MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO

2026

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

1.1. Nombre del proyecto

La presente Manifestación de Impacto Ambiental corresponde al proyecto denominado "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO"

1.1. Datos generales del promovente.

El proyecto lo promueve la persona moral denominada "3 ARRECIFES" S.A. DE C.V.

RFC: TAR240909N87

[redacted]

1.2. Datos del responsable o técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

Biólogo Cristopher de Jesús Albor Pinto.

[redacted]

1.3. Ubicación del proyecto

Entidad federativa: Yucatán

Municipio: Sinanché

Localidad: San Crisanto

Tablaje catastral: 5219

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



Imagen satelital del polígono.

1.4. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias

El proyecto denominado "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO" consiste en un desarrollo habitacional, conformado por un edificio vertical de 10 niveles. El proyecto se ubica en el tablaje catastral 5219, de la comisaría de San Crisanto del municipio de Sinanché, Yucatán, el cual cuenta con una superficie total de 5,057.52 m2. El entorno inmediato se caracteriza por insertarse en una franja costera con desarrollos habitacionales preexistentes de baja y alta densidad, clubes de playa y vialidades de acceso tipo camino de arena natural, tal y como se muestra en la siguiente imagen.



Para su delimitación espacial, el polígono general se localiza en la Zona 16Q, definido mediante las siguientes coordenadas UTM (Datum WGS84):

	V	Longitud (X)	Latitud (Y)
Coordenadas UTM del predio	1	275,551.93	2,362,784.09
	2	275,559.52	2,362,946.25
	3	275,527.45	2,362,945.44
	4	275,521.79	2,362,782.36
Superficie total del proyecto: 5,057.52 m²			

De las obras a ejecutar.

Previo al desarrollo del proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO", se realizó un análisis detallado del predio con la finalidad de delimitar con precisión las áreas que serán intervenidas y aquellas que permanecerán sin alteraciones significativas. Derivado de dicho análisis, se presenta el cuadro de superficies del proyecto, acompañado del plano arquitectónico correspondiente, en los cuales se

identifican las áreas destinadas a construcción, circulación y servicios, así como las áreasde conservación, que conservarán, en la medida de lo posible, sus características naturales y su función dentro del entorno costero.

El desglose de superficies permite visualizar de manera objetiva la relación entre las áreas destinadas a construcción y aquellas que conservarán condiciones permeables y de cobertura vegetal, evidenciando que la intervención se concentra en una proporción determinada del terreno. De esta manera, se mantiene una superficie destinada a áreas de conservación, en congruencia con los criterios de ordenamiento ecológico aplicables en la zona.

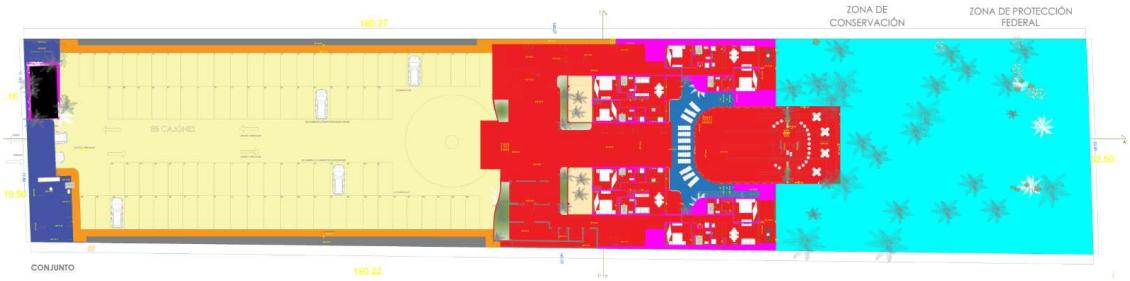


TABLA DE ÁREAS		
CONCEPTO	M2	%
TERRENO	5057.52	100.00
HUELLA EDIFICIO	1242.01	24.56
HUELLA BODEGAS	133.56	2.64
HUELLA ACCESO/CASETA	120.46	2.38
BANQUETA	191.39	3.78
TERRAZA DECK	94.86	1.88
ESTACIONAMIENTO (TERRENO NATURAL)	1701.79	33.65
TERRENO NATURAL	161.93	3.20
ÁREA DE CONSERVACIÓN	1411.52	27.91
TOTAL TECHADO	5057.52	100.00

A continuación, se describen de manera detallada las obras y actividades que se ejecutarán de forma secuencial por etapas para consolidar el proyecto:

Preparación del sitio

- **Limpieza del terreno:** Previo al inicio de las obras, se realizará la limpieza manual del predio con la finalidad de retirar los residuos sólidos urbanos existentes, tales como plásticos, vidrio, madera, alambres y escombros aislados. Los residuos recolectados serán separados de acuerdo con sus características y, posteriormente, transportados a un sitio autorizado para su disposición final, conforme a la normatividad ambiental aplicable.

- **Desmonte y despalme:** Esta actividad contempla la remoción de la cobertura vegetal estrictamente necesaria para el desplante. Se priorizará el deshierbe manual mediante herramientas tradicionales como coa y machete, así como el traslado de material en carretillas dentro del área de trabajo. Cuando sea explícitamente necesario para la nivelación del terreno, se utilizará maquinaria pesada. Dicha maquinaria operará de forma controlada y exclusiva dentro de los polígonos de intervención permanente y vías de acceso, respetando estrictamente las delimitaciones de las zonas de conservación para evitar la compactación del suelo costero. Los materiales pétreos generados podrán reutilizarse para la nivelación del sitio. Esta labor se ejecutará con extrema precaución para evitar impactos negativos en las áreas de conservación. Adicionalmente, se planifican visitas previas al sitio para identificar y señalizar físicamente los ejemplares de flora que deben ser respetados, reubicados o compensados, tomando las medidas de protección necesarias para garantizar que no sufran ningún daño durante el proceso.

Etapa de Construcción

El proyecto **"VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO"** consiste en la construcción de una edificación vertical de 10 niveles, en la cual se contempla el desarrollo de 52 unidades de vivienda, además de diversas amenidades destinadas a los usuarios del desarrollo.

Dichas obras que se desarrollarán dentro del predio con una superficie total de 5057.52 m2. El desarrollo contempla una huella de desplante general de 1,242.01 m2, lo que permite mantener el 27.91% del terreno como área de conservación.

La propuesta arquitectónica se organiza bajo un esquema de integración armónica con el entorno costero, priorizando los siguientes criterios de diseño:

- Mínima huella de ocupación del suelo.
- Conservación prioritaria de las áreas y la vegetación nativa.
- Transición fluida entre los espacios interiores y exteriores.

Los cincuenta y dos departamentos se organizan en cuatro tipologías principales que van desde estudios de una recámara hasta unidades de tres recámaras. La retícula estructural regula la distribución interior, optimizando circulaciones y servicios mientras garantiza flexibilidad en las configuraciones espaciales.

- UNIDAD TIPO A: se presentan construir 12 unidades tipo A, cada una con una superficie de 95.77 m2. La unidad cuenta con 2 recámaras, 2 baños completos, área de lavado, sala, comedor, cocina y terraza.

- UNIDAD TIPO A1: se presentan construir 2 unidades tipo A1, cada una con una superficie de 104.16 m2. La unidad cuenta con 2 recámaras, 2 baños completos, área de lavado, sala, comedor, cocina y terraza.
- UNIDAD TIPO A2: se presentan construir 2 unidades tipo A2, cada una con una superficie de 95.77 m2. La unidad cuenta con 2 recámaras, 2 baños completos, área de lavado, sala, comedor, cocina y terraza.
- UNIDAD TIPO A3: se presentan construir 2 unidades tipo A3, cada una con una superficie de 85.92 m2. La unidad cuenta con 2 recámaras, 2 baños completos, área de lavado, sala, comedor, cocina y terraza.
- UNIDAD TIPO B: se presentan construir 2 unidades tipo B, cada una con una superficie de 89.43m2. La unidad cuenta con 2 recámaras, 2 baños completos, área de lavado, sala, comedor, cocina y terraza.
- UNIDAD TIPO C: se presentan construir 14 unidades tipo C, cada una con una superficie de 111.10 m2. La unidad cuenta con 3 recámaras, 3 baños completos, área de lavado, sala, comedor, cocina y terraza.
- UNIDAD TIPO C1: se presentan construir 2 unidades tipo C1, cada una con una superficie de 111.10 m2. La unidad cuenta con 3 recámaras, 3 baños completos, área de lavado, sala, comedor, cocina y terraza.
- UNIDAD TIPO D: se presentan construir 16 unidades tipo D, cada una con una superficie de 58.06m2. La unidad cuenta con 1 recámara, 1.5 baños, área de lavado, sala, comedor, cocina y balcón.

Dichas unidades se organizan en los niveles de la siguiente manera:

• PLANTA BAJA: 4 departamentos: 2 unidades tipo A1 y 2 unidades tipo B.

• NIVEL 1: 6 departamentos: 2 unidades tipo A2, 2 unidades tipo D, y 2 unidades tipo C1.

• NIVEL 2 AL NIVEL 7: 6 departamentos: 2 unidades tipo A, 2 unidades tipo D, y 2 unidades tipo C. (Por nivel)

• NIVEL 8: 6 departamentos: 2 unidades tipo A3, 2 unidades tipo D, y 2 unidades tipo C.

• NIVEL 9: se presenta el rooftop con área de pergolado con bar/grill, área de mesas y sillas, baño de hombres, baño de mujeres, bodega, basura y circulaciones.

Trazo y nivelación: Una vez concluida la limpieza del sitio, se realizará el trazo y nivelación del terreno, estableciendo los ejes de referencia para la correcta ubicación de la construcción. Esta actividad incluirá la delimitación física del área de intervención, la colocación de bancos de nivel y el levantamiento topográfico necesario para garantizar que la obra se ejecute conforme al diseño arquitectónico autorizado.

Excavaciones y cimentación: En esta etapa se realizarán las excavaciones necesarias para el desplante de las edificaciones, de acuerdo con el diseño estructural del proyecto. El sistema constructivo estará compuesto por mampostería corrida y una estructura de muros de carga con elementos de concreto armado, lo cual permitirá transmitir adecuadamente las cargas de la estructura hacia el terreno natural de forma segura y estable.

Construcción de la estructura

Las edificaciones del proyecto se desarrollarán en **diez niveles**, integrados por **52 unidades departamentales**.

Obras temporales previstas

Durante la etapa de construcción se instalará una bodega temporal desmontable, elaborada con estructura ligera metálica y lámina galvanizada, destinada al resguardo de herramientas, equipo menor y materiales de construcción. Dicha estructura será de carácter provisional y permanecerá únicamente durante la fase constructiva. Su ubicación se confinará exclusivamente al área destinada al estacionamiento, conforme al plano del proyecto, con la finalidad de evitar afectaciones en las zonas propuestas como áreas verdes y de conservación. Asimismo, se habilitarán letrinas portátiles para el personal de obra, el cual será gestionado a través de un proveedor autorizado para su mantenimiento y retirado por completo al concluir los trabajos.

1.5. Indicar los tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Las obras y actividades que integran el proyecto **"VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO"** corresponden al ámbito de competencia federal de conformidad con lo establecido en el Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, quedando clasificado específicamente bajo el siguiente supuesto jurídico:

- **Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:**

- Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros...

Con base a los dispuesto anteriormente el proyecto consiste en la construcción y operación de desarrollos habitacionales (conformados por una edificación vertical de 10 niveles con sus respectivas obras complementarias y de servicio) a ejecutarse dentro de un predio ubicado en la comisaría de San Crisanto, municipio de Sinanché, Yucatán. Debido a su ubicación geográfica y a las características del terreno, las obras inciden de manera directa sobre un ecosistema costero.

Asimismo, se precisa que el proyecto notoriamente no se encuentra sujeto a ninguna de las excepciones previstas en la fracción debido a lo siguiente:

- Respecto al inciso a): El objeto principal del proyecto es habitacional y de servicios, no una obra con el propósito exclusivo de protección, embellecimiento u ornato mediante el uso de especies nativas.
- Respecto al inciso b): Las actividades a desarrollarse requieren de la ejecución de obras civiles permanentes (cimentación, estructuras y desplante), por lo que no se limita a actividades recreativas exentas de obra civil.
- Respecto al inciso c): No corresponde a la construcción de viviendas unifamiliares aisladas para comunidades asentadas originariamente en el ecosistema, sino a un conjunto multifamiliar de baja densidad.

Debido a que el proyecto se encuadra plenamente en el supuesto de la Fracción Q y no cumple con ninguna de las condiciones de exención antes descritas, en virtud de lo anterior, y con el propósito de dar estricto cumplimiento a la legislación ambiental vigente, se presenta ante esta Honorable Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental, aportando los elementos técnicos, cartográficos y científicos necesarios para acreditar la viabilidad del proyecto y garantizar la protección del ecosistema costero de la región.

1.6. Costos de inversión

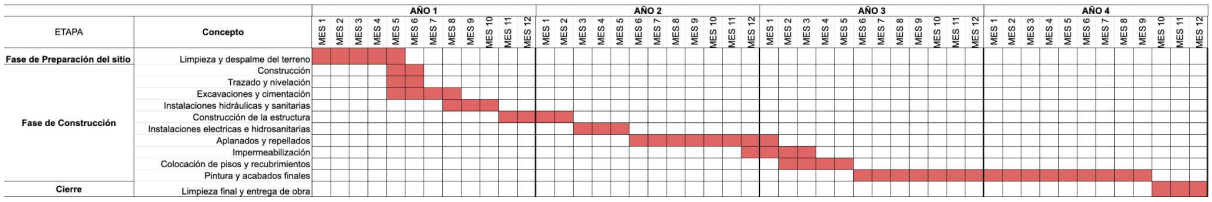
Para el desarrollo integral del proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO", se contempla un monto de inversión total estimada de $22,000,000.00 M.N. (Moneda Nacional). Cabe destacar que dentro de este presupuesto global se tiene contemplada la partida económica necesaria para el diseño, aplicación y ejecución de las diversas medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación ambiental derivadas del presente estudio, garantizando la viabilidad ecológica del proyecto en todas sus etapas.

1.7. Cronograma de actividades y obras

Una vez enumeradas y descritas las obras y actividades para el desarrollo de **"VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO"**, a continuación se establece el programa calendarizado que determina el orden secuencial y los tiempos estimados para la conclusión de cada una de las etapas. Asimismo, con base en dichos plazos de ejecución, se desglosa el costo e inversión total estimada para el proyecto.

Para la etapa de preparación del sitio y construcción, se proyecta una jornada laboral base bajo las siguientes condiciones operativas:

- **Jornada diaria:** 8 horas.
- **Semana laboral:** 6 días (de lunes a sábado).
- **Flexibilidad operativa:** Los plazos señalados pueden presentar variaciones debido a factores climáticos, logísticos o de fuerza mayor que obliguen a la interrupción temporal de las obras en la zona costera.



Con el propósito de facilitar una visualización detallada, el cronograma de obra en extenso (Diagrama de Gantt), ordenado de acuerdo con la distribución de tiempo y obras a realizar, se anexa formalmente al presente Manifiesto en formato digital (dispositivo de almacenamiento magnético/USB).

La fase de implementación y construcción del proyecto se proyecta que tome alrededor de 48 meses para su completa realización. Una vez operativo, la duración del proyecto dependerá en gran medida del mantenimiento continúo proporcionado por el propietario, estimándose una vida útil aproximada de 99 años.

1.8. TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

Tabla resumen de características del proyecto		
Concepto	**Preparación del sitio y construcción**	**Operación**
Consumo de energía eléctrica	Durante las principales fases del proyecto no se contempla el uso de energía eléctrica proveniente de la red	Durante la etapa operativa, el servicio de energía eléctrica será proporcionado por la

	de suministro comercial, ya que la maquinaria y los equipos requeridos para la ejecución de las obras operarán de manera autónoma mediante el uso de combustible. Asimismo, el personal técnico y operativo desarrollará sus actividades exclusivamente en horario diurno, aprovechando la iluminación natural, por lo que no será necesario contratar acometidas eléctricas provisionales ni instalar sistemas temporales de iluminación artificial. Por otra parte, no se almacenará combustible dentro del predio. El abastecimiento de la maquinaria y los equipos se realizará directamente en estaciones de servicio autorizadas cercanas al sitio del proyecto, y el combustible será transportado en recipientes y vehículos adecuados para tal fin, aplicando en todo momento las medidas de seguridad y manejo establecidas en la normatividad aplicable, con el propósito de prevenir derrames y cualquier afectación al	Comisión Federal de Electricidad (CFE), institución competente en la materia.

	suelo o al entorno ambiental.	
Consumo de agua	Respecto al suministro de agua para las etapas de preparación del sitio, construcción será abastecido externamente mediante la contratación de camiones cisterna (pipas) operados por empresas especializadas en la región. El agua recibida será almacenada temporalmente en contenedores herméticos (tambos o depósitos plásticos) distribuidos estratégicamente dentro del predio para su uso en dichas fases de obra.	Durante la fase de operación, el abastecimiento de agua potable se realizará mediante pozos autorizados, la cual suministrará el recurso a las unidades departamentales y demás áreas que integran el proyecto.
Emisiones de gases de efecto invernadero	Durante la etapa de construcción y las labores posteriores de mantenimiento se generarán emisiones a la atmósfera derivadas de la operación de la maquinaria, los equipos y los vehículos utilizados para el desarrollo del proyecto. No obstante, dichas emisiones serán de carácter temporal y puntual, limitándose exclusivamente a los períodos en que estos equipos se encuentren en funcionamiento. Las emisiones corresponden principalmente a los gases de combustión producidos por los motores de la maquinaria de construcción y de los vehículos destinados al transporte de personal, materiales y residuos, los cuales se dispersaron de manera natural en la atmósfera. Con el propósito de	

	minimizar cualquier afectación a la calidad del aire, el promovente implementará medidas preventivas consistentes en mantener toda la maquinaria y los equipos en óptimas condiciones de operación mediante un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, verificando que sus emisiones se mantengan dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-045-SEMARNAT-2017, aplicable a vehículos automotores que utilizan diésel. Asimismo, se supervisará que los vehículos destinados al transporte de personal, materiales e insumos, así como al acarreo de residuos, cumplan con las disposiciones establecidas en la NOM-041-SEMARNAT-2015, relativa a los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible. La aplicación de estas medidas permitirá reducir al mínimo las emisiones atmosféricas asociadas al proyecto, contribuyendo a la protección de la calidad del aire y evitando impactos ambientales significativos sobre este componente.
Generación de residuos - Peligrosos	Durante las fases de construcción no se prevé la generación de residuos peligrosos. En caso de generarse, se identificaran, clasificaran y dispondrán con estricto apego a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo Reglamento. Los residuos peligrosos generados serán almacenados temporalmente en un almacén específico y debidamente señalizado, el cual estará equipado con piso impermeable, techado, ventilación natural y sistemas

	de contención secundaria para evitar filtraciones al suelo. Asimismo, se llevará un registro interno mediante bitácoras de generación, se contará con las hojas de datos de seguridad visibles y se contratará exclusivamente a una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT para las etapas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final, asegurando en todo momento el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.
Generación de residuos - Manejo Especial	Durante la etapa de construcción y, en menor medida, durante la operación, se generarán residuos de manejo especial tales como remanentes de materiales de construcción (concreto, madera, acero, PVC y cartón industrializado) y escombros de obra. Estos residuos, si bien no poseen características de peligrosidad, requieren de una gestión diferenciada debido a su volumen, peso y propiedades físicas particulares. El manejo de estos residuos se realizará conforme a los lineamientos establecidos por el Gobierno del Estado de Yucatán y en estricta coordinación con las autoridades municipales competentes. Los materiales serán acopiados temporalmente en zonas específicamente designadas dentro del predio, clasificándolos por tipo para promover su reutilización o reciclaje cuando sea técnicamente viable. Para su retiro definitivo del sitio, se contratará a proveedores debidamente registrados ante la autoridad estatal, garantizando su traslado hacia centros de acopio autorizados, sitios de reciclaje o, en su defecto, a rellenos sanitarios que cuenten con la infraestructura adecuada para su disposición final.

