una actividad y la siguiente.
7. Una vez finalizados los trabajos de reubicación, se llevarán a cabo las actividades de riego de los individuos.
8. Una vez concluidas las actividades de rescate, reubicación y riego se realizará un monitoreo para evaluar la supervivencia de los individuos rescatados y se generará un reporte de seguimiento y se presentará un reporte con los resultados bimestrales y uno final a los 6 meses.

Tabla 2. Cronograma de actividades.

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Excavación de pocetas						
Rescate						
Reubicación						
Riego						
Monitoreo						
Reporte de seguimiento						

Reubicación

Época de replante: la ejecución del programa de reubicación en general no estará sujeto a una época en especial, sino al acondicionamiento del área de replante y al avance que tenga el proyecto.
El proyecto cuenta con un 34.69 % de superficie para área verde en donde se reubicarán los ejemplares encontrados en las áreas destinadas a construcción. Se anexa plano de áreas verdes.



Figura 1. Plano general del proyecto (Ver planos anexos).

El momento más apropiado para el establecimiento de la plantación, es cuando existen las mejores condiciones de humedad en el suelo, lo cual coincide con la temporada de lluvias.
En la Península de Yucatán, la temporada de lluvias se presenta desde mediados de junio hasta finales de octubre, con un período de sequía, a finales de julio o principios de agosto, conocido comúnmente como "canícula".
Por tal motivo se recomienda iniciar la plantación en los meses de julio-agosto, pudiéndose también plantar y lograr una alta sobrevivencia en los meses de septiembre y octubre donde se obtienen los mejores resultados, debido a que en esta época se presenta lluvias abundantes (nortes o ciclones) y las condiciones ambientales presentan días nublados que permiten un mejor "prendimiento" de las plantas.
En caso de no ser posible la plantación en esos meses, se deberá tener especial cuidado en las condiciones de humedad al realizar.
Se recomienda plantar, si esto es posible, en días nublados, habiéndose humedecido la tierra dentro de la poceta, de tal manera que las raíces lleguen a un ambiente fresco.
Si se planta en días soleados debe cuidarse de humedecer las pocetas lo suficiente y realizar la plantación en las primeras horas de la mañana o de preferencia por la tarde.

Actividades de mantenimiento

Riego

El riego es una de las actividades más importantes ya que el agua además de ser el elemento fundamental de la constitución de los vegetales, es el medio a través del cual éstos obtienen del suelo los elementos necesarios para los procesos fisiológicos que regulan su desarrollo. Esta actividad se realizará diariamente durante la primera semana después del trasplante y cada tres días durante las siguientes 2 semanas.
El aporte de agua será vital para garantizar la sobrevivencia de los individuos reubicados, de ahí el hecho de remarcar la importancia de esta actividad.

Control de maleza

Las plantas en su fase inicial de crecimiento son altamente sensibles a la competencia de maleza, por lo que el control y combate de esta vegetación indeseable, son operaciones indispensables, hasta la etapa en la que la población alcanza el crecimiento suficiente en la que dominan a la vegetación espontánea, eliminando su competencia.
Es recomendable que se realicen tres limpias y cultivo al suelo por lo menos durante los dos primeros años, después del segundo año rara vez se hace necesario dar una limpieza, excepto en donde haya una excesiva competencia.
Además de los beneficios obtenidos como la mayor sobrevivencia y el mejor crecimiento de la población, las prácticas de limpieza y cultivo al suelo, ayudan a prevenir los riesgos de incendio y facilitan el control de algunas plagas como hormigas.
La maleza compite por espacio, nutrimentos y luz de forma muy eficiente, en algunos casos son portadoras y favorecen enfermedades entre las plantas. Para el control de las mismas se debe realizar su control de preferencia en forma manual, en este caso el manejo se realizará después de que las plantas utilizadas en la reforestación se encuentren aclimatadas totalmente.

Monitoreo de la reforestación

Para controlar la sobrevivencia, el estado sanitario y el vigor de los ejemplares establecidos en la plantación, será necesario un proceso de monitoreo y verificación de cada uno de ellos.
El monitoreo puede realizarse ya sea mensualmente o cada dos meses y tomar información de los individuos, destacando aquellos eventos en que existan ejemplares muertos o dañados, que deberán sustituirse. Se puede utilizar una pequeña ficha que contenga la información mínima necesaria para el seguimiento, por ejemplo:

- Especie
- Localización
- Fecha de plantación
- Número de individuos, vivos y muertos por especie.

Lo anterior se realizará para llevar un control de las plantas establecidas y darle seguimiento a su desarrollo y adaptación, para en caso necesario proceder a su replantación, ya que las diversas especies serán colocadas en áreas de aclimatación diferentes.
Al momento de la plantación se registrará el número de individuos de cada una de las especies establecidas y se dibujará un croquis de la distribución en el cual se dará seguimiento a la sobrevivencia y estado físico. Adicionalmente se marcará con un GPS el punto de plantación de cada una de las plantas esto con el fin de tener la ubicación correcta de cada ejemplar y eficiencia en el monitoreo de este.

Monitoreo de sobrevivencia

Se sugiere realizar un monitoreo después del establecimiento de la plantación; posteriormente se sugiere efectuar un monitoreo más, con intervalo de tres meses; durante los monitoreos se contabilizarán los individuos para obtener el índice de sobrevivencia de la plantación, que puede obtenerse mediante la siguiente fórmula (Krebs, 1989)

$$S.= \mu 2 / \mu 1 \times 100$$

Donde: S.= Porcentaje de individuos vivos en un periodo determinado
μ2 = Núm. Individuos vivos del segundo monitoreo
μ1= Núm. Individuos vivos del primer monitoreo*

7. Conclusiones

Se prevé una sobrevivencia estimada del 80 % de las plantas rescatadas y reubicadas en las actividades antes señaladas, debido a la capacidad de dichas especies para establecerse en condiciones adversas. De igual manera con los cuidados de mantenimiento se asegurará el desarrollo y permanencia del porcentaje antes mencionado.

8. Bibliografía

- 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.
- Castillo A., S. y Moreno-Casasola, P. 1998. Análisis de la flora de dunas del litoral atlántico. Acta Botánica Mexicana 45: 55-88.
- Chan Vermont, C., Rico-Gray, V. y Flores J. S. 2002. Guia ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense 19: 1-133.
- CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar humano. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Duran G., R. 1995. Diversidad florística de lo petenes de Campeche. Acta Botánica Mexicana 31: 73-84.
- Duran G. R., Dorantes E. A., Simá P. P. y Menéndez G.M. 2000. Manual de propagación de plantas nativas de la Península de Yucatán. Volumen II. CICY.
- Espejel, I. 1984. La vegetación de las dunas costeras de la península de Yucatán. Biotica 9 (2): 183-201.
-
- Flores, J. S. y I. Espejel. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. 3:1-135.
- Flores, J. S., Durán, R. y Ortiz, J. J. 2010. Comunidades vegetales terrestres: Durán, R., Méndez, M (Eds). Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma. 496 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. Apuntes de climatología. México, D.F.
- Pennington, T.D. y Sarukhán, J. 2005. Arboles tropicales de México. Manual para la Identificación de las principales especies. UNAM-Fondo de Cultura Económica. México. 523 pp.
-