Generación de residuos - Sólidos Urbanos	Durante las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación), se generarán residuos sólidos urbanos consistentes principalmente en desechos orgánicos e inorgánicos no peligrosos, tales como restos de alimentos, envases, papel, cartón y plásticos derivados de las actividades del personal técnico, operativo y, posteriormente, de los usuarios. Para su adecuado manejo, se dispondrá de contenedores diferenciados y debidamente rotulados por tipo de residuo (orgánico e inorgánico), promoviendo de manera activa la separación desde la fuente de generación. Estos residuos serán recolectados con una periodicidad que evite su acumulación o la atracción de fauna nociva, para posteriormente ser entregados al servicio de limpia municipal o a empresas particulares autorizadas para su traslado y disposición final en el sitio de confinamiento oficial. Asimismo, se implementarán pláticas de sensibilización ambiental para fomentar entre el personal y los ocupantes el uso responsable de materiales y la minimización en la generación de desechos, en estricta concordancia con el principio de reducción en la fuente y las buenas prácticas ambientales para el entorno costero.	
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del	Para el manejo de las aguas residuales durante las fases iniciales del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles de tipo, de acuerdo con las mejores prácticas en materia de salubridad e higiene industrial. Estas instalaciones	En la fase de operación, y con el propósito de dar estricto apego a los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021,

sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84	serán contratadas con una empresa especializada que se encargará del suministro, mantenimiento periódico, limpieza y desmantelamiento al término de su vida útil en la obra, así como de la recolección y disposición final adecuada de los residuos sanitarios generados, garantizando el estricto cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable para evitar cualquier infiltración residual en el subsuelo costero.	se contempla la instalación de un biodigestor MicroFAST 9.0 de BioMicrobics con capacidades para tratar un efluente de 34,000 L/día. Seleccionados de manera estratégica para atender la demanda de flujo doméstico del proyecto de forma eficiente y garantizar que el efluente tratado cumpla cabalmente con los parámetros de calidad vigentes exigidos por las autoridades ambientales.
Otros en su caso (ruido)	El ruido asociado a las actividades del proyecto provendrá principalmente de la operación de la maquinaria utilizada en las labores de desplante, del empleo de equipos mecánicos de elevación, así como del tránsito de vehículos y camiones encargados del transporte de insumos y materiales de construcción. Todas estas fuentes generadoras de presión acústica se	

	mantendrán estrictamente dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, la cual regula las emisiones de ruido provenientes de fuentes fijas, asegurando que las actividades de obra se ejecuten en horarios autorizados para minimizar cualquier perturbación a la fauna local y al entorno inmediato.	

Superficies generales del proyecto		
Concepto	**Superficie**	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del proyecto.	5,057.52 m2	
Superficie del desplante de construcción.	1,782.28 m2	
Superficie a intervenir sin construcciones	1,701.79 m2	
Superficie total de vegetación	**Existente**	**Por afectar**
	5,057.52 m2	1,782.28 m2

Superficie de vegetación forestal	0 m2	0 m2
Superficie por cada tipo de vegetación forestal		
Tipo de vegetación 1	Plantación de cocos nucifera	
Tipo de vegetación 2	N/A	
Tipo de vegetación n	N/A	
Superficie de incidencia en cuerpos de agua	Durante ninguna de las etapas del proyecto se prevé la intervención o incidencia directa sobre cuerpos de agua superficiales o costeros. Asimismo, a lo largo del ciclo de vida del desarrollo se implementará una gestión integral y estricta de los efluentes generados, garantizando el uso de infraestructura sanitaria estanca y certificada con el objetivo prioritario de prevenir infiltraciones y asegurar la protección absoluta del acuífero kárstico de la región.	
Superficie de incidencia en Zona Federal	La totalidad del polígono se ubica en la Zona Federal, al encontrarse en zona costera.	
Superficie de incidencia en ZOFEMAT	El predio no se encuentra en Zona Federal Marítimo Terrestre, encontrándose a una distancia de 24 metros del límite de este.	

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

A continuación, se presenta la identificación, revisión y análisis de los diversos instrumentos de planeación territorial y ambiental que regulan el uso del suelo y las actividades permitidas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto. Este tiene por objetivo garantizar que la propuesta se sujete a los marcos normativos con validez jurídica vigente, y establecer su correspondencia y congruencia con dichos instrumentos, a fin de acreditar su viabilidad legal, ambiental y territorial.

De conformidad con lo dispuesto en el Artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, los proyectos sujetos a evaluación deben vincularse con los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), los Programas de Desarrollo Urbano, las declaratorias de Áreas Naturales Protegidas, y demás leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas aplicables en los ámbitos federal, estatal y municipal. Esta vinculación permite situar el proyecto dentro del marco de planificación ambiental vigente, y demostrar su compatibilidad con las políticas públicas de uso del territorio, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Asimismo, mediante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental se establecerán las condiciones específicas a las que deberá sujetarse la ejecución de obras y actividades relacionadas con el proyecto, especialmente aquellas que pudieran generar efectos adversos al ambiente o rebasar los límites y condicionantes

establecidos por la normatividad aplicable. El objetivo de este procedimiento es prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos negativos que pudieran generarse, garantizando la protección, preservación y restauración de los ecosistemas.

El presente capítulo expone los resultados del análisis de los instrumentos de planeación vigentes con relación a desarrollos habitacionales, así como su correspondencia con los aspectos ambientales vinculados al manejo y aprovechamiento de los recursos naturales durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

2.1. Programas de Ordenamiento Ecológico.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.

El POETY, considera dentro de sus lineamientos, aspectos ambientales, sociales y económicos, así como la opinión pública para definir la zonificación del Estado, así como su uso más apropiado. Dicha zonificación dio como resultado la creación de Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) en las cuales se dividió el territorio del Estado. El proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO" se encuentra dentro de la UGA UGA010-APROV-SIN. A continuación, se presenta la tabla de usos y criterios de la aludida UGA.

UGA	UGA010-APROV-SIN	
Compatible: 1, 2, 6, 11, 13, 18, 19, 20	Condicionado: 17	Incompatible: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16
Uso vinculante: 6. Asentamiento humanos		

	Criterios generales	Vinculación
1.	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.	*El proyecto contempla la implementación de las medidas necesarias para dar cumplimiento a lo previsto en el presente numeral. En este sentido, se instalará un* ***biodigestor MicroFAST 9.0 de BioMicrobics con capacidades para tratar un efluente de 34,000 L/día****, la cual permitirá el tratamiento de las aguas residuales generadas durante la etapa de operación del proyecto. El sistema realizará el tratamiento de las aguas residuales mediante procesos físicos, biológicos y de degradación de la materia orgánica, con el propósito de obtener un efluente que cumpla con la normatividad aplicable. Posteriormente, el agua tratada será reutilizada para el riego de las áreas verdes y de reforestación del proyecto, favoreciendo el aprovechamiento eficiente del recurso hídrico y disminuyendo la demanda de agua para estos fines.*
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 tiene considerado implementar un programa de manejo integral de residuos, mismo que se encuentra anexo. Donde se especifica las maneras preventivas y de mitigación que se van a implementar en el proyecto para los residuos sólidos y líquidos. De igual manera también se incluyen el método que se va a llevar a cabo para su disposición final.*
3.	Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su	*El proyecto va a implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos. Tal y como se encuentra previsto, se reportará a*

	generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.	*la autoridad competente la generación de estos residuos y las estrategias para su manejo de conformidad con la normativa aplicable.*
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.	*El proyecto contempla el abastecimiento de agua mediante pozos de extracción de agua subterránea durante las distintas etapas de desarrollo. La construcción y operación de los pozos estará sujeta a la obtención previa de los permisos, concesiones y autorizaciones correspondientes ante las autoridades competentes, de conformidad con la normatividad aplicable en materia de aprovechamiento de aguas nacionales.* *Asimismo, previo a la ejecución de los pozos, se deberán realizar los estudios técnicos correspondientes que permitan determinar las condiciones del acuífero en el sitio del proyecto, incluyendo los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos subterráneos y el aforo de extracción.* *Lo anterior permitirá evaluar la factibilidad del aprovechamiento del recurso hídrico y establecer las condiciones de extracción necesarias para prevenir afectaciones a la disponibilidad y calidad del agua del acuífero, dando cumplimiento a las disposiciones establecidas en el presente criterio.*
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	*De conformidad a dicho criterio el proyecto no presenta oquedades.*

	reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas.	
	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.	*El área donde se desarrollará el proyecto no se encuentra identificada como una zona susceptible a hundimientos. Asimismo, de acuerdo con la información contenida en el Atlas de Riesgos correspondiente, el sitio del proyecto se localiza en una zona clasificada con* ***baja susceptibilidad a inundaciones****. Lo anterior fue corroborado mediante los recorridos de reconocimiento y los muestreos de campo realizados en el área del proyecto, durante los cuales no se identificaron evidencias de procesos de subsidencia, hundimientos o condiciones que representen un riesgo geológico para el desarrollo de las obras.*
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.	*Como parte del diseño del proyecto, se destinarán áreas de conservación. Estas áreas favorecerán la infiltración natural del agua pluvial al subsuelo, contribuyendo a mantener la permeabilidad del terreno y a reducir la generación de escurrimientos superficiales.*
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	*El proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO" se localiza dentro de una zona prevista para el aprovechamiento regulado, de conformidad con los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables. La vegetación predominante dentro del polígono del proyecto corresponde a vegetación de duna costera,*

	biológico.	*con indicios de perturbación previa.* *En atención al presente criterio, el diseño del proyecto contempla las siguientes acciones:* ● *La conservación de aproximadamente el 27.91 % de la superficie total del predio como área de conservación.* ● *La delimitación blanda de un área específica de conservación, en la que se mantendrá la vegetación existente que presenta mejores condiciones de conservación.* ● *La realización de un desmonte selectivo únicamente en la superficie estrictamente necesaria para la ejecución de la cimentación y de las obras complementarias.*
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 proyecto contempla la implementación de medidas mitigadoras para minimizar los impactos ambientales asociados a la obra o actividad propuesta. Se señalizarán las zonas de excavación mediante la utilización de varillas y lazos o cualquier otra herramienta que ayude a delimitar las áreas para no afectar áreas de conservación.*
9.	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente no forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.	*El proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO" se localiza dentro de una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) con política de aprovechamiento, de conformidad con los instrumentos de ordenamiento ecológico vigentes. De acuerdo con el análisis realizado en el presente estudio, el predio se ubica en un área destinada al crecimiento urbano*

		controlado de la zona costera. En particular, el proyecto se localiza dentro de la UGA010-APROV-SIN, cuya política ambiental corresponde al aprovechamiento, por lo que las obras y actividades propuestas son compatibles con los criterios, lineamientos y usos permitidos establecidos para dicha unidad de gestión ambiental.
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.	*Derivado del análisis realizado en el predio y su área inmediata de influencia, se determinó que dentro del polígono del proyecto no se identifican cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas ni humedales costeros que pudieran verse afectados por el desarrollo de las obras.* *Asimismo, el proyecto contempla medidas preventivas orientadas a evitar la alteración de la dinámica hídrica superficial y subterránea, así como procesos de desecación o sedimentación de cuerpos o sistemas asociados. Entre estas medidas se considera la conservación de áreas verdes y de conservación, las cuales favorecerán la infiltración natural del agua al subsuelo y contribuirán al mantenimiento de la permeabilidad del terreno. De igual manera, no se contempla la extracción directa de agua subterránea para el abastecimiento del proyecto, y las aguas residuales generadas durante la etapa de operación serán conducidas y manejadas mediante el sistema de tratamiento previsto, evitando su disposición directa sobre el terreno.*
11.	Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran	*No se contempla el aprovechamiento de agua salobre.*

	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.	
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.	*Durante la etapa de operación, el proyecto contará con un* ***biodigestor MicroFAST 9.0 de BioMicrobics con capacidades para tratar un efluente de 34,000 L/día****. Este sistema opera mediante un proceso biológico avanzado de lodos activados de crecimiento fijo, el cual se desarrolla en cuatro etapas principales integradas:* *- Zona de Asentamiento (Settling Zone): Las aguas residuales ingresan al sistema donde los sólidos sedimentables descienden al fondo del tanque y las grasas o espumas flotan hacia la superficie; asimismo, cuenta con un dispositivo de cribado/retención (SaniTEE®) para evitar que residuos sólidos gruesos ingresen al tanque de tratamiento.* *- Aireación (Aeration): Un soplador ubicado en la superficie introduce aire de manera continua hacia el tanque, generando una circulación robusta y una mezcla óptima de las aguas residuales oxigenadas a través de los medios de soporte.* *- Medios Sumergidos (Submerged Media): El núcleo del tratamiento consiste en módulos de medio plástico estructurado de alta superficie específica, completamente sumergidos y permanentemente aireados. Sobre estas superficies se desarrolla una*

		biopelícula autorregulada de microorganismos que descomponen la materia orgánica, los nutrientes y los patógenos presentes en el agua. *- Descarga (Discharge): El agua ya tratada sale del sistema de manera continua tras pasar por un bafle o pantalla deflectora integrada.* *Como resultado de este proceso biológico altamente eficiente, se obtiene un efluente de alta calidad que podrá ser reutilizado en el riego de las áreas verdes y de conservación del proyecto, promoviendo el manejo sustentable del recurso hídrico y disminuyendo la extracción de agua para estas actividades.*
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 de exposición. b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos. c) Preservar la cobertura vegetal natural y la	*Se realizó la consulta de los atlas de riesgos y peligros aplicables para la planeación del proyecto, concluyendo que el área de intervención se localiza en una zona con baja susceptibilidad a la mayoría de los riesgos identificados y con susceptibilidad media únicamente ante tormentas, por lo que no se prevé la ocurrencia de riesgos significativos que comprometan la viabilidad del proyecto. Asimismo, el predio se ubica dentro de una zona destinada al aprovechamiento regulado y al desarrollo habitacional de baja densidad, de conformidad con los instrumentos de ordenamiento ecológico vigentes, y se encuentra fuera de áreas identificadas como humedales, depresiones naturales, cavernas u otros sistemas kársticos de relevancia ambiental. Como parte de las medidas de conservación ambiental, el proyecto favorecerá la conectividad ecológica mediante la conservación de áreas naturales/áreas verdes y la implementación*

	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.	*de acciones que permitan el libre tránsito de la fauna silvestre. Adicionalmente, se implementará un programa de reforestación en las áreas destinadas a conservación, con el objetivo de mantener la cobertura vegetal, favorecer la infiltración natural del agua al subsuelo y contribuir a la conservación de las funciones ecológicas del sitio. Finalmente, el proyecto no contempla la construcción de nuevas vías de acceso distintas de las descritas y autorizadas en el presente documento, por lo que no se prevé la apertura de caminos adicionales ni la modificación de la infraestructura vial existente.*
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.	*En la etapa de operación se fomentará a los futuros usuarios el uso de sistemas ahorradores de agua, como llaves regaderas e inodoros de grado ecológico. Para así una posible incorporación de mecanismos de absorción pluvial (como pozos de absorción o zanjas de infiltración) en caso de que el diseño ejecutivo lo determine necesario, con el objetivo de dirigir el agua de lluvia hacia el subsuelo de manera controlada.*

No.	**Criterios del sector Asentamientos Humanos**	**Vinculación**
1.	Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos	*El proyecto presenta medidas para el correcto cumplimiento de los objetivos establecidos en el presente criterio*

	inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a: a) Minimizar la expansión urbana desordenada. b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero. c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales. d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos.	*a) La zona en donde está el predio cuenta con accesos existentes, presencia de otras viviendas habitacionales y clubes de playa por la zona, por lo que el proyecto no incita a la creación de nuevas vialidades ni ampliación de infraestructura urbana adicional. Asimismo el proyecto promueve un crecimiento urbano sostenible mediante técnicas de conservación y tecnologías de ahorro de recursos* *b) El proyecto contempla el aprovechamiento de agua subterránea mediante la implementación de pozos de extracción durante las distintas etapas de desarrollo. La construcción y operación de dichos pozos estará sujeta a la obtención de los permisos, concesiones y autorizaciones correspondientes ante las autoridades competentes, de conformidad con la normatividad aplicable. Asimismo, para el manejo y tratamiento de las aguas residuales generadas por el proyecto, se instalará un sistema de tratamiento de aguas residuales que permitirá la remoción de los contaminantes presentes en el agua residual, procurando que el efluente tratado cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la* ***NOM-001-SEMARNAT-2021****, previo a su disposición final. Con la implementación de estas medidas se contribuirá al manejo adecuado del recurso hídrico y a la prevención de posibles afectaciones a la calidad del agua subterránea y al acuífero de la región.* *c)El proyecto promueve el libre paso de fauna y la no fragmentación de ecosistemas.*

		d)Se tiene contemplado la creación e implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos el cual establece la separación, almacenamiento temporal y disposición final mediante servicios municipales o empresas autorizadas.
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 predio del proyecto se encuentra en una zona donde hay vacío urbano dentro de su entorno ya intervenido con uso habitacional, rodeado por predios cercanos con construcciones existentes y vialidades previamente establecidas, por lo que el proyecto no induce expansión urbana hacia áreas naturales no planificadas.*
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 implementación de una planta desalinizadora.*

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 ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.	*En la etapa de operación se fomentará a los futuros usuarios el uso de dispositivos ahorradores para temas de materia hídrica. De igual manera, se propone que en el área ajardinada se implementen especies de bajo requerimiento hídrico y que permitan la recarga del acuífero para el correcto cumplimiento de dicho criterio.*
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 encuentra en zona de humedales, por lo que la instalación del mismo no afectará dicho ecosistema.*
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.	*No se intervendrán dunas incipientes dentro del predio. El proyecto reconoce su valor ecosistémico y busca protegerlas de cualquier alteración física o funcional; para ello, se implementarán zonas de conservación dentro del predio destinadas a su preservación.*
7.	El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirán a instalaciones	*El proyecto colinda con la zona costera, por lo que el diseño arquitectónico y*

	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.	*estructural del proyecto incorpora las medidas necesarias para cumplir con los lineamientos de este criterio:* - *El proyecto se localiza detrás de la cara posterior del primer cordón de duna evitando en todo momento la ocupación de la corona o cresta de la misma.* - *No se contempla la realización de excavaciones masivas ni cimentaciones que interfieran con la dinámica dunar o que actúen como barreras físicas al drenaje natural* - *Se destinarán áreas de conservación dentro del predio, priorizando la permanencia de la vegetación nativa.* - *El proyecto no contempla la construcción sobre dunas que forman barreras o que interrumpan el drenaje natural, evitando así incrementar la vulnerabilidad a inundaciones costeras.*
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	*En concordancia a este criterio, el proyecto implementará medidas preventivas orientadas a evitar afectaciones directas e indirectas al proceso de anidación y emergencia de crías:* *a) Se conservará la vegetación costera existente en las áreas no intervenidas del predio, evitando la introducción de especies exóticas invasoras que puedan alterar el hábitat dunar.* *b)No se realizará modificación del perfil natural de la playa ni del sistema dunar*

	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.	*frontal, permitiendo la dinámica natural de acumulación de arena y regeneración vegetal.* *c) No se colocarán estructuras, mobiliario fijo ni objetos permanentes sobre la franja de playa. En caso de existir objetos movibles en área colindante, estos serán retirados durante la temporada de anidación para evitar obstrucciones en dicho proceso.* *d) El diseño de iluminación exterior contemplará:* ● *Luminarias direccionales orientadas hacia el interior del predio.* ● *Uso de capuchas o mamparas para evitar dispersión lumínica hacia la playa.* ● *Focos de bajo voltaje y tonalidad cálida (amarilla o ámbar), reduciendo el espectro azul que desorienta a las tortugas.* *e)Durante la temporada de anidación y emergencia de crías se evitará cualquier emisión directa o reflejo de luz hacia la playa.* *f) El proyecto no contempla acceso vehicular hacia la playa ni circulación sobre la misma.* *g) Se establecerán medidas para evitar que animales domésticos perturben procesos de anidación o afecten nidadas y crías.* *h) Durante la etapa de operación, al tratarse de un desarrollo habitacional, los niveles de ruido serán propios de uso habitacional y no se prevé generación de*

	f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación. g) Vigilar que los animales domésticos no perturben o lastimen a 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 sólo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.	*emisiones sonoras que superen los límites normativos aplicables.* *i) En caso de detectarse un nido dentro del predio o zona colindante, se dará aviso inmediato a la autoridad ambiental competente o al programa de protección de tortugas marinas correspondiente, evitando cualquier intervención directa por personal no 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.	*La edificación permanente se localiza detrás de la cresta del sistema dunar, evitando la ocupación directa de la corona del primer cordón de la duna.* *La zona presenta consolidación parcial con edificaciones habitacionales y clubes existentes en predios colindantes, por lo que el proyecto se inserta dentro de un entorno previamente intervenido y no representa un nuevo frente de urbanización sobre dunas vírgenes.*
10.	Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos	*El proyecto no contempla la disposición final de los residuos, ya que se implementará un Programa de Manejo de*

	(arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.	*Residuos, el cual detalla las medidas de recolección y almacenamiento temporal respetando la sensibilidad del ecosistema costero.*
11	La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.	*El proyecto incorpora criterios de eficiencia energética desde su concepción arquitectónica y operativa, tales como la ventilación cruzada y los espacios abiertos, los cuales reducen la acumulación de calor en el interior de las cabañas. Adicionalmente, la presencia de vegetación alrededor de las edificaciones contribuye a mantener ambientes más frescos y confortables de manera natural.* *Durante la etapa operativa se fomentará el uso de diseño bioclimático a los ocupantes para reducir el consumo energético.*

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.	*La zona donde se localiza el predio cuenta con accesos públicos previamente establecidos que permiten el tránsito de la población hacia la franja costera. El proyecto se limita estrictamente a la superficie del predio y no invade, limita ni restringe áreas de uso público.*
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	*Derivado de la consulta del Atlas Nacional de Riesgos se realiza la siguiente vinculación:* *a) No se localiza en zonas identificadas como cauces activos, abanicos aluviales ni depósitos recientes asociados a corrientes superficiales. La región corresponde a planicie costera kárstica sin presencia de escurrimientos permanentes.* *b) El sitio no corresponde a rellenos artificiales en humedales ni barrancos, ni presenta condiciones de inestabilidad estructural, agrietamientos o susceptibilidad a asentamientos diferenciales por rellenos antrópicos.* *c) La topografía del predio es prácticamente plana, característica de la planicie costera yucateca, por lo que no existen taludes ni pendientes que generen riesgo de derrumbe, deslizamiento o movimientos de ladera.* *d) El proyecto incorpora medidas para reducir vulnerabilidad a inundaciones:*

	mareas. e) Áreas susceptibles a inundación. f) Bancos de materiales abandonados. g) Áreas elevadas que al ser deforestadas generan escurrimientos que agravan inundaciones en zonas bajas.	● *Elevación estructural sobre pilotes.* ● *Conservación del 27.91% del predio como superficie de conservación.* ● *No modificación sustancial del relieve natural.* ● *Propuesta de pozos de absorción de aguas lluvias a futuro.* *Estas acciones permiten el flujo natural del agua superficial y reducen acumulaciones.* *e) El predio no corresponde a banco de extracción ni presenta excavaciones abandonadas.* *f) El sitio no se encuentra en elevaciones significativas ni en cuencas que generan escurrimientos hacia zonas bajas.*

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

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) constituye un instrumento de política ambiental cuyo objetivo es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas dentro del territorio costero del estado, promoviendo la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Asimismo, este instrumento orienta el desarrollo territorial mediante criterios ambientales que permiten armonizar las actividades humanas con la conservación de los ecosistemas, favoreciendo la sustentabilidad a corto, mediano y largo plazo.

De acuerdo con el análisis realizado, el predio donde se pretende desarrollar el proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) SIN02-BAR_URB. Conforme a lo establecido en el POETCY, esta unidad presenta la clasificación "CRIREGECO: No compete a este ordenamiento", debido a que corresponde a un área urbana consolidada o destinada al desarrollo urbano, identificada con la terminación "URB".

En virtud de lo anterior, *las obras y actividades propuestas son compatibles con el uso y destino del suelo previsto para esta unidad de gestión ambiental, por lo que el desarrollo del proyecto no contraviene los criterios de ordenamiento ecológico aplicables.* Asimismo, considerando que el predio se localiza dentro de una zona con vocación urbana y previamente destinada al desarrollo habitacional, no se prevé la generación de impactos que ocasionen perturbaciones significativas a los ecosistemas presentes ni afectaciones relevantes a la flora y fauna del área.

2.2. Leyes.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

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 a rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger al ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las

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

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros.

Vinculación: El proyecto denominado "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO" consiste en la construcción de un desarrollo habitacional, el cual se ubicará en una zona regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY). De acuerdo con el análisis efectuado, el predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) SIN02-BAR_URB, correspondiente a una zona con vocación para el desarrollo urbano, por lo que las obras y actividades propuestas se sujetarán a los usos y criterios de regulación ecológica establecidos para dicha unidad.

En cumplimiento de lo dispuesto por el presente artículo y demás legislación ambiental aplicable, para la ejecución del proyecto resulta necesario obtener la autorización en materia de impacto ambiental. En este sentido, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, con la finalidad de someter el proyecto al análisis y evaluación de la autoridad ambiental competente y, en su caso, obtener la autorización respectiva.

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.

Si después de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor a 10 días, les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones en términos de los dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las Manifestaciones de Impacto Ambiental, y los Estudios de Riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

Vinculación: Este documento se presenta con el propósito de someterse a una revisión detallada y obtener la aprobación de Manifestación de Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En él se identifican los posibles impactos ambientales que se pueden generar en el proyecto y a su vez se proponen las medidas preventivas y de mitigación, y se establecen los programas de acciones necesarios, con lo que el promovente asume la responsabilidad de su implementación y de los efectos ambientales que puedan generarse.

ARTÍCULO 32.- En el caso de que un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico del territorio incluyan obras o actividades de las señaladas en el artículo 28 de esta ley, las autoridades competentes de los Estados, el Distrito Federal o los Municipios, podrán presentar dichos planes o programas a la Secretaría, con el propósito de que ésta emita la autorización que en materia de

impacto ambiental corresponda, respecto del conjunto de obras o actividades que se prevean realizar en un área determinada, en los términos previstos en el artículo 31 de esta ley.

Vinculación: El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra sujeto a las disposiciones establecidas por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), así como por la normatividad ambiental federal aplicable. En el presente apartado se expone la vinculación del proyecto con dichos instrumentos, demostrando el cumplimiento de los criterios, lineamientos y disposiciones que regulan las obras y actividades propuestas.

ARTÍCULO 35 BIS 1: Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes 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.

Vinculación: Se adjunta una carta de protesta de veracidad emitida por la persona responsable de llevar a cabo el servicio de evaluación de impacto ambiental.

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

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

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

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

IV. El combate al tráfico o aprobación ilegal de especies.

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

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

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

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

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

X. El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habitan.

Vinculación: El presente documento se somete a evaluación para obtener la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente para el proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO". En este contexto, se realiza un análisis integral del proyecto con el propósito de identificar, prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los posibles impactos

ambientales derivados de su ejecución. Como parte del diseño del proyecto, se contemplan áreas específicas destinadas a la conservación y preservación del entorno natural, favoreciendo el mantenimiento de la cobertura vegetal y la conectividad ecológica, con el objetivo de reducir la fragmentación del ecosistema y facilitar el libre tránsito de la fauna silvestre. Asimismo, previo al inicio de las obras se impartirán pláticas de inducción y concientización al personal técnico y operativo sobre buenas prácticas ambientales, enfatizando la importancia de proteger la flora y fauna presentes dentro del polígono del proyecto y en sus áreas colindantes. Durante estas capacitaciones se instruirá al personal para evitar cualquier acción que pueda ocasionar perturbaciones, lesiones o afectaciones a los ejemplares de vida silvestre y a sus hábitats. Finalmente, durante la etapa de operación del proyecto se promoverá entre los residentes y usuarios la conservación del entorno natural mediante acciones de sensibilización orientadas al cuidado y protección de las especies de flora y fauna presentes en el predio y su zona de influencia, fomentando una convivencia responsable con el medio ambiente.

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 estos mantengan su integridad física y su capacidad productiva.
III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos.

IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;

V. En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas y ,

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

Vinculación: Considerando las disposiciones establecidas en los programas aplicables a la zona donde se ejecutará el proyecto, se determinó que el propósito de este, así como el uso actual y permitido del suelo, no presentan incompatibilidades. Aunado a lo anterior, mediante los estudios realizados se identificó que el predio ya presentaba cierto grado de perturbación previa. No obstante, se contempla la implementación de medidas orientadas a prevenir y/o disminuir los procesos de erosión del suelo dentro del área del proyecto. De igual manera de acuerdo a los ordenamientos el proyecto está destinado para zona de desarrollo urbano por lo que no se van a generar muchas perturbaciones a la zona ya que en las zonas colindantes al proyecto ya se presentan construcciones del mismo índole.

ARTÍCULO 110.- 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 y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Vinculación:Para el caso del proyecto ***"VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO"****, las emisiones a la atmósfera durante la etapa de construcción serán de carácter temporal y, en su mayoría, de origen móvil, debido a la operación de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados para la ejecución de las distintas actividades de la obra.*

Asimismo, se establece que la maquinaria, equipos y vehículos empleados deberán contar con el mantenimiento preventivo correspondiente y, en su caso, con las verificaciones aplicables, con la finalidad de mantenerlos en condiciones adecuadas de operación y minimizar la generación de emisiones atmosféricas. Los servicios de mantenimiento y reparación de la maquinaria y equipos se realizarán en talleres especializados externos al área del proyecto, evitando con ello la generación de residuos, emisiones o posibles afectaciones asociadas a estas actividades dentro del predio.

ARTÍCULO 117: Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes criterios:

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: (continuar)

Vinculación: Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se contempla la instalación de letrinas portátiles para el manejo de las aguas residuales generadas por el personal. El mantenimiento, limpieza, transporte y disposición final de dichas aguas

residuales serán realizados por una empresa autorizada para la prestación de este servicio, garantizando su manejo conforme a la normatividad ambiental aplicable. Durante la etapa de operación, el proyecto contará con un ***biodigestor MicroFAST 9.0 de BioMicrobics con capacidades para tratar un efluente de 34,000 L/día****. Este sistema opera mediante un proceso biológico de biopelícula adherida en medios plásticos sumergidos y aireados de forma continua mediante un soplador superficial. El proceso comprende la retención de sólidos primarios, la mezcla y transferencia de oxígeno, la degradación de materia orgánica por microorganismos especializados y la salida del efluente a través de un bafle integrado. Como resultado, se obtiene un agua tratada de alta calidad apta para el riego de áreas verdes y de conservación, fomentando el uso eficiente del recurso hídrico. Una vez tratadas, las aguas residuales serán reutilizadas para el riego de las áreas verdes y de conservación del proyecto, promoviendo el uso eficiente del recurso hídrico y reduciendo la demanda de agua para estas actividades. Con la implementación de estas medidas, el proyecto garantiza un manejo adecuado de las aguas residuales durante todas sus etapas, contribuyendo a la protección del suelo, del acuífero y del entorno ambiental.*

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

Vinculación: En cumplimiento de lo establecido en el artículo 121, las aguas residuales generadas durante la etapa de operación del proyecto serán conducidas a un biodigestor MicroFAST 9.0 de BioMicrobics con capacidades para tratar un efluente de 34,000 L/día., el cual permitirá la reducción y remoción de contaminantes mediante un proceso

biológico especializado. Asimismo, el agua residual será sometida a tratamiento previo antes de cualquier posible descarga o infiltración. En caso de requerirse, estas se realizarán únicamente conforme a la normatividad ambiental aplicable y previa obtención de las autorizaciones o permisos correspondientes emitidos por la autoridad competente, garantizando un manejo adecuado de las aguas residuales y la protección del suelo, el subsuelo y los recursos hídricos.

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

I. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo.
II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición eficiente.

Vinculación: Como parte de las medidas de gestión ambiental previstas, se implementarán contenedores con tapa debidamente identificados dentro del sitio del proyecto para el adecuado manejo de los residuos generados. Asimismo, se establecerá la política de no realizar recarga de combustible dentro del área de trabajo, con el fin de prevenir derrames y posibles afectaciones al suelo y subsuelo.

De igual manera, se instalarán letrinas portátiles para evitar que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas en sitios no autorizados. Todas estas acciones se encontrarán alineadas con las directrices establecidas en el Programa Integral de Manejo de Residuos, garantizando una adecuada disposición y manejo de los desechos generados durante la

ejecución del proyecto.

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
IV. Riesgos y problemas de salud.

Vinculación: Para gestionar adecuadamente los residuos generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se implementarán contenedores de basura con tapa, debidamente etiquetados y colocados estratégicamente dentro del área de trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo y mantener un manejo adecuado de los desechos generados. Posteriormente, dichos residuos serán recolectados y trasladados al basurero municipal correspondiente o a sitios debidamente autorizados para su disposición final, garantizando una gestión responsable y conforme a la normatividad ambiental aplicable. Una vez que el proyecto entre en operación, los futuros ocupantes serán responsables de la correcta disposición final de los residuos que se generen, promoviendo en todo momento prácticas adecuadas de manejo y disposición de desechos.

ARTÍCULO 151: La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad

por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

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

Vinculación: El proyecto no contempla la generación de residuos peligrosos; no obstante, se han establecido procedimientos específicos para atender cualquier eventualidad en la que pudieran generarse este tipo de residuos. En dichos casos, se aplicarán las medidas necesarias para garantizar su manejo, almacenamiento temporal, traslado y disposición final de manera adecuada y conforme a la normatividad aplicable. Asimismo, se realizarán los avisos y trámites correspondientes ante la Secretaría o autoridad competente. Este enfoque preventivo y proactivo respalda el compromiso del proyecto con prácticas seguras y responsables en materia de gestión de residuos.

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 este 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.

Vinculación: Durante la etapa de construcción del proyecto ***"VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO"*** *se prevé la generación temporal de ruido y vibraciones derivadas de la operación de maquinaria, equipos y vehículos, así como de las actividades propias de la obra. Con la finalidad de prevenir y minimizar posibles afectaciones al ambiente y a la población circundante, se implementarán medidas preventivas y de control, entre las que se consideran el mantenimiento preventivo de la maquinaria, equipos y vehículos, la operación únicamente durante horarios diurnos y socialmente aceptables, así como la verificación de que los vehículos empleados cumplan con los parámetros de emisión sonora establecidos en la normatividad aplicable.*

Asimismo, se evitará la operación innecesaria de maquinaria y equipos, procurando mantenerlos en condiciones adecuadas de funcionamiento y realizar los servicios de mantenimiento y reparación en talleres especializados externos al área del proyecto. Estas medidas permitirán reducir la generación de ruido y vibraciones durante la ejecución de las obras y contribuirán al cumplimiento de los límites y disposiciones establecidos en la normatividad ambiental aplicable.

Ley de Aguas Nacionales

ARTÍCULO 14 BIS 5: Los principios que sustentan la política hídrica nacional son:

I. El agua es un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad y calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la Sociedad, así como prioridad y asunto de seguridad nacional.

Vinculación: Durante todas las etapas del proyecto, el abastecimiento de agua potable se realizará mediante pozos de agua, cuya extracción estará sujeta a los permisos, concesiones y autorizaciones correspondientes, de conformidad con la normatividad aplicable. El recurso será conducido y almacenado en instalaciones destinadas para tal fin, de acuerdo con las necesidades de cada etapa del proyecto.

Asimismo, con la finalidad de fomentar el uso eficiente y racional del recurso hídrico, se promoverá la implementación de dispositivos y sistemas ahorradores de agua en las unidades departamentales y áreas que integran el proyecto.

Aunado a lo anterior, para prevenir posibles afectaciones a la calidad del agua subterránea y contribuir a la protección del acuífero, el proyecto contempla la implementación de un ***biodigestor MicroFAST 9.0 de BioMicrobics con capacidades para tratar un efluente de 34,000 L/día.*** *El sistema permitirá el tratamiento de las aguas residuales generadas durante la etapa de operación mediante procesos biológicos, con el propósito de reducir la carga contaminante del efluente y asegurar que este cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental aplicable, previo a su disposición final.*

Con la implementación de estas medidas, el proyecto contribuirá al uso eficiente del recurso hídrico y a la prevención de posibles afectaciones a la calidad del agua y al acuífero, en congruencia con los principios establecidos en la fracción I del artículo 14 Bis 5.

ARTÍCULO 44: La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "La autoridad del agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.

Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillado de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento.

ARTÍCULO 45: Es competencia de las autoridades municipales, con el concurso de los gobiernos de los estados en los términos de esta Ley, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que se les hubieran asignado, incluyendo las residuales, desde el punto de su extracción o de su entrega por parte de "La Autoridad del Agua", hasta el sitio de su descarga a cuerpos receptores que sean bienes nacionales. La explotación, uso o aprovechamiento se podrá efectuar por dichas autoridades a través de sus entidades paraestatales o de concesiones en los términos de la Ley. En el reúso de aguas residuales, se deberán respetar los derechos de terceros relativos a los volúmenes de éstas que estén inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua.

Vinculación: *El proyecto contará con abastecimiento de agua potable mediante pozos de agua durante las distintas fases de desarrollo del proyecto. La extracción del recurso se realizará de conformidad con los permisos, concesiones y autorizaciones correspondientes, en cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de aprovechamiento de aguas*

nacionales. De igual manera, durante la etapa de operación, se promoverá la implementación de dispositivos y sistemas ahorradores de agua en las unidades departamentales y demás áreas que integran el proyecto, con el objetivo de fomentar el uso eficiente y racional del recurso hídrico. Aunado a lo anterior, y con la finalidad de contribuir a la protección del acuífero y prevenir posibles afectaciones a la calidad del agua subterránea, se implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales. Dicho sistema permitirá el tratamiento de las aguas residuales generadas por el proyecto, procurando que el efluente cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental aplicable antes de su disposición final, contribuyendo con ello a la preservación de la calidad del recurso hídrico y al cumplimiento del presente criterio.

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

Vinculación: El sitio donde se desarrollará el proyecto cuenta con sistema de alcantarillado; por lo tanto, se propone la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Mediante la implementación de este sistema, el proyecto asegura que el manejo y tratamiento de las aguas residuales se realizarán conforme al marco jurídico vigente, contribuyendo a minimizar riesgos de contaminación al acuífero costero y promoviendo un manejo ambientalmente responsable del recurso hídrico.

Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

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:

I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;

II. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

ARTÍCULO 20: La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

ARTÍCULO 26: Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias y en coordinación con la Federación, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 28: Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno expandido; así como los importadores y distribuidores de neumáticos usados, bajo los principios de valorización y responsabilidad compartida.

ARTÍCULO 99: Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

ARTÍCULO 100: La legislación que expidan las entidades federativas, en relación con la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos podrá contener las siguientes prohibiciones:

I. Verter residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable;

II. Incinerar residuos a cielo abierto, y

III. Abrir nuevos tiraderos a cielo abierto.

Vinculación: En cada una de las fases del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos y,

durante la etapa de construcción, también se producirán residuos de manejo especial, tales como excedentes de materiales de construcción y materiales pétreos. La clasificación, separación, almacenamiento temporal y disposición final de dichos residuos se realizará conforme a los criterios y disposiciones establecidos en la normatividad vigente. Durante la etapa de operación, los residuos generados corresponden principalmente a residuos sólidos urbanos, los cuales serán recolectados y dispuestos mediante el servicio municipal correspondiente o a través de empresas autorizadas, evitando en todo momento su vertimiento en la vía pública o en sitios no autorizados. Asimismo, para garantizar el manejo adecuado de los residuos en todas las etapas del proyecto, se elaborará e implementará un Programa Integral de Manejo de Residuos, en el cual se establecerán las medidas y procedimientos necesarios para su correcta gestión.

ARTÍCULO 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

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

Vinculación: El proyecto corresponde a un desarrollo habitacional, por lo que durante su etapa de operación no se realizarán procesos industriales ni actividades que generen residuos peligrosos de manera permanente. No obstante, durante la etapa de construcción podría

generarse una cantidad mínima de residuos peligrosos, principalmente asociada a la operación eventual de la maquinaria y los equipos. En cumplimiento de lo establecido en los artículos 40 y 42 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los residuos peligrosos que eventualmente se generen serán identificados, almacenados temporalmente en recipientes adecuados y entregados a empresas o gestores autorizados para su transporte, tratamiento y disposición final, de conformidad con la normatividad aplicable. Asimismo, se implementarán medidas de prevención y mitigación para evitar derrames o afectaciones al suelo, garantizando un manejo ambientalmente adecuado durante el desarrollo del proyecto.

Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.

ARTÍCULO 31.- El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia Federal, serán evaluadas por la Secretaría y sujeto a la autorización de ésta, con la participación de los municipios respectivos, en los términos de esta Ley y su Reglamento cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos.

ARTÍCULO 32.- Requieren de la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades:

- La construcción de conjuntos habitacionales, fraccionamientos y nuevos centros de población.

Vinculación: Se presenta el presente documento con la finalidad de realizar el trámite de autorización correspondiente, en virtud de que el proyecto generará impactos ambientales para los cuales se contemplan medidas de mitigación, manejo y protección del medio

ambiente.

ARTÍCULO 95.- Las emisiones contaminantes a la atmósfera tales como; humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica; no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales que se expidan y en las demás disposiciones locales aplicables en el Estado de Yucatán.

Vinculación: Se solicitará a la empresa arrendadora de la maquinaria y los equipos la documentación que acredite la realización de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, con la finalidad de verificar que estos se encuentren en óptimas condiciones de operación y cumplan con la normatividad ambiental aplicable.

Asimismo, durante el desarrollo del proyecto se procurará el estricto cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de emisiones a la atmósfera y ruido. De igual manera, las actividades constructivas se programarán preferentemente en horario diurno, con el propósito de minimizar las molestias a la población y reducir los impactos asociados a la operación de la maquinaria y los equipos.

Con esto el proyecto busca prevenir afectaciones al entorno, favorecer el cumplimiento de la normatividad vigente y minimizar los impactos ambientales derivados de la etapa de construcción.

ARTÍCULO 105.- Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad, tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y condiciones establecidas por el Poder Ejecutivo.

Vinculación: Como se mencionó anteriormente, se solicitará a la empresa arrendadora de maquinaria y vehículos, comprobantes de mantenimiento periódico.

ARTÍCULO 111.- La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación, conlleva la responsabilidad de su tratamiento previo a su uso, reúso o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normativa vigente.

Vinculación: Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se instalarán letrinas portátiles para uso de los trabajadores, cuyas aguas residuales serán manejadas, tratadas y dispuestas adecuadamente por la empresa prestadora del servicio. Para la etapa de operación, se propone la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales, los cuales permitirán el adecuado tratamiento de las aguas residuales generadas, favoreciendo su correcta disposición y el cumplimiento de las regulaciones ambientales aplicables.

2.3. Reglamentos.

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

2.3.1.1. En Materia de Impacto Ambiental

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

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles rompeoplas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas o arrecifes, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:

a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas.
b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil.
c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

Vinculación: Se presenta el presente documento, correspondiente a una Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de dar cumplimiento al inciso Q del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.

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

I. Regional
II. Particular

Vinculación: El proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO" presenta este documento en su modo particular.

2.3.1.2. En Materia de Prevención y Control de la contaminación de la Atmósfera

ARTÍCULO 28: Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Vinculación: El proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO" garantizará que los vehículos automotores utilizados durante todas las fases del proyecto se mantengan en óptimas condiciones de funcionamiento, con el fin de prevenir y minimizar emisiones atmosféricas, conforme a lo establecido en la normatividad aplicable. Lo anterior se logrará mediante la realización de mantenimiento preventivo y correctivo, así como verificaciones periódicas que aseguren que los vehículos cumplan con los estándares ambientales correspondientes.

Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán.

ARTÍCULO 13: Los conjuntos habitacionales, desarrollos inmobiliarios y fraccionamientos deberán tener acceso a los servicios de agua potable, drenaje sanitario, alcantarillado, electrificación y alumbrado público, de acuerdo con los proyectos autorizados por las autoridades competentes.

Vinculación: *El proyecto contará con los servicios básicos necesarios para su adecuada*

ejecución y operación. Se dispondrá de suministro de energía eléctrica por parte de la autoridad competente, así como de abastecimiento de agua potable mediante la implementación de pozos de agua, cuya construcción y aprovechamiento estarán sujetos a los permisos, concesiones y autorizaciones correspondientes, de conformidad con la normatividad aplicable. De esta manera, se garantizará la disponibilidad de los servicios esenciales requeridos para el adecuado funcionamiento del proyecto durante las distintas etapas de desarrollo.

ARTÍCULO 15: Las personas físicas o morales que lleven a cabo obras o actividades, establecidas en el artículo 32 de la Ley instrumentarán para la protección y conservación del medio ambiente, las siguientes medidas:

I. La vegetación no forestal derivada de la remoción de suelos en las actividades relacionadas con los conjuntos habitacionales y desarrollos inmobiliarios o actividades de otra índole, deberá ser triturada y dispuesta en los términos del artículo 207 de este Reglamento;

IV. Incorporar sistemas de generación de energía en sitio y de abastecimiento remoto con una capacidad de por lo menos 5% de la energía necesaria para iluminar áreas públicas y vialidades.

ARTÍCULO 134: Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permitidos, por tipo de contaminante o por fuente de contaminación, de conformidad con lo establecido en las Normas oficiales mexicanas aplicables.

ARTÍCULO 152: Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmosfera, emitidas por el escape de los vehículos automotores que circulen en el estado y que

utilicen gasolina, diésel biogás o gas licuado del petróleo como combustible, no deberán exceder los niveles máximos permitidos de emisiones, establecidos en las normas oficiales vigentes

ARTÍCULO 155: Los vehículos automotores que están registrados en el estado, deberán someterse obligatoriamente a verificación en las fechas que fije la secretaría en los programas que para el efecto publicará.

ARTÍCULO 195: Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas sépticas o algún tipo de sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.

ARTÍCULO 207: Para su conservación y aprovechamiento posterior los suelos que se produzcan con motivo de la remoción de la cubierta vegetal, serán dispuestos en los sitios que la Secretaría determine.

ARTÍCULO 209: En los proyectos para la realización de obras en el territorio del Estado, se deberá contemplar el establecimiento de las áreas verdes, cuyo objeto será el de cumplir con la función de generar oxígeno, mantener el clima de la zona y compensar la afectación del área por el desarrollo de la obra o actividad.

Vinculación: Durante la etapa de preparación del sitio, la vegetación que sea retirada será reincorporada al suelo del predio, siempre que sus características lo permitan, con el propósito de favorecer el reciclaje de materia orgánica y reducir la generación de residuos vegetales.

Asimismo, se promoverá el uso de materiales, equipos y accesorios que contribuyan a minimizar los impactos ambientales asociados al desarrollo del proyecto, informando dichas

disposiciones a la empresa constructora para su correcta implementación.

Todos los vehículos y la maquinaria utilizados durante las etapas de preparación del sitio y construcción deberán contar con la documentación vigente que acredite el cumplimiento de las verificaciones y mantenimientos aplicables, con la finalidad de reducir las emisiones contaminantes y garantizar su adecuado funcionamiento.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios portátiles, cuyo mantenimiento, limpieza y disposición de las aguas residuales estarán a cargo de una empresa autorizada para la prestación de este servicio.

Para la etapa de operación, las aguas residuales serán tratadas mediante un biodigestor ***MicroFAST 9.0 de BioMicrobics con capacidades para tratar un efluente de 34,000 L/día****. descrito en el presente documento. El agua tratada será reutilizada para el riego de las áreas verdes y de conservación del proyecto, garantizando un manejo adecuado de las aguas residuales y evitando afectaciones al suelo, al subsuelo y al acuífero.*

Finalmente, el diseño del proyecto contempla la delimitación de áreas de conservación y áreas verdes, con el objetivo de favorecer la infiltración natural del agua al subsuelo, mantener la permeabilidad del terreno y contribuir a la reforestación con vegetación nativa de la región.

2.4. **Normas Oficiales Mexicanas:**

En materia de Aguas Residuales.

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.

Vinculación: Durante las fases de preparación del sitio y construcción, se instalarán letrinas portátiles para uso de los trabajadores. Las aguas residuales sanitarias generadas serán recolectadas, manejadas y tratadas por la empresa proveedora del servicio, garantizando que no se ocasionen afectaciones al agua subterránea durante dichas etapas. Para la etapa de operación, se propone la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales, por medio de un biodigestor MicroFAST 9.0 de BioMicrobics con capacidades para tratar un efluente de 34,000 L/día, descrito en el presente documento, el cual permitirá el adecuado tratamiento de las aguas residuales generadas, favoreciendo su correcta disposición y contribuyendo a la protección del recurso hídrico.

En materia de Emisiones a la Atmósfera

NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-2006. Esta Norma establece los niveles máximos permisibles de capacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible y es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.

Vinculación: Las camionetas utilizadas durante la ejecución de la obra contarán con el certificado o tarjetón de verificación vehicular vigente que corresponda, con la finalidad de contribuir al control de las emisiones de gases contaminantes y dar cumplimiento a la normatividad aplicable. Si bien la presente Norma Oficial Mexicana no aplica de manera directa a la maquinaria empleada en las actividades de construcción, se verificará que esta reciba

mantenimiento preventivo y correctivo de forma periódica, procurando que opere en óptimas condiciones mecánicas. Asimismo, los camiones de volteo y la maquinaria utilizada durante el desarrollo de las obras serán objeto de revisiones periódicas para asegurar el adecuado funcionamiento de los sistemas de combustión y alimentación de combustible, con el propósito de prevenir fallas mecánicas y minimizar las emisiones de humo y opacidad generadas durante su operación.

En materia de Ruido.

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

Vinculación: Es importante mencionar que se dará cumplimiento, cuando menos, a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-STPS-1993, relativa a la determinación del nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo. Asimismo, se considera que los niveles de ruido generados durante las actividades del proyecto no rebasarán los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, correspondiente a los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, los cuales corresponden a 68 dB(A) en horario de 6:00 a 22:00 horas y 65 dB(A) en horario de 22:00 a 6:00 horas.

En materia de Recursos Naturales

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo.

Vinculación: En cumplimiento de lo dispuesto por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizaron recorridos de campo y la caracterización biológica del polígono del proyecto, mediante los cuales se identificó la presencia de ejemplares de fauna silvestres incluidos en esta norma.

En virtud de lo anterior, previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, se implementarán programas de rescate, reubicación y ahuyentamiento de los ejemplares que pudieran resultar afectados por las obras del proyecto. Los organismos rescatados serán reubicados preferentemente dentro del área de conservación del proyecto o, en su caso, en sitios con condiciones ambientales similares o más favorables para su supervivencia, procurando mantener la continuidad de sus poblaciones.

Todas estas actividades se llevarán a cabo conforme a los lineamientos y autorizaciones emitidos por la autoridad ambiental competente, así como en estricto apego a las medidas y condicionantes que ésta establezca para garantizar la protección y conservación de las especies registradas.

2.5. **Decretos de áreas naturales protegidas y; en su caso, sus planes de manejo, donde se identifiquen las obras y actividades permitidas en las zonas de restricción.**

No aplica.

2.6. **Decretos, programas y/o acuerdos de vedas forestales.**

No aplica

2.7. ***Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano***

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



Con base en el análisis geoespacial del área de estudio y la consulta de la información oficial disponible sobre población indígena, se identifica que el polígono del proyecto se localiza en las inmediaciones de la localidad de San Crisanto, sin que se observa superposición directa con territorios, tierras o áreas de uso colectivo de comunidades indígenas. Asimismo, el sitio de emplazamiento se encuentra en una zona costera que presenta un proceso de consolidación urbana y turística, caracterizada por la presencia de desarrollos habitacionales y turísticos, infraestructura de servicios y vialidades preexistentes. En este sentido, el proyecto se integrará a un entorno previamente intervenido y con dinámicas inmobiliarias y turísticas existentes. Derivado de las características actuales del sitio y de su contexto territorial, no se identifican elementos que permitan prever afectaciones directas sobre el patrimonio cultural o las dinámicas socioculturales de comunidades indígenas como consecuencia de la ejecución del proyecto. No obstante, durante las diferentes etapas del proyecto se deberán mantener medidas de prevención y manejo que permitan evitar posibles afectaciones indirectas al entorno social y cultural de la localidad.

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

El presente capítulo describe la región ecológica en la que se inserta el predio del proyecto, localizado en la franja litoral de la comisaría de San Crisanto, municipio de Sinanché, en la costa norte del estado de Yucatán. El predio ocupa una franja angosta de la barra arenosa que separa el Golfo de México de la ciénaga costera, entre la playa y la calle interior que corre en paralelo a la carretera costera Telchac Puerto a Dzilam de Bravo, en un entorno en el que coexisten la zona urbana de San Crisanto, viviendas vacacionales, matorral de duna costera, plantaciones de cocotero, salinas y los humedales y manglares de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

La caracterización integra la delimitación del Sistema Ambiental (SA) y del Área de Influencia (AI), el análisis de los instrumentos de ordenamiento ecológico y de las Áreas Naturales Protegidas del entorno, la descripción del medio abiótico (clima, precipitación, temperatura, fenómenos hidrometeorológicos extremos, fisiografía, geomorfología, geología, edafología e hidrología) y la caracterización de la vegetación y el uso del suelo, con base en la cartografía oficial disponible (INEGI, CONAGUA, CONANP, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán 2023), complementada con la interpretación de imágenes satelitales, sobrevuelos de dron y recorridos de campo efectuados en el predio y su entorno.

3.1 Delimitación y descripción del Sistema Ambiental y Área de Influencia

El Sistema Ambiental (SA) y el Área de Influencia (AI) se delimitaron mediante circunferencias geodésicas trazadas desde el centroide del polígono del Área del Proyecto (AP). El centroide de referencia se ubica en 21.353950° N y 89.164510° O (WGS84). El AI corresponde a un radio de 2 km, en el que se manifiestan los efectos directos del proyecto sobre su entorno inmediato (emisiones de ruido y polvo, tránsito de vehículos y personas, modificación de la cubierta vegetal y del paisaje de la duna); el SA corresponde a un radio de 4 km, en el que se expresan los efectos indirectos sobre la biodiversidad, la conectividad entre la playa, la duna y los humedales y los procesos ambientales del litoral.

El Área del Proyecto se localiza en la franja litoral de la comisaría de San Crisanto, municipio de Sinanché, Yucatán, en el extremo oriente de la zona urbana de la localidad, cuyo centro (casa comisarial, iglesia y parque principal) se encuentra a 0.7 km al poniente del predio. El lindero norte del polígono se ubica a 45 m de la línea de costa, de la que lo separa la playa arenosa, y su lindero sur colinda con la calle interior de arena que corre en paralelo a la costa; la carretera costera Telchac Puerto a Dzilam de Bravo pasa a 120 m al sur, y la carretera que comunica a San Crisanto con la cabecera municipal de Sinanché se desprende de ella a 0.7 km al poniente. Entre las localidades próximas destacan el puerto de Chabihau (4.9 km al oriente), Telchac Puerto (10.4 km al poniente) y Santa Clara (16.1 km al oriente). El puerto de Progreso se localiza a 52.4 km al poniente y la ciudad de Mérida a 64.1 km al suroeste.

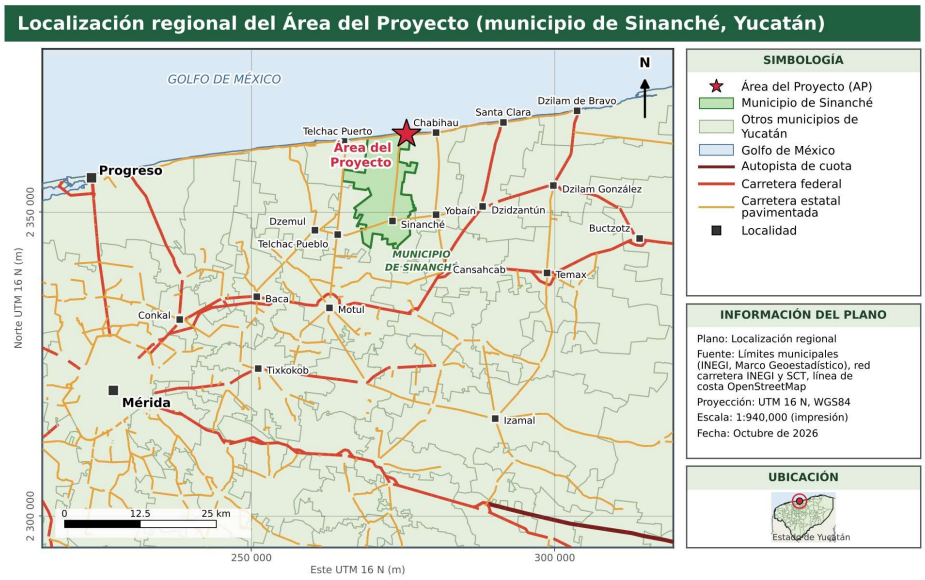


Figura 3.1. Localización regional del Área del Proyecto en el municipio de Sinanché, en la costa norte del estado de Yucatán.

El Área del Proyecto se inscribe en el municipio de Sinanché, cuyo límite con el municipio de Yobaín se localiza a 0.6 km al oriente del predio. Conforme al Marco Geoestadístico de INEGI, la porción terrestre del AI se distribuye entre Sinanché (442.31 ha, 66.60 %) y Yobaín (221.77 ha, 33.40 %), y la del SA entre Yobaín (1,372.96 ha, 53.48 %) y Sinanché (1,194.32 ha, 46.52 %). El SA abarca el tramo de la barra costera comprendido entre el oriente de la zona urbana de San Crisanto y las inmediaciones de Chabihau, la ciénaga y los manglares que se extienden al sur de la barra, las salinas y estanques de San Crisanto y, en su extremo sur, el borde de la planicie cárstica con vegetación secundaria de selva baja.



Figura 3.2. Delimitación del Área del Proyecto, del Área de Influencia (radio de 2 km) y del Sistema Ambiental (radio de 4 km) a partir del centroide del AP, sobre imagen satelital de la costa de San Crisanto.

El Área de Influencia (AI), delimitada con un radio de 2 km desde el centroide del AP, comprende el espacio próximo en el que se manifiestan las relaciones directas entre el proyecto y su entorno. En esta escala se reconocen la franja de playa y de duna costera, la porción oriente de la zona urbana de San Crisanto y las viviendas vacacionales que ocupan la barra, la carretera costera, las salinas y estanques artificiales, los blanquizales y la ciénaga con manglar, así como el puerto de abrigo del oriente. Por su parte, el Sistema Ambiental (SA), trazado con un radio de 4 km, integra una lectura territorial más amplia de los componentes litorales, la continuidad de la vegetación de duna a lo largo de la barra, la extensión de los humedales de la reserva estatal y el contacto con la planicie cárstica interior, cubierta por vegetación secundaria derivada de la selva baja.

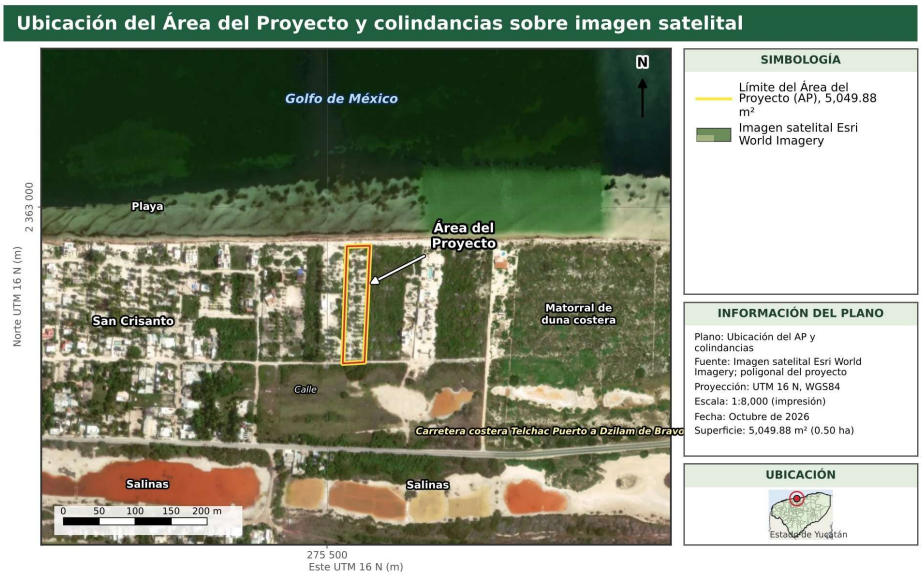


Figura 3.3. Ubicación del Área del Proyecto y colindancias sobre imagen satelital: matorral de duna costera al oriente, zona urbana de San Crisanto.

3.1.1 Perspectiva aérea del Área del Proyecto y su entorno

Los sobrevuelos de dron realizados sobre el predio y su entorno permiten apreciar la posición del Área del Proyecto en el frente costero de San Crisanto. El predio se identifica como una franja de arena blanca con cocoteros de distintas edades y manchones de arbustos de duna, que se extiende desde la playa, en primer plano, hasta la calle interior.

Al oriente colinda con un predio cubierto por matorral de duna costera denso y continuo, más allá del cual se aprecian viviendas, y un predio con cocoteros adultos.



Figura 3.4. Polígono del Área del Proyecto y vértices V1 a V4 sobre imagen satelital, con la playa al norte y la calle interior al sur.

Las vistas de mayor altura muestran el mosaico de usos que caracteriza a este tramo de la barra: lotes con cocoteros, matorral de duna en distintos grados de conservación, viviendas vacacionales y caminos de arena perpendiculares a la costa, delimitados al sur por la calle interior y la carretera costera. Este mosaico, articulado por la carretera costera y por la trama urbana de San Crisanto, define un sistema ambiental de transición entre la playa, la duna, los humedales de la ciénaga y los usos humanos de la localidad.



Figura 3.5. Perspectiva aérea del Área del Proyecto (polígono en blanco) desde el mar.



Figura 3.6. Perspectiva aérea del Área del Proyecto y de los predios colindantes.

3.2 Instrumentos de ordenamiento ecológico y Áreas Naturales Protegidas

Conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), el Área del Proyecto se ubica en su totalidad dentro de la Unidad de Gestión Ambiental SIN02-BAR_URB, correspondiente al paisaje de isla de barrera, con clase urbana y política de uso urbano, que comprende el asentamiento de San Crisanto y su frente costero.

Para esta unidad el programa establece que los criterios de regulación ecológica no competen a este ordenamiento, de modo que el uso del suelo se regula mediante los instrumentos de desarrollo urbano y la normatividad ambiental aplicable a la zona costera. En el entorno del predio convergen unidades de gestión con vocaciones contrastantes: hacia el sur, a 120 m del predio, se ubica la UGA SIN03-MAN_ANP, correspondiente a los manglares comprendidos en la Reserva Estatal, que junto con YOB07-MAN_ANP (manglar) y SIN04-SAB_ANP y YOB08-SAB_ANP (sabana), también dentro de la reserva, ocupan la mayor parte de la porción terrestre del AI y del SA; hacia el oriente, a 0.6 km, se ubica la unidad YOB01-BAR_AP1-R, de isla de barrera con política de aprovechamiento con restauración, y a 2.0 km la unidad portuaria YOB02-BAR_PORT, que corresponde al puerto de abrigo, y hacia el sur, a 2.0 km, la unidad SIN05-SEL_C3, de selva con política de conservación.

Tabla 3.1. Unidades de Gestión Ambiental del POETCY en la porción terrestre del Área de Influencia y del Sistema Ambiental.

UGA (POETCY)	Paisaje y política	AI (ha)	AI (%)	SA (ha)	SA (%)
SIN02-BAR_URB (contiene al AP)	Isla de barrera, urbana	89.80	13.52	125.36	4.88
SIN03-MAN_ANP	Manglar, ANP	331.42	49.91	643.71	25.06
YOB07-MAN_ANP	Manglar, ANP	181.66	27.36	528.95	20.59
YOB08-SAB_ANP	Sabana, ANP	7.45	1.12	728.67	28.37
SIN04-SAB_ANP	Sabana, ANP	21.08	3.17	172.86	6.73
YOB01-BAR_AP1-R	Isla de barrera, aprovechamiento con restauración	32.66	4.92	33.57	1.31
SIN05-SEL_C3	Selva, conservación	0.00	0.00	217.65	8.47
YOB03-BAR_AP1, SIN01-BAR_AP1 y YOB09-SEL_C3	Isla de barrera y selva, aprovechamiento y conservación	0.00	0.00	110.36	4.30

YOB02-BAR_PORT y YOB04-BAR_URB	Isla de barrera, portuaria y urbana	0.00	0.00	7.39	0.29
Total		664.07	100.00	2,568.52	100.00

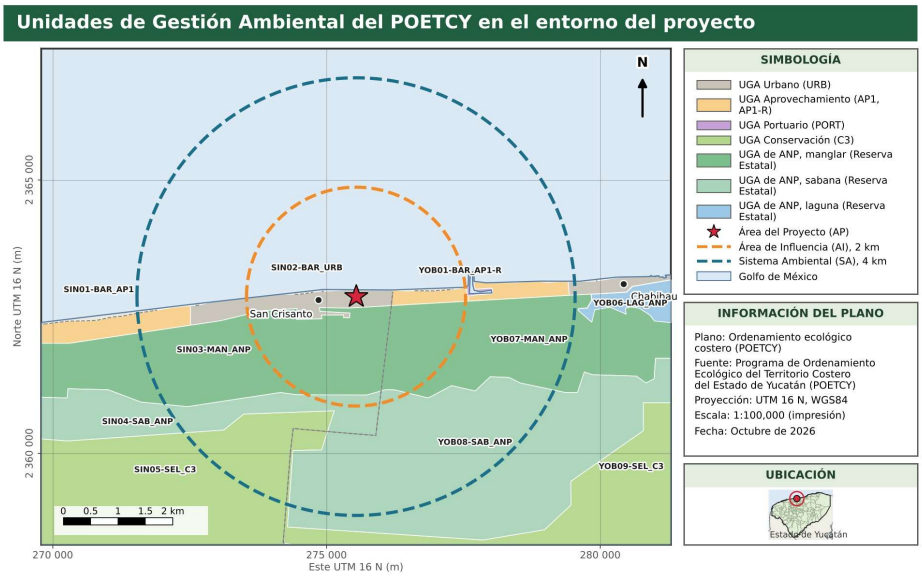


Figura 3.7. Unidades de Gestión Ambiental del POETCY en el entorno del proyecto; el AP se ubica en la UGA SIN02-BAR_URB, de isla de barrera y uso urbano.

De manera complementaria, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán 2023 (POETY 2023) ubica la totalidad del Área del Proyecto en la Unidad de Gestión Ambiental UGA010-APROV-SIN, con política de aprovechamiento sustentable y una superficie de 1.27 km², que comprende la franja costera urbanizada de San Crisanto.

El lineamiento de la unidad consiste en propiciar el aprovechamiento sustentable de su territorio para el desarrollo de las actividades compatibles y el establecimiento de asentamientos humanos de manera ordenada y en superficies que ya cuenten con los servicios básicos. En la UGA010-APROV-SIN se consideran compatibles los asentamientos humanos (AH), con los criterios de regulación ecológica C_AH 1 a 13.

En la porción terrestre del AI, la UGA010-APROV-SIN ocupa 89.73 ha (13.51 %), la UGA011-APROV-SIN, unidad de aprovechamiento sustentable que continúa la barra hacia el oriente, 32.66 ha (4.92 %), y la UGA107, correspondiente a la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, con política de protección, 541.69 ha (81.57 %). En la porción terrestre del SA, la UGA107 ocupa 2,074.27 ha (80.80 %), la UGA021-PRES-BAC, con política de preservación, 244.77 ha (9.53 %), en el extremo sur, y las unidades de aprovechamiento sustentable de la barra, UGA010, UGA011, UGA008 y UGA012, el 9.67 % restante. El predio se ubica, por tanto, en la estrecha franja de aprovechamiento de la barra costera, rodeada al sur por la unidad de protección de la reserva estatal.



Figura 3.8. Unidades de Gestión Ambiental del POETY 2023 en el entorno del proyecto; el AP se ubica en la UGA010-APROV-SIN, con política de aprovechamiento sustentable, colindante al sur con la UGA107 de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte.

El Área del Proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida de competencia federal, estatal o municipal. Sin embargo, la poligonal de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, que comprende las ciénagas, manglares, sabanas y petenes que se extienden al sur de la barra costera

entre Progreso y Dzilam de Bravo, se localiza a 120 m al sur del predio, al otro lado de la calle interior y de la carretera costera, y ocupa más del 80 % de la porción terrestre del AI y del SA. A mayor distancia se encuentran la Reserva Estatal de Dzilam, a 29.3 km al oriente, la Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes, a 45.2 km al sur, el Parque Nacional Dzibilchaltún, a 51.9 km al oeste suroeste, la Reserva Ecológica Cuxtal, a 65.3 km al suroeste, y la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, a 98.6 km al este noreste. La cercanía de la reserva estatal implica que cualquier intervención en el predio debe prevenir efectos indirectos sobre los humedales, en particular los derivados del manejo de aguas residuales, residuos sólidos, iluminación y tránsito de personas y vehículos hacia la ciénaga. El AP se ubica en la Unidad de Manejo Forestal Regional 3103.

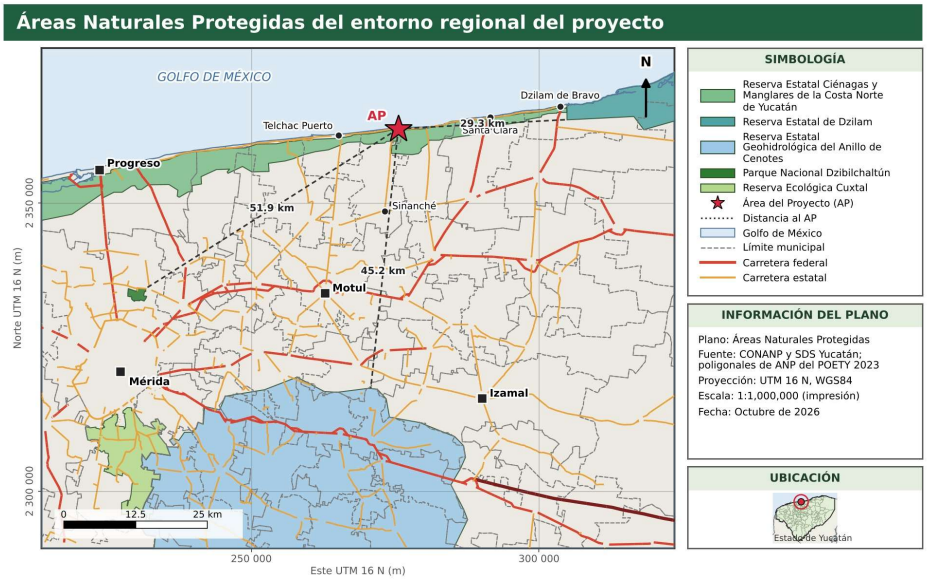


Figura 3.9. Áreas Naturales Protegidas del entorno regional del proyecto: Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, colindante al sur de la barra, y distancia del AP a las reservas estatales de Dzilam y del Anillo de Cenotes y al Parque Nacional Dzibilchaltún.

3.3 Caracterización del medio abiótico

La caracterización del medio abiótico se elaboró a partir de la cartografía temática oficial (INEGI, CONABIO, CONAGUA y el acervo cartográfico del estado de Yucatán), mediante la intersección del polígono del proyecto, del Área de Influencia y del Sistema Ambiental con las capas de clima, precipitación, temperatura, fenómenos hidrometeorológicos, fisiografía, geomorfología, geología, edafología, hidrología y humedales. Debido a que la escala de varias de estas cartas no resuelve con precisión la línea de costa, las superficies y porcentajes se expresan respecto de la porción terrestre cartografiada de cada unidad de análisis.

3.3.1 Clima

De acuerdo con la carta de tipos de clima del acervo cartográfico estatal, basada en la clasificación de Köppen modificada por García, la totalidad del Área del Proyecto y de la porción terrestre del Área de Influencia corresponde al tipo climático BSo(h') (x'), árido cálido, el más seco de los climas secos, con temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C, lluvias escasas repartidas en verano e invierno y porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 % del total anual. En la porción terrestre del SA este tipo ocupa 1,595.57 ha (62.19 %), sobre la barra costera y la ciénaga, mientras que el 37.81 % restante (970.00 ha), hacia el sur, corresponde al clima semiárido cálido BS1(h')w, con lluvias de verano, cuyo límite se localiza a 1.9 km al sur sureste del predio. La carta de rangos de humedad clasifica el AP y el 64.96 % del AI como áridos (BS0) y el resto del AI y el 62.66 % del SA como semiáridos (BS1), y la carta de regímenes pluviométricos clasifica la totalidad de la zona con régimen de lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal de 5.0 a 10.2 %.

En el contexto regional, la franja litoral del norte de Yucatán constituye la porción más seca del estado, como resultado de la escasa altitud del terreno, que no favorece el ascenso del aire húmedo, de la divergencia de los vientos alisios paralelos a la costa y de la influencia de la surgencia de aguas frías de la plataforma continental frente a la costa norte de la península. Hacia el interior se transita al clima cálido subhúmedo Awo, el más seco de los subhúmedos, cuyo límite se localiza a 11.2 km al sur sureste del predio, y a mayor distancia hacia el oriente a la variante Awo(x'), con mayor porcentaje de lluvia invernal. La aridez del litoral, con una temporada de secas prolongada de noviembre a mayo y la incidencia de nortes durante el invierno, es determinante para la estructura abierta y la composición xerófila y halófila de la vegetación de duna costera.

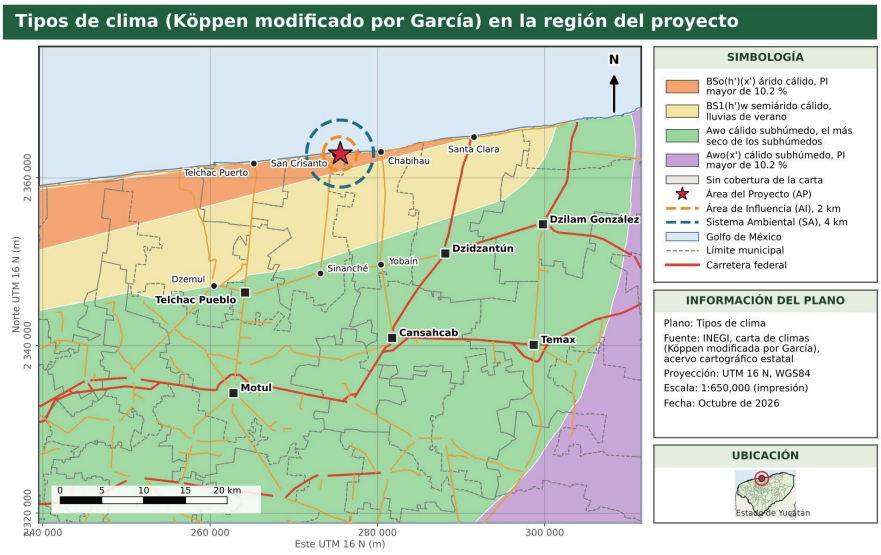


Figura 3.10. Tipos de clima (Köppen modificado por García) en la región del proyecto; el AP y el AI se ubican en el clima árido cálido BSo(h')(x') de la franja litoral, que hacia el interior transita a los climas semiárido BS1(h')w y cálido subhúmedo Awo.

3.3.2 Precipitación, temperatura y evaporación

Conforme a la carta de precipitación del acervo cartográfico estatal, la totalidad del Área del Proyecto y de la porción terrestre del AI y del SA se ubica en el rango de

600 a 700 mm de precipitación media anual; la isoyeta media anual de 600 mm pasa sobre la franja costera, a 15 m del predio, y la de 700 mm a 9.6 km al sur sureste, lo que refleja el gradiente de aumento de la lluvia hacia el interior de la península. La carta de precipitación media anual de INEGI a escala 1:4 000 000 sitúa el predio en el rango de 600 a 800 mm, que comprende el 58.96 % del AI y el 56.75 % del SA, en tanto que el resto, hacia el poniente y el norte, corresponde al rango de 400 a 600 mm; la carta de precipitación total anual sitúa la zona en el rango de 500 a 600 mm y la de precipitación anual más frecuente en el rango de 400 a 800 mm. Las isolíneas de precipitación máxima anual más próximas son de 1,100 a 1,200 mm (a 4.8 y 6.6 km del predio) y las de precipitación mínima anual de 200 mm (a 5.8 km), lo que evidencia la marcada variabilidad interanual de la lluvia en la costa, en la que los años con paso de ciclones tropicales pueden duplicar el promedio y los años secos reducirlo a una fracción. Las lluvias se concentran de junio a octubre, con una disminución relativa a mediados del verano (canícula), y la temporada seca se extiende de noviembre a mayo.

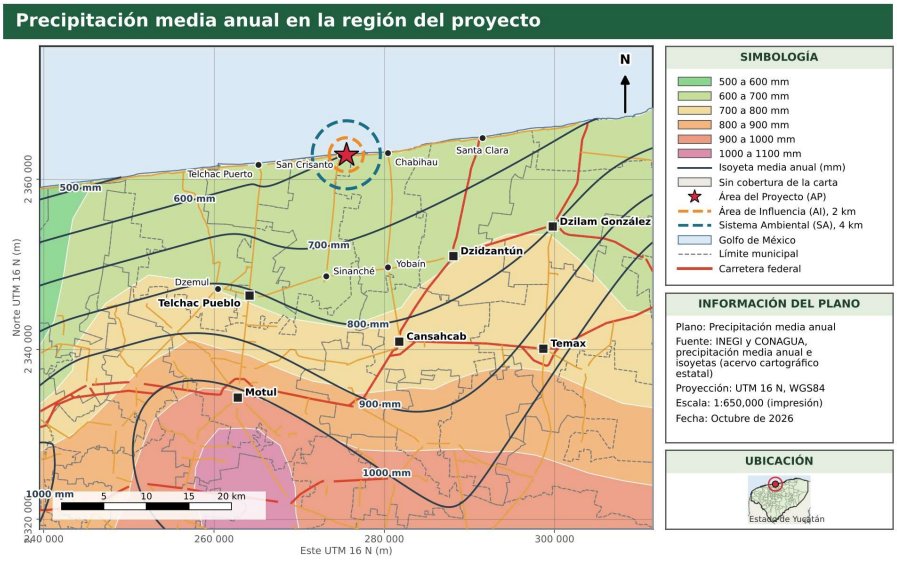


Figura 3.11. Precipitación media anual en la región del proyecto e isoyetas; el predio se ubica en el rango de 600 a 700 mm, sobre la isoyeta de 600 mm de la franja litoral.

La temperatura media anual es del orden de 25 a 26 °C, conforme a la isoterma media anual de 25 °C, que pasa a 2.0 km al oeste suroeste del predio. La temperatura máxima promedio corresponde al rango de 32 a 34 °C y la temperatura mínima promedio al de 16 a 18 °C en la totalidad del AP, del AI y del SA; las isolíneas de temperatura máxima y mínima más próximas, de 31 °C y de 20 °C, se localizan a 7.4 y 8.9 km del predio, respectivamente. La brisa marina modera las temperaturas máximas respecto del interior de la península, en tanto que la llegada de masas de aire polar durante los nortes, de noviembre a febrero, produce los descensos de temperatura más marcados. La evapotranspiración real anual corresponde al rango de 500 a 600 mm en el AP y en el 99.27 % del AI, y al de 600 a 700 mm en el 38.49 % del SA, hacia el sur; la evaporación media anual es del orden de 1,900 mm (isolínea a 0.8 km al sur sureste), casi tres veces la precipitación, lo que determina un balance hídrico deficitario durante la mayor parte del año. La insolación anual es de 2,600 a 3,000 horas y la insolación máxima mensual de 220 a 260 horas.

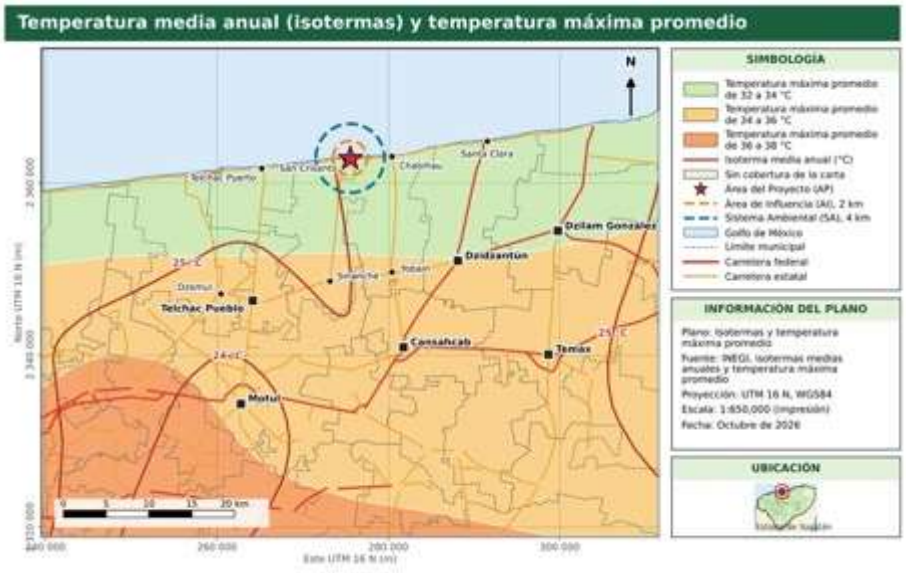


Figura 3.12. Isotermas medias anuales y rangos de temperatura máxima promedio en la región del proyecto; el predio se ubica en el rango de 32 a 34 °C de la franja litoral, próximo a la isoterma de 25 °C.

3.3.3 Fenómenos hidrometeorológicos extremos

La costa norte de la península de Yucatán es una de las regiones del país con mayor frecuencia de incidencia de ciclones tropicales. De acuerdo con las trayectorias históricas del acervo cartográfico estatal, el huracán Isidoro (2002), que tocó tierra en la costa de Telchac Puerto, cruzó a 1.9 km al noroeste del predio, y el huracán Opal (1995) se desplazó frente a la costa a 2.5 km al norte; a mayor distancia pasaron los huracanes Mitch (1998), a 21.6 km al sureste, Gilberto (1988), a 38.8 km al sur suroeste, Roxanne (1995), a 70.7 km al sur, y Gordon (2000), a 75.8 km al oriente. Isidoro produjo en la costa de Telchac, San Crisanto y Chabihau vientos huracanados, marea de tormenta, erosión de la playa y de la duna, destrucción de viviendas e inundación de la barra y de la ciénaga, por lo que constituye la referencia de diseño para cualquier obra en este tramo del litoral. Conforme a los atributos de la UGA010-APROV-SIN del POETY 2023, el 96.93 % de su superficie presenta riesgo por ciclones tropicales.

Durante el invierno, los frentes fríos (nortes) generan vientos intensos del norte y del noroeste, oleaje y sobreelevación del nivel del mar, que modelan la línea de costa, transportan arena hacia la duna y, en eventos intensos, provocan erosión de la playa y rebase del oleaje. A estos procesos se suma la llegada estacional de sargazo y restos vegetales a la playa, que se acumulan en la línea de marea frente al predio. La cartografía de sequías históricas registra los episodios de 1962 y 1968 sobre la zona del proyecto y el de 1944 a 6.8 km al sur, en congruencia con el carácter árido del clima litoral.

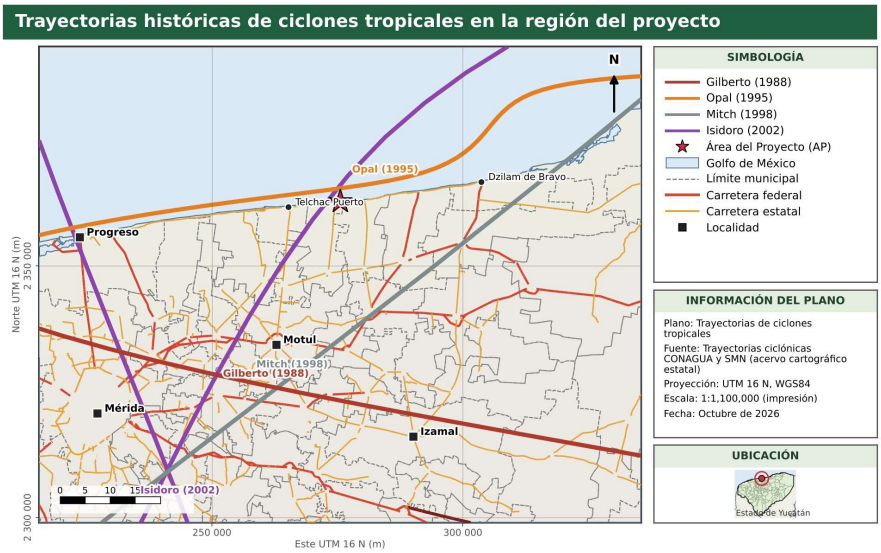


Figura 3.13. Trayectorias históricas de ciclones tropicales en la región del proyecto; el huracán Isidoro (2002) cruzó a 1.9 km del Área del Proyecto y el huracán Opal (1995) frente a la costa, a 2.5 km.

3.3.4 Fisiografía y geomorfología

El Sistema Ambiental se localiza en la provincia fisiográfica Karst Yucateco (Península de Yucatán), caracterizada por una plataforma calcárea de relieve plano y altitudes menores de 10 m en su porción costera. A escala regional, la carta geomorfológica del acervo estatal clasifica la totalidad de la porción terrestre del AP, del AI y del SA como planicies de acumulación marina y fluviomarina, de altitud menor de 10 m y edad cuaternaria (Holoceno); las planicies estructurales marginales a la costa, desarrolladas sobre calizas del Neógeno, se localizan a 4.8 km al sur del predio. La carta de relieve describe la barra y la ciénaga como una plataforma de formación lacustre y lagunar, que ocupa el 65.50 % del AI, y el resto del SA como una estructura de plataforma plana sin disección.

La carta geomorfológica de detalle ubica la totalidad del Área del Proyecto sobre la unidad de cordón litoral bien drenado del sistema de planicie marina, en contacto, hacia el norte, con la playa acumulativa. En la porción terrestre del AI, la planicie

fluviomarina de la ciénaga ocupa el 75.52 %, con blanquizales o superficies de acumulación temporal de material mineral (28.07 %), cuerpos de agua de acumulación permanente (26.13 %), superficies transformadas por las salinas y estanques (12.77 %), superficies de acumulación temporal con manglar (6.84 %) y deltas de marea (1.70 %); la planicie marina, integrada por el cordón litoral bien drenado (9.09 %), el cordón litoral inundable (5.45 %) y la playa acumulativa (1.66 %), ocupa el 16.19 %, y las superficies azonales de la mancha urbana y de los canales artificiales, el 8.29 %. En el SA, la planicie fluviomarina ocupa el 49.43 %, la planicie estructural kárstica del interior, con superficies de acumulación e inundación temporal y lomeríos kársticos de pendiente menor de 3°, el 39.41 %, y la planicie marina de la barra, el 8.53 %.

Esta configuración de playa, cordón litoral, ciénaga y planicie inundable es característica del litoral norte de Yucatán: la barra arenosa, de algunos cientos de metros de anchura, se formó por la acumulación de sedimentos calcáreos transportados por la deriva litoral, que en esta costa se dirige de oriente a poniente, y por el viento, y separa del mar a la ciénaga, una laguna costera somera que se comunica con el mar en forma intermitente. El relieve es prácticamente plano: la barra se eleva apenas unos metros sobre el nivel medio del mar, la ciénaga y los blanquizales se encuentran al nivel del mar o ligeramente por encima, y las curvas de nivel de 1, 2 y 3 m s.n.m. se localizan a 3.9, 4.3 y 4.9 km al sur suroeste del predio, en el borde de la planicie cárstica. La carta de tipos de litoral clasifica el frente costero del predio como litoral arenoso. Por su escasa anchura, el modelo digital de elevación de 15 m no resuelve el relieve de la barra, y la geometría de la duna se describe con base en los sobrevuelos de dron y los recorridos de campo.

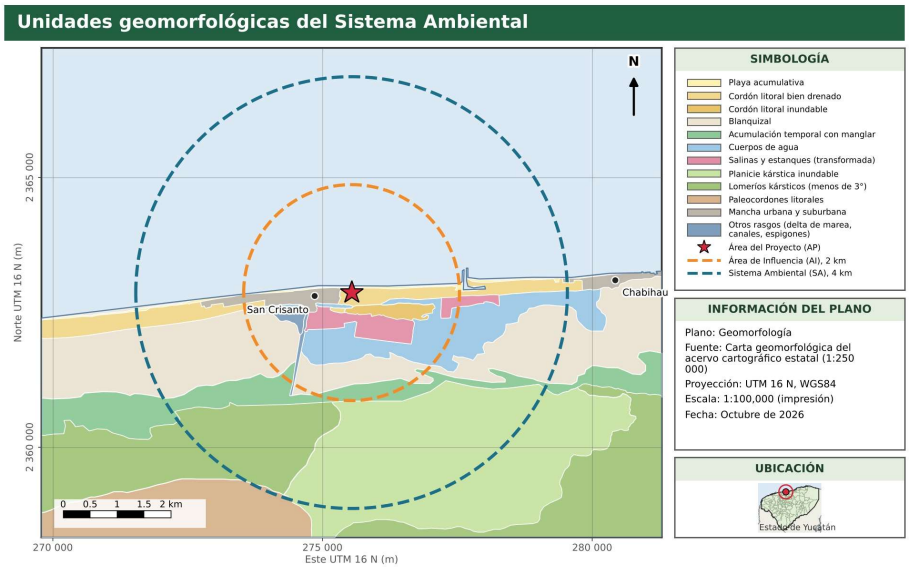


Figura 3.14. Unidades geomorfológicas del Sistema Ambiental; el AP se ubica sobre el cordón litoral bien drenado de la planicie marina, con la playa acumulativa al norte y la planicie fluviomarina de la ciénaga al sur.

3.3.5 Geología

De acuerdo con la carta de cronología geológica, la totalidad del Área del Proyecto y de la porción terrestre del Área de Influencia y del Sistema Ambiental se asienta sobre depósitos del Cuaternario reciente (Holoceno), constituidos por sedimentos calcáreos no consolidados de origen marino y litoral: arenas biogénicas formadas por fragmentos de conchas, corales y algas calcáreas, acumuladas por el oleaje y el viento en la barra, y sedimentos finos, limos y lodos calcáreos con materia orgánica en la ciénaga y los manglares. Las calizas coquinoides y calcarenitas del Cuaternario Pleistoceno afloran a partir de 8.0 km al sur del predio y las calizas del Terciario superior (Neógeno) a partir de 20.6 km al sur sureste. Desde el punto de vista hidrogeológico, la carta correspondiente describe la unidad como terrazas marinas, gravas, arenas y limos del Pleistoceno y reciente, con depósitos aluviales y lacustres, de permeabilidad media a alta generalizada, que favorece la infiltración directa del agua de lluvia y el intercambio entre el acuífero costero y el mar. No se registran

fallas ni fracturas cartografiadas dentro del SA; la más próxima se localiza a 31.9 km al sur suroeste, y la susceptibilidad a hundimientos de la UGA010 es nula conforme al POETY 2023.

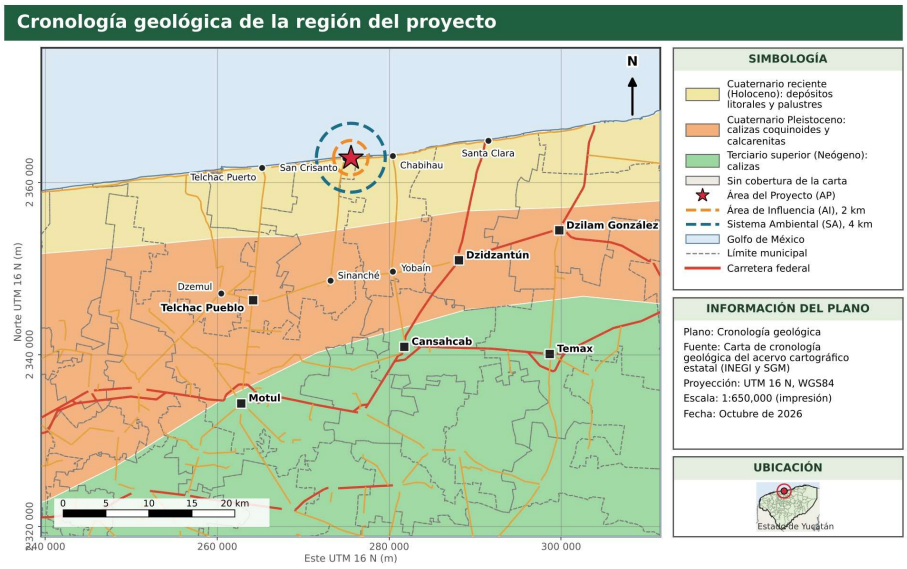


Figura 3.15. Cronología geológica de la región del proyecto; el AP y el SA se ubican sobre depósitos del Cuaternario reciente de la franja litoral, con el Pleistoceno y el Terciario superior hacia el interior.

3.3.6 Edafología

La carta edafológica del acervo cartográfico estatal, elaborada con la nomenclatura de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) y con cobertura completa de la franja costera, clasifica la totalidad del Área del Proyecto como Arenosol (AR), suelo de la llanura costera de bordos de playa con vegetación de dunas, selvas y plantaciones, según la carta morfoedafológica. Los Arenosoles son suelos arenosos, profundos, de color claro, con muy bajo contenido de materia orgánica y de arcilla, drenaje excesivo y escasa capacidad de retención de humedad y de nutrientes, formados sobre las arenas calcáreas de la barra; en el predio se manifiestan como un sustrato de arena blanca suelta, con acumulaciones locales de hojarasca y restos de frondas de palma bajo los arbustos. En la porción terrestre del AI dominan los

Solonchaks (SC, 37.71 %), suelos salinos de los blanquizales y de la llanura de inundación de la ciénaga, seguidos por los cuerpos de agua (26.13 %), los Arenosoles de la barra (23.52 %), la zona urbana y suburbana (7.19 %) y la asociación de Solonchak y Arenosol del cordón litoral inundable (5.45 %). En el SA dominan los Leptosoles líticos (LPli, 39.41 %) de la planicie cárstica del interior y los Solonchaks (33.93 %), seguidos por los cuerpos de agua (12.03 %) y los Arenosoles (10.91 %). La carta edafológica de INEGI a escala 1:250 000 no cubre la franja de la barra en la que se ubica el predio; la unidad cartografiada más próxima, a 205 m al sur, es el Regosol calcárico de textura gruesa y fase fuertemente sódica, equivalente a los suelos arenosos de la barra, y en el resto de la porción terrestre del AI se registran Solonchak órtico (285.02 ha) y Regosol calcárico (214.75 ha).

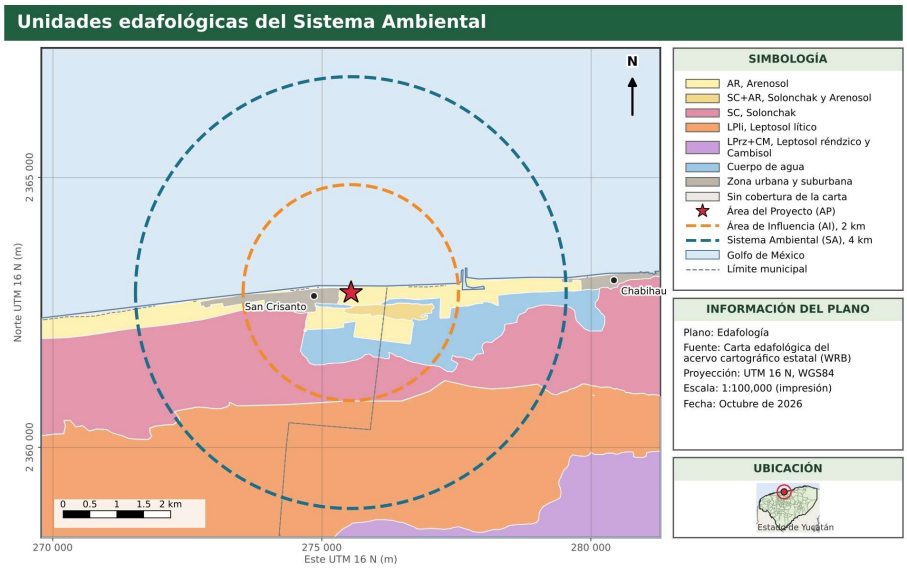


Figura 3.16. Unidades edafológicas del Sistema Ambiental (carta estatal, WRB); el AP se ubica sobre Arenosoles de la barra costera, con Solonchaks en la ciénaga y Leptosoles líticos en la planicie cárstica del interior.

3.3.7 Hidrología superficial y subterránea

El Área del Proyecto pertenece a la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte, cuenca Yucatán, en la región administrativa Península de Yucatán de la CONAGUA. No existen

corrientes superficiales en el SA, como corresponde a la naturaleza cárstica y altamente permeable del sustrato; el drenaje se realiza de manera subterránea, con un flujo regional del acuífero de sur a norte que descarga en la ciénaga, a través de manantiales y ojos de agua, y en la zona marina adyacente. El componente hidrológico superficial del SA está representado por la ciénaga, una laguna costera somera de agua salobre a hipersalina que se extiende al sur de la barra, por los estanques de las salinas y de acuacultura, y por los humedales asociados; el cuerpo de agua cartografiado por INEGI más próximo se localiza a 177 m al sur del predio. La cartografía de humedales registra en la porción terrestre del SA 382.95 ha de manglar estuarino intermareal (14.84 %), 310.80 ha de llanura costera modificada por las salinas y estanques (12.05 %), 219.62 ha de vegetación acuática estuarina (8.51 %), 201.13 ha de asociación mixta (7.80 %), 166.59 ha de llanura costera inundable (6.46 %) y superficies menores de selva inundable y vegetación emergente; el manglar más próximo al predio se localiza a 0.8 km al poniente. En la porción marina del SA, la misma cartografía registra 1,336.90 ha de vegetación acuática submareal (54.64 %), correspondiente a las praderas de pastos marinos de la plataforma somera, y 1,105.31 ha de agua abierta submareal (45.17 %).

Desde el punto de vista geohidrológico, la totalidad del AP, del AI y del SA se ubica en la región geohidrológica de las regiones costeras y en la zona geohidrológica II, en la que el acuífero libre se aloja en sedimentos y calizas de alta permeabilidad y forma un lente de agua dulce delgado que flota sobre el agua salada de intrusión marina; la región del anillo de cenotes se localiza a 4.5 km al sur. Las hidroisohipsas más próximas, de 1.0 y 1.1 m s.n.m., se localizan a 7.1 y 8.0 km al suroeste y sur sureste, respectivamente, lo que indica que en la barra el nivel freático se encuentra a escasa profundidad, del orden de 1 a 2 m bajo la superficie, y prácticamente al

nivel medio del mar. La zona se encuentra dentro de la veda rígida para la extracción de aguas subterráneas, y la isolínea de vulnerabilidad del acuífero más próxima, de valor 8, se localiza a 1.8 km al sur sureste; conforme al POETY 2023, el 97.15 % de la UGA010 presenta alta vulnerabilidad del acuífero a la contaminación. La escasa profundidad del agua subterránea, la elevada permeabilidad de las arenas y la cercanía de la ciénaga hacen del manejo de las aguas residuales, de los residuos sólidos y de las aguas pluviales el principal aspecto ambiental a considerar en cualquier desarrollo en la barra.

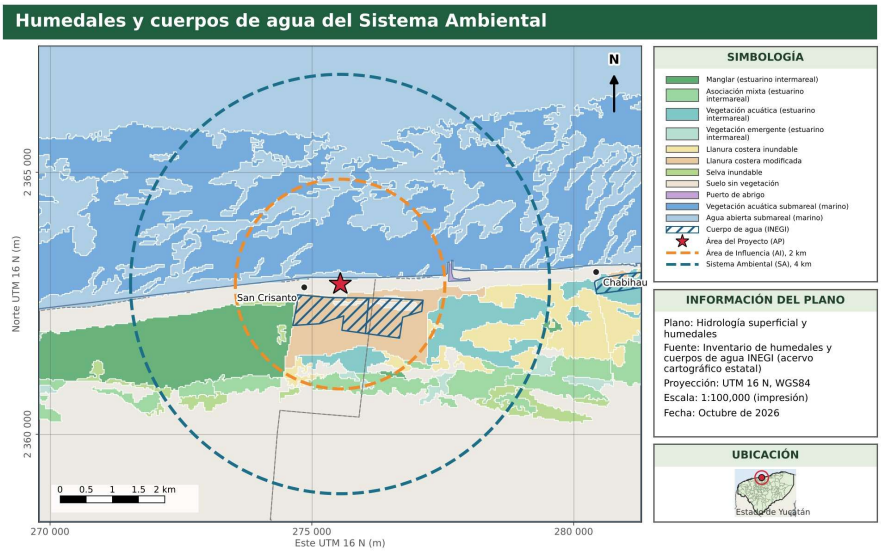


Figura 3.17. Humedales y cuerpos de agua del Sistema Ambiental: manglar, vegetación acuática y llanura costera de la ciénaga, salinas y estanques al sur de la barra, y praderas de vegetación acuática submareal en la porción marina.

3.4 Vegetación y uso del suelo del Sistema Ambiental

3.4.1 Cubierta vegetal conforme a la Serie VII de INEGI

De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación Serie VII de INEGI (escala 1:250 000), la totalidad del Área del Proyecto se ubica dentro de la unidad de vegetación de dunas costeras (VU), lo que confirma que la comunidad vegetal del predio

corresponde a un matorral de duna costera. Esta comunidad se desarrolla sobre los sustratos arenosos de la barra litoral y está integrada por especies adaptadas a la salinidad, al viento, a la movilidad del sustrato y a la alta insolación; entre los elementos característicos de la región se encuentran la uva de mar (Coccoloba uvifera), Suriana maritima, Tournefortia gnaphalodes, Pithecellobium keyense, Caesalpinia vesicaria, Scaevola plumieri, Sesuvium portulacastrum, Ipomoea pes-caprae y Sporobolus virginicus, además de palmas, cactáceas y agaves costeros. La cartografía estatal de vegetación y cubierta del suelo clasifica igualmente el predio como matorral de duna costera, y la carta de vegetación de 1976 lo registra como vegetación de dunas costeras.

En la porción terrestre del Área de Influencia la Serie VII registra áreas sin vegetación aparente, correspondientes a los blanquizales y playones salinos de la ciénaga, en 205.78 ha (30.67 %), áreas desprovistas de vegetación, asociadas a las salinas y estanques, en 132.76 ha (19.79 %), manglar en 129.68 ha (19.33 %), vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia en 86.06 ha (12.83 %), vegetación de dunas costeras en 78.32 ha (11.67 %), asentamientos humanos en 38.01 ha (5.67 %), correspondientes a la zona urbana de San Crisanto, y cuerpos de agua en 0.35 ha.

En la porción terrestre del Sistema Ambiental domina la vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia, con 1,101.90 ha (42.71 %), en la planicie del sur, seguida por el manglar (508.48 ha, 19.71 %), las áreas sin vegetación aparente (437.82 ha, 16.97 %), la vegetación de dunas costeras (165.46 ha, 6.41 %), que forma la franja angosta y continua de la barra, el pastizal cultivado (141.76 ha, 5.50 %), las áreas desprovistas de vegetación (132.76 ha, 5.15 %), los asentamientos humanos

(60.19 ha, 2.33 %) y superficies menores de agricultura de temporal y cuerpos de agua.

Esta composición evidencia un sistema costero en el que la vegetación natural, el manglar de la ciénaga y la vegetación de duna de la barra, conserva una proporción importante de la cubierta, en contacto directo con superficies transformadas por la extracción de sal, la acuacultura y la urbanización de la barra.

La vegetación de dunas costeras representa una fracción reducida del SA, restringida a la franja de la barra no ocupada por la zona urbana, por lo que constituye el ecosistema más frágil y de menor extensión del sistema, en el que se inserta el predio. Su conservación es relevante por su función como defensa natural frente al oleaje y la marea de tormenta, como estabilizador del sustrato arenoso y como hábitat de especies de flora y fauna adaptadas a las condiciones extremas del litoral.

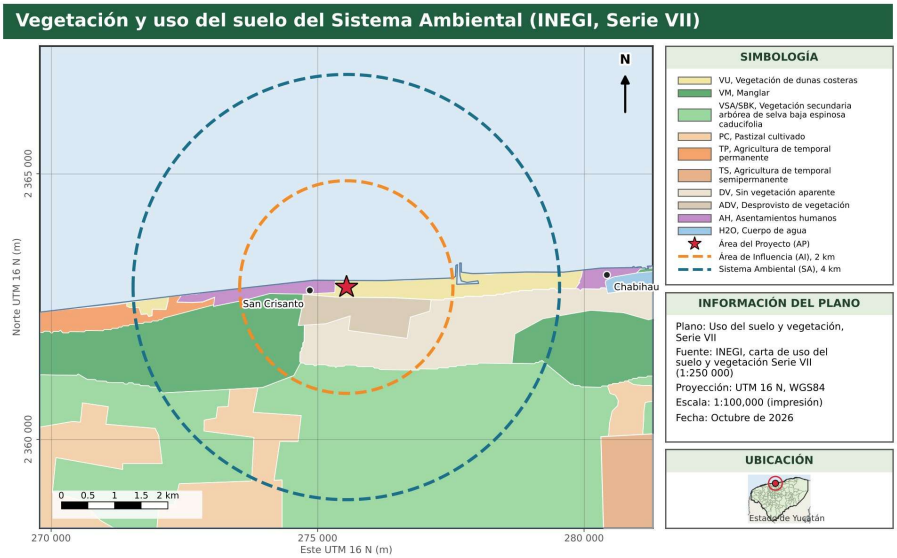


Figura 3.18. Vegetación y uso del suelo del Sistema Ambiental conforme a la Serie VII de INEGI; el AP se ubica en la franja de vegetación de dunas costeras de la barra, entre la zona urbana de San Crisanto y el manglar y los blanquizales de la ciénaga.

3.4.2 Estructura del paisaje en un radio de 7 km

Con el fin de valorar la representatividad y la conectividad de la vegetación del predio en el contexto del paisaje, se analizó la Serie VII en un radio de 7 km alrededor del centroide del AP (15,393.61 ha, de las cuales 7,749.74 ha corresponden a la porción terrestre). En esa ventana la vegetación secundaria derivada de la selva baja espinosa caducifolia ocupa 3,624.54 ha (46.77 % de la porción terrestre), con 3,590.82 ha de vegetación secundaria arbórea y 33.72 ha de vegetación secundaria arbustiva; el pastizal cultivado, 1,575.38 ha (20.33 %); el manglar, 1,188.68 ha (15.34 %); las áreas sin vegetación aparente, 567.70 ha (7.33 %); la vegetación de dunas costeras, 179.00 ha (2.31 %); la agricultura de temporal semipermanente y permanente, 304.39 ha (3.93 %); las áreas desprovistas de vegetación, 132.76 ha (1.71 %); los asentamientos humanos, 108.66 ha (1.40 %), y los cuerpos de agua, 68.63 ha (0.89 %).

La vegetación de dunas costeras se distribuye como una franja continua y angosta a lo largo de la barra, interrumpida por las zonas urbanas de San Crisanto y Chabihau y por los lotes ocupados por viviendas, de modo que el predio representa el 0.28 % de la vegetación de duna de la ventana de 7 km y el 0.07 % de la porción terrestre del AI.

Tabla 3.2. Uso del suelo y vegetación en la porción terrestre de un radio de 7 km alrededor del Área del Proyecto conforme a la Serie VII de INEGI.

Clase (Serie VII)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia (VSA/SBK)	3,590.82	46.33
Pastizal cultivado (PC)	1,575.38	20.33
Manglar (VM)	1,188.68	15.34
Sin vegetación aparente (DV)	567.70	7.33
Vegetación de dunas costeras (VU)	179.00	2.31
Agricultura de temporal semipermanente (TS)	177.13	2.29

Desprovisto de vegetación (ADV)	132.76	1.71
Agricultura de temporal permanente (TP)	127.26	1.64
Asentamientos humanos (AH)	108.66	1.40
Cuerpo de agua (H2O)	68.63	0.89
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia (VSa/SBK)	33.72	0.44
Total	7,749.74	100.00

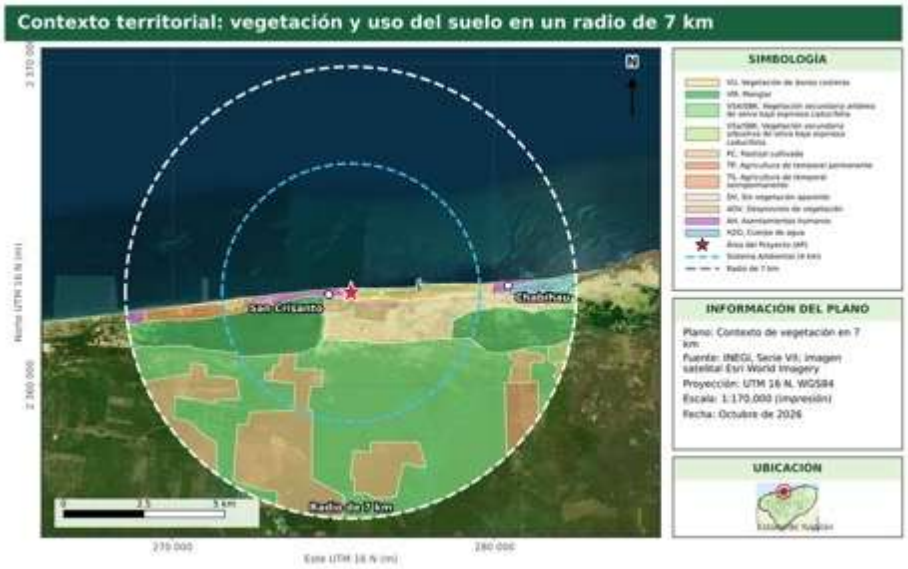


Figura 3.19. Contexto territorial del proyecto: vegetación y uso del suelo de la Serie VII en la porción terrestre de un radio de 7 km, sobre imagen satelital.

3.5 Vegetación del Área de Estudio

El Área de Estudio corresponde a un matorral de duna costera asociado a una plantación de cocoteros (Cocos nucifera), que ocupa la totalidad del predio desde el frente de playa hasta la calle interior. La cubierta presenta una estructura abierta, en la que los cocoteros, de distintas edades, se distribuyen en hileras irregulares a lo largo del eje mayor del predio, con individuos jóvenes de fronda baja y algunos ejemplares adultos de tronco desarrollado, intercalados con manchones de arbustos de duna separados por superficies de arena blanca expuesta, senderos y claros. Los

manchones arbustivos están dominados por Suriana maritima, arbusto de follaje verde amarillento con hojas lineares agrupadas en el extremo de las ramas, y por la uva de mar (Coccoloba uvifera), de hojas grandes, redondeadas y coriáceas, que forma macizos densos de varios metros de altura y bajo cuya copa se acumula una capa de hojarasca.

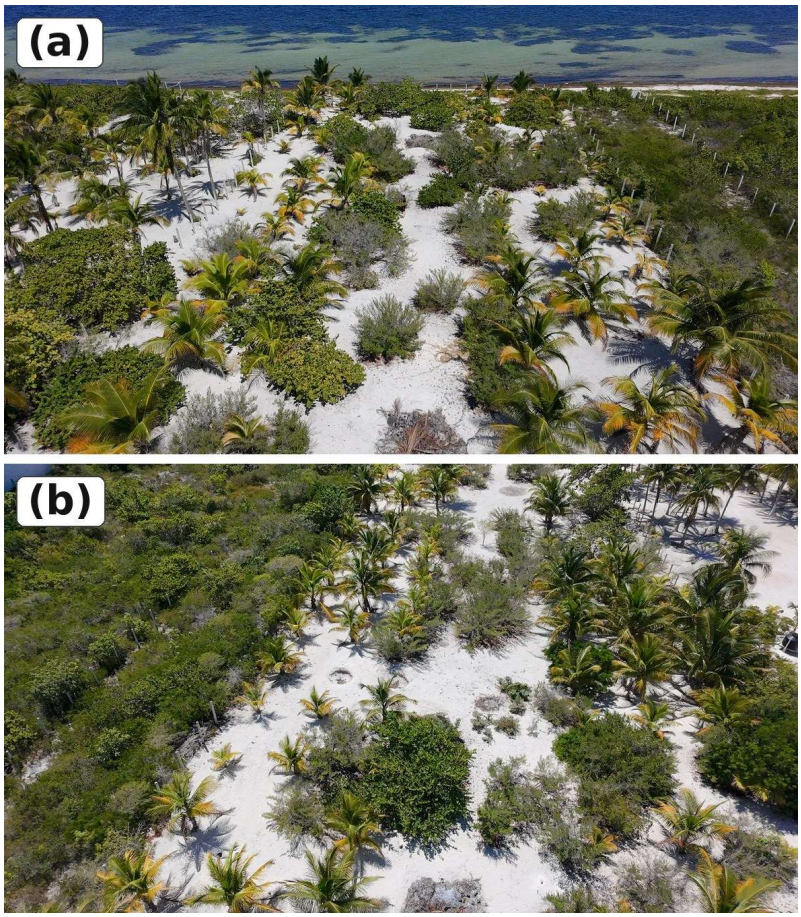


Figura 3.20. Vistas de dron a baja altura del Área del Proyecto. (a) Franja del predio hacia la playa, con cocoteros jóvenes, manchones de uva de mar y Suriana maritima.

Acompañan a estas especies arbustos de follaje plateado y hojas agrupadas en rosetas, característicos de Tournefortia gnaphalodes, otros arbustos costeros como Pithecellobium keyense y Lantana involucrata, que forman manchones bajos, y ejemplares jóvenes de chakah (Bursera simaruba), de corteza lisa y follaje caducifolio. En el frente de playa, fuera del predio, la vegetación pionera rastrera forma una franja

discontinua sobre la arena, en tanto que hacia el sur, en la porción próxima a la calle interior, los cocoteros adquieren mayor densidad y los arbustos se reducen a manchones aislados.

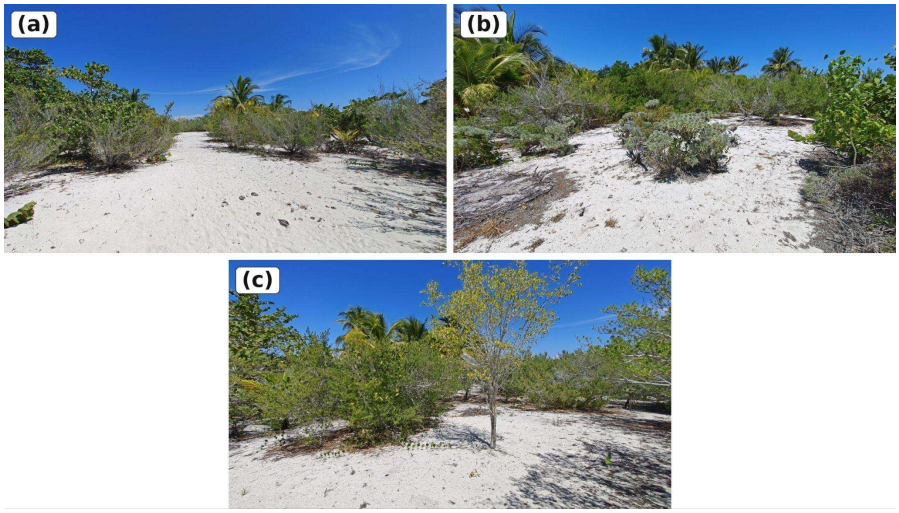


Figura 3.21. Matorral de duna costera del Área del Proyecto. (a) Sendero de arena entre manchones de Suriana maritima y uva de mar, con cocoteros al fondo; (b) arbustos de follaje plateado de Tournefortia gnaphalodes y Suriana maritima sobre arena expuesta; (c) Capparis incana entre arbustos de duna.

La fisonomía observada, con predominio de cocoteros plantados, un estrato arbustivo discontinuo y amplias superficies de arena expuesta, indica que la vegetación original de duna del predio fue modificada para el establecimiento de la plantación de cocoteros, y que los arbustos nativos se han mantenido o recuperado en los espacios entre las palmas. Entre los indicadores de intervención destacan la disposición alineada de los cocoteros, la presencia de individuos jóvenes de la misma edad, los senderos y claros de arena, los postes de cercado en los linderos, las depresiones y montículos de arena removida y la acumulación de frondas secas de palma.

La vegetación del predio conserva los elementos estructurales característicos del matorral de duna costera de la costa norte de Yucatán, que estabilizan el sustrato arenoso y ofrecen refugio y alimento a la fauna, pero con una composición

simplificada y dominada numéricamente por una especie introducida y cultivada, el cocotero. Esta condición, junto con la contigüidad con un matorral de duna mejor conservado al oriente y con la zona urbana al poniente, define al predio como un fragmento de duna intervenido dentro de una franja litoral sometida a un proceso de ocupación por viviendas vacacionales.

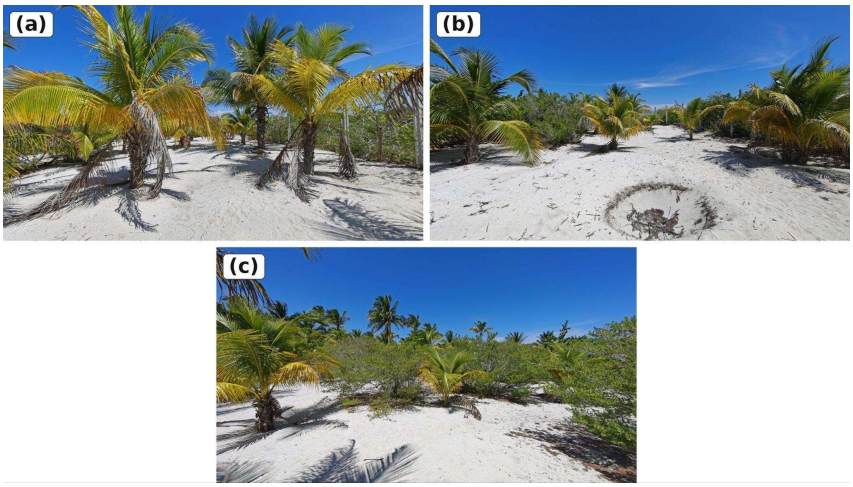


Figura 3.22. Cocoteros del Área del Proyecto. (a) Cocoteros jóvenes con frondas secas en su base y postes de cercado al fondo; (b) hilera de cocoteros jóvenes sobre un sendero de arena, con una depresión de arena removida en primer plano; (c) cocotero joven entre manchones de Suriana maritima y uva de mar.

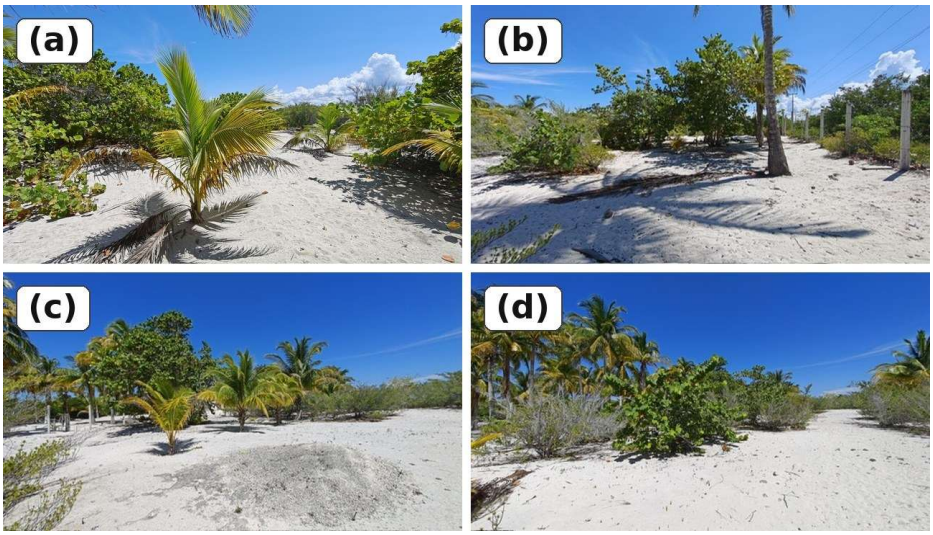


Figura 3.23. Condición de la vegetación en el Área del Proyecto.

3.6 Metodología de muestreo y análisis de datos en el Área del Proyecto

3.6.1 Diseño del muestreo de la vegetación

La caracterización cuantitativa de la vegetación del Área del Proyecto se realizó mediante transectos en banda, método apropiado para comunidades de matorral y de vegetación de duna costera de estructura abierta. Se establecieron cuatro transectos de 30 m de longitud con una banda de observación de 5 m de ancho (2.5 m a cada lado de la línea central), de modo que cada unidad de muestreo cubrió 150 m².

Los transectos se distribuyeron de manera sucesiva a lo largo del eje mayor del predio, desde la porción próxima a la playa (T1) hasta la porción próxima a la calle interior (T4), y se orientaron en sentido aproximadamente norte a sur, de manera alternada hacia los costados oriente y poniente del polígono, para abarcar tanto los manchones arbustivos como las hileras de cocoteros. Todos quedaron comprendidos íntegramente dentro del Área del Proyecto, con el borde de sus bandas a no menos de 2.8 m de los linderos, y separados entre sí por 12.0 a 18.5 m. La línea central de cada transecto se materializó en campo con cinta de señalización tendida sobre el terreno, que sirvió de referencia para delimitar la banda de observación y para el recorrido de registro. Los mismos transectos se utilizaron para el registro de la fauna.

Tabla 3.3. Coordenadas de inicio y fin de los transectos de muestreo (WGS84, UTM zona 16 Norte), rumbo y superficie.

Transecto	Inicio Este (m)	Inicio Norte (m)	Fin Este (m)	Fin Norte (m)	Rumbo (°)	Superficie (m²)
T1	275,534.72	2,362,938.92	275,534.67	2,362,908.92	180.1	150.00
T2	275,549.00	2,362,897.21	275,543.83	2,362,867.66	189.9	150.00
T3	275,532.98	2,362,854.19	275,528.61	2,362,824.51	188.4	150.00

T4	275,540.79	2,362,825.19	275,546.28	2,362,795.70	169.4	150.00
Total						600.00

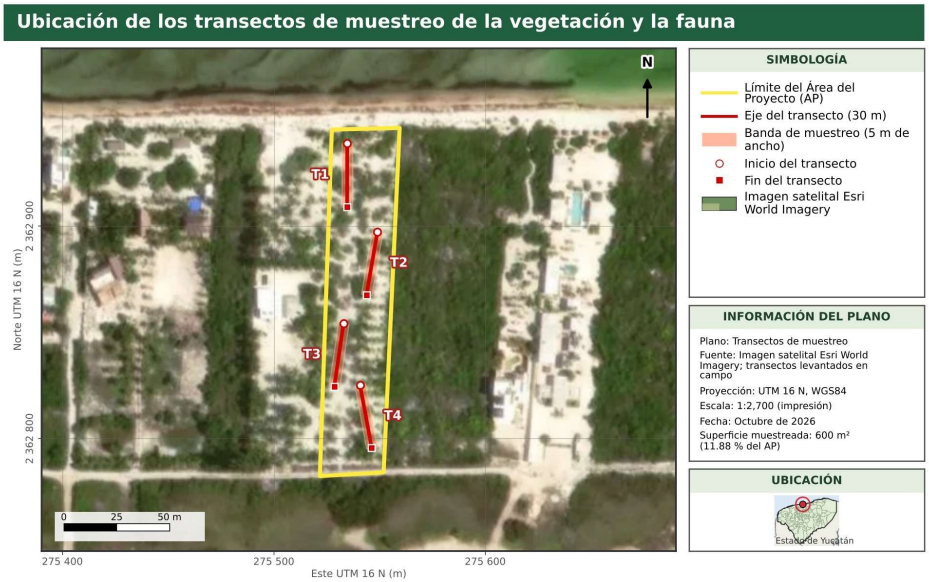


Figura 3.24. Ubicación de los transectos de muestreo de la vegetación y la fauna (T1 a T4, bandas de 30 x 5 m) en el Área del Proyecto, sobre imagen satelital.

En cada transecto se registraron e identificaron a nivel de especie todos los individuos de las especies leñosas, árboles y arbustos, y de las palmas enraizados dentro de la banda de observación, y se anotó el número de individuos de cada especie.

La identificación taxonómica se realizó en campo y se corroboró con floras regionales y colecciones de referencia de la flora de la Península de Yucatán. Cada especie se caracterizó por su familia, su forma de vida (árbol, arbusto o palma) y su origen (nativa o introducida), y se verificó su inclusión en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 3.25. Establecimiento y registro de los transectos de muestreo en el Área del Proyecto: cinta de señalización tendida a lo largo de la línea central de los transectos, entre manchones de uva de mar, Suriana maritima y cocoteros, y conteo e identificación de los individuos dentro de la banda de observación.

3.6.2 Parámetros de abundancia de la comunidad vegetal

Con los registros de los transectos se calcularon, para cada especie, la abundancia, la densidad absoluta y la densidad relativa. La densidad absoluta expresa el número de individuos de cada especie por unidad de superficie muestreada:

$$D_i = n_i / A$$

donde Di es la densidad absoluta de la especie i (individuos por hectárea), ni el número de individuos de la especie i registrados en las bandas y A la superficie muestreada (0.06 ha). La densidad relativa, equivalente a la abundancia relativa, corresponde a la proporción de los individuos de cada especie respecto del total:

$$DR_i = (n_i / N) \times 100$$

donde N es el número total de individuos registrados. Con estos parámetros se jerarquizaron las especies según su contribución numérica a la comunidad y se evaluó la proporción de los individuos correspondiente a especies nativas e introducidas.

3.6.3 Análisis de diversidad y suficiencia del esfuerzo de muestreo

La diversidad de la comunidad vegetal se evaluó mediante los índices de Shannon y de Simpson, calculados a partir de las abundancias registradas en el conjunto de los transectos. El índice de Shannon expresa la incertidumbre en la identidad específica de un individuo tomado al azar y aumenta con la riqueza y con la uniformidad de las abundancias:

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

donde pi = ni / N es la abundancia proporcional de la especie i. El complemento del índice de Simpson expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a especies distintas, y es más sensible a las especies dominantes:

$$1 - \lambda = 1 - \sum p_i^2$$

La suficiencia del esfuerzo de muestreo se evaluó mediante una curva de acumulación de especies basada en individuos, construida con el promedio de 500 aleatorizaciones del orden de ingreso de los registros, sobre la cual se contrastó la riqueza observada con la riqueza esperada estimada con el estimador no paramétrico Chao 1, en su forma corregida por sesgo:

$$S_{Chao1} = S_{obs} + F_1(F_1 - 1) / [2(F_2 + 1)]$$

donde Sobs es la riqueza observada, F1 el número de especies representadas por un solo individuo (singletons) y F2 el número de especies representadas por dos individuos (doubletons). La completitud del inventario se expresó como el porcentaje de la riqueza esperada que fue efectivamente registrada:

$$C = (S_{obs} / S_{Chao1}) \times 100$$

Una curva de acumulación que tiende a la asíntota y una completitud superior al 80 % indican que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la riqueza de

la comunidad. Los mismos índices y la curva de acumulación se aplicaron a los registros de fauna.

3.7 Composición florística, abundancia y diversidad de la vegetación

3.7.1 Composición florística

En los cuatro transectos de muestreo se registraron 118 individuos de especies leñosas y palmas, pertenecientes a 9 especies, 9 géneros y 8 familias botánicas. La familia Fabaceae es la única representada por más de una especie, con Pithecellobium keyense y Caesalpinia vesicaria, en tanto que Arecaceae, Surianaceae, Polygonaceae, Verbenaceae, Boraginaceae, Burseraceae y Capparaceae están representadas por una especie cada una. La composición registrada corresponde a la de un matorral de duna costera de la costa norte de Yucatán, integrado por arbustos y árboles característicos de la barra, como Suriana maritima, la uva de mar (Coccoloba uvifera), Tournefortia gnaphalodes, Pithecellobium keyense, Caesalpinia vesicaria, conocida regionalmente como mareña, Lantana involucrata y Capparis incana, a los que se suman el chakah (Bursera simaruba), especie de amplia distribución en la península, y el cocotero (Cocos nucifera), palma introducida y cultivada que constituye la plantación del predio.

Tabla 3.4. Listado florístico registrado en los transectos del Área del Proyecto: familia, especie, forma de vida, origen y categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Forma de vida	Origen	NOM-059-SEMARNAT-2010
Arecaceae	Cocos nucifera L.	Palma	Introducida	No incluida
Boraginaceae	Tournefortia gnaphalodes (L.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Arbusto	Nativa	No incluida
Burseraceae	Bursera simaruba (L.) Sarg.	Árbol	Nativa	No incluida

Capparaceae	Capparis incana Kunth	Arbusto	Nativa	No incluida
Fabaceae	Caesalpinia vesicaria L.	Arbusto	Nativa	No incluida
Fabaceae	Pithecellobium keyense Britton ex Britton & Rose	Arbusto	Nativa	No incluida
Polygonaceae	Coccoloba uvifera (L.) L.	Árbol	Nativa	No incluida
Surianaceae	Suriana maritima L.	Arbusto	Nativa	No incluida
Verbenaceae	Lantana involucrata L.	Arbusto	Nativa	No incluida
Total	9 especies y 8 familias		8 nativas y 1 introducida	Ninguna

Por su forma de vida, los arbustos constituyen el grupo más rico, con 6 especies (66.67 %), seguidos por los árboles, con 2 especies (22.22 %), Coccoloba uvifera y Bursera simaruba, y por la palma, con una especie (11.11 %); sin embargo, en términos de abundancia la palma concentra 48 individuos (40.68 %), una proporción similar a la de los arbustos en conjunto, con 50 individuos (42.37 %), en tanto que los árboles suman 20 individuos (16.95 %). Ocho de las nueve especies son nativas de la región, con 70 individuos (59.32 %), y la restante, el cocotero, es una especie introducida, cultivada y naturalizada en los litorales tropicales, que en la duna costera se considera un elemento con potencial invasor por su capacidad de establecerse y desplazar a la vegetación nativa.

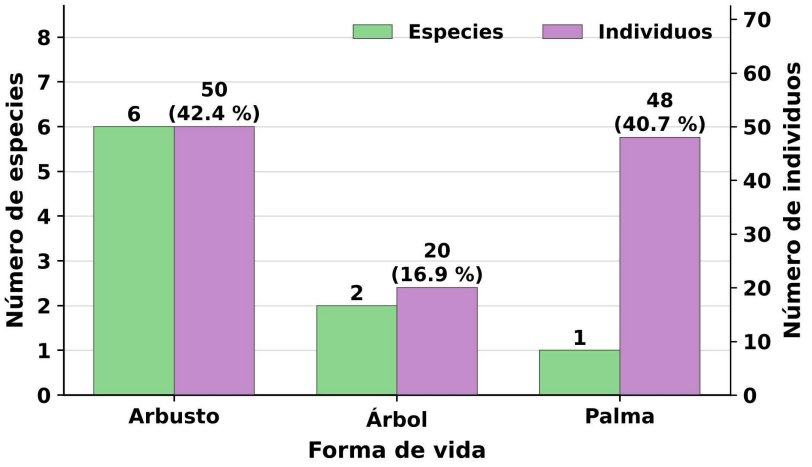


Figura 3.26. Número de especies e individuos por forma de vida registrados en los transectos del Área del Proyecto.

3.7.2 Especies en categoría de riesgo, endémicas e introducidas

El listado florístico se contrastó con el Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Ninguna de las nueve especies registradas en el Área del Proyecto se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la norma, y ninguna es endémica de la provincia biótica Península de Yucatán; se trata de especies de amplia distribución en los litorales del Golfo de México y del Caribe.

3.7.3 Abundancia y densidad

La densidad total de la vegetación leñosa y de palmas en los transectos fue de 1,966.67 individuos por hectárea. La especie más abundante fue el cocotero, con 48 individuos (40.68 % del total) y una densidad de 800.00 individuos por hectárea, seguida por Suriana maritima, con 37 individuos (31.36 %; 616.67 ind/ha), y por la uva de mar, con 18 individuos (15.25 %; 300.00 ind/ha); estas tres especies reúnen 103 individuos, el 87.29 % del total. Les siguen Pithecellobium keyense y Lantana involucrata, con 4 individuos cada una (3.39 %), Tournefortia gnaphalodes, con 3 (2.54

%), Bursera simaruba, con 2 (1.69 %), y Caesalpinia vesicaria y Capparis incana, con un individuo cada una (0.85 %).

Tabla 3.5. Abundancia, densidad absoluta y densidad relativa de las especies registradas en los transectos del Área del Proyecto.

Especie	Individuos	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)
Cocos nucifera	48	800.00	40.68
Suriana maritima	37	616.67	31.36
Coccoloba uvifera	18	300.00	15.25
Pithecellobium keyense	4	66.67	3.39
Lantana involucrata	4	66.67	3.39
Tournefortia gnaphalodes	3	50.00	2.54
Bursera simaruba	2	33.33	1.69
Caesalpinia vesicaria	1	16.67	0.85
Capparis incana	1	16.67	0.85
Total	118	1,966.67	100.00

La distribución de las abundancias muestra una comunidad dominada por tres especies, con un grupo de especies acompañantes poco abundantes. La dominancia numérica del cocotero refleja el origen de la cubierta como plantación, mientras que la abundancia de Suriana maritima y de la uva de mar, los dos arbustos estructurales más característicos de la duna costera del norte de Yucatán, indica que el componente nativo del matorral se mantiene en los espacios entre las palmas. Las especies con menos de cinco individuos, como Pithecellobium keyense, Lantana involucrata, Tournefortia gnaphalodes, Bursera simaruba, Caesalpinia vesicaria y Capparis incana, completan la composición del matorral y se presentan de manera dispersa en el predio.

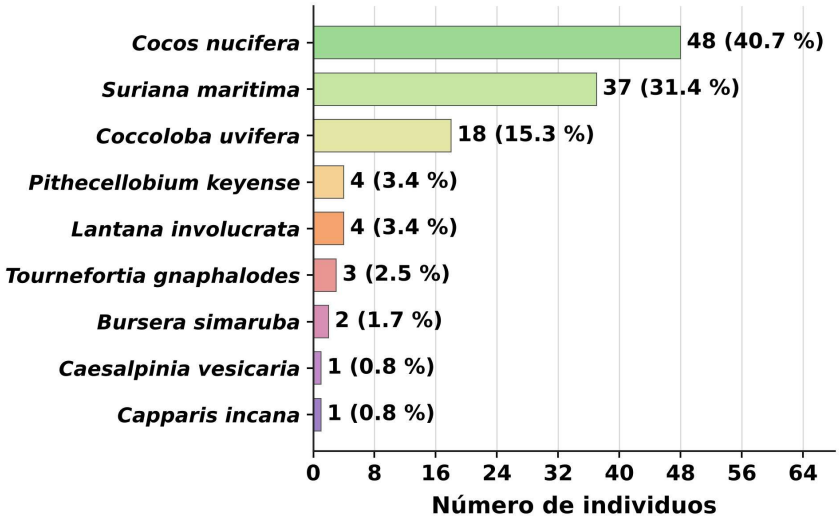


Figura 3.27. Número de individuos y abundancia relativa de las especies registradas en los transectos del Área del Proyecto.

3.7.4 Diversidad y suficiencia del muestreo

Tabla 3.6. Indicadores de riqueza y diversidad de la vegetación del Área del Proyecto.

Indicador	Símbolo	Valor	Interpretación
Riqueza observada	S	9	Baja, propia de un matorral de duna intervenido
Abundancia total	N	118	Individuos en 600 m²
Diversidad de Shannon	H'	1.489	Baja a media (máximo teórico ln S = 2.197)
Diversidad de Simpson	$1 - \lambda$	0.710	Dominancia moderada de tres especies
Especies con un individuo	F1	2	Caesalpinia vesicaria y Capparis incana
Especies con dos individuos	F2	1	Bursera simaruba
Riqueza esperada	Chao 1	9.5	Intervalo de confianza al 95 %: 9.0 a 17.3
Completitud del inventario	S / Chao 1	94.7 %	Esfuerzo de muestreo suficiente

La diversidad de la comunidad vegetal resultó baja a media: el índice de Shannon alcanzó 1.489, equivalente a un número efectivo de 4.4 especies igualmente abundantes, frente al máximo teórico de 2.197 para la riqueza registrada, y el complemento de Simpson fue de 0.710, lo que indica que la probabilidad de que dos

individuos tomados al azar pertenezcan a especies distintas es del 71.0 %. Los valores reflejan la dominancia conjunta del cocotero, Suriana maritima y la uva de mar; considerando únicamente las especies nativas, el índice de Shannon es de 1.371 y el complemento de Simpson de 0.645, por el peso de los dos arbustos dominantes.

La curva de acumulación de especies basada en individuos mostró un incremento rápido en los primeros registros y una tendencia a la estabilización hacia el final del muestreo: con 30 individuos se acumulan en promedio 5.9 especies, con 59 individuos 7.5 y con 90 individuos 8.5. Con dos especies representadas por un solo individuo y una por dos individuos, el estimador Chao 1 arrojó una riqueza esperada de 9.5 especies, de modo que la riqueza observada representa el 94.7 % del inventario esperado para el componente leñoso y de palmas de la comunidad.

Este resultado confirma que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la composición del matorral del predio, cuya riqueza está limitada por las condiciones restrictivas de la duna y por la sustitución parcial de la vegetación original por la plantación de cocoteros.

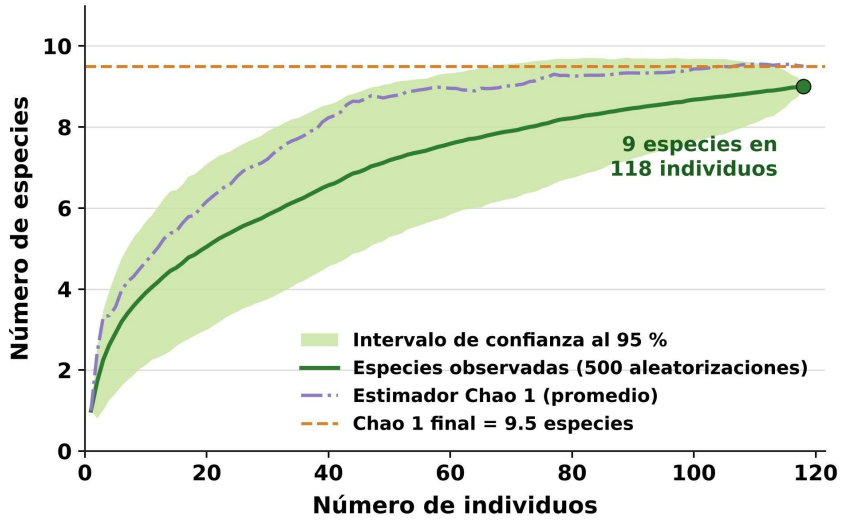


Figura 3.28. Curva de acumulación de especies de la vegetación basada en individuos (500 aleatorizaciones) y riqueza esperada según el estimador Chao 1.

3.8 Fauna del Área de Estudio

3.8.1 Contexto faunístico de la costa norte de Yucatán

La costa norte de Yucatán integra una matriz de playas y dunas costeras, ciénagas, manglares, petenes, salinas y asentamientos humanos que sostiene una fauna asociada tanto a los ambientes marinos, salobres y acuáticos como a la vegetación terrestre costera. Las aves constituyen el grupo más visible y diverso en estos ambientes: en la franja litoral son frecuentes las gaviotas, los charranes, los cormoranes, el pelícano café (Pelecanus occidentalis) y la fragata magnífica (Fregata magnificens), que se alimentan en la zona marina somera y descansan en la playa, mientras que la ciénaga, los manglares y los estanques de las salinas albergan garzas, ibis, espátulas, aves playeras residentes y migratorias y, de manera estacional, al flamenco del Caribe (Phoenicopterus ruber), especie amenazada (A) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y emblemática de los humedales costeros yucatecos. Durante el otoño y el invierno la región recibe un número elevado de aves playeras migratorias procedentes de Norteamérica, como los playeros del género Calidris, el picopando canelo (Limosa fedoa) y el playero pihuiuí (Tringa semipalmata), que utilizan la línea de costa y las planicies lodosas de la ciénaga como sitios de alimentación y descanso.

En el matorral de duna costera de la barra se registran aves terrestres propias de la vegetación arbustiva, como el cenzontle tropical (Mimus gilvus), la calandria encapuchada (Icterus cucullatus), la paloma alas blancas (Zenaida asiatica), la perlita yucateca (Polioptila albiventris) y el chipe amarillo (Setophaga petechia), junto con especies asociadas a la zona urbana, como la paloma turca de collar (Streptopelia decaocto), introducida y plenamente establecida en la región. La herpetofauna de la

duna incluye lagartijas propias de los sustratos arenosos, como la lagartija espinosa de Cozumel (Sceloporus cozumelae), endémica de la península y sujeta a protección especial (Pr), y el huico yucateco (Aspidoscelis angusticeps), además de la iguana negra o garrobo (Ctenosaura similis), amenazada (A), y de especies introducidas asociadas a las construcciones, como el geco casero (Hemidactylus frenatus).

Los mamíferos terrestres en la barra costera se registran de manera transitoria y con baja detectabilidad; en los predios con vegetación de duna y en los bordes de la zona urbana pueden utilizar la cubierta remanente especies generalistas como el mapache (Procyon lotor), el tlacuache (Didelphis virginiana), y perros y gatos domésticos, que depredan reptiles, aves y nidos. La mención de estas especies corresponde a una expectativa regional basada en la distribución conocida de la fauna del litoral norte de Yucatán; su presencia en el predio debe confirmarse con evidencia de campo.

3.8.2 Metodología de registro faunístico

El registro de la fauna se realizó en los mismos cuatro transectos en banda de 30 x 5 m utilizados para la vegetación (T1 a T4), complementados con recorridos de observación a lo largo de los linderos del predio y del frente de playa contiguo. Los transectos se recorrieron a pie y a velocidad constante a lo largo de su línea central, y se registraron todos los individuos detectados dentro de la banda, así como las aves que se perchaban en su vegetación o se desplazaban sobre ella. Durante los recorridos se registraron también las aves marinas y costeras que sobrevolaban la porción norte del predio y la línea de costa inmediata, distinguiendo su ubicación respecto del polígono.

Los individuos se registraron mediante observación directa, con apoyo de binoculares y cámara fotográfica, y mediante la identificación de cantos y vocalizaciones en el caso de las aves; para la herpetofauna se revisaron la base de los arbustos, la hojarasca, las frondas secas de palma y los montículos de arena, y para los mamíferos se buscaron rastros indirectos, como huellas, excretas y madrigueras. Para cada registro se anotaron la especie, el número de individuos y el ambiente en el que se observó.

La identificación de las especies se realizó con guías de campo especializadas para la fauna de México y de la Península de Yucatán, cada especie se caracterizó por su grupo taxonómico, su ambiente de uso y su origen, y se verificó su inclusión en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con las abundancias registradas se calcularon la riqueza, la abundancia relativa, los índices de Shannon y de Simpson y la curva de acumulación de especies con el estimador Chao 1, con las expresiones descritas para la vegetación.

3.8.3 Composición faunística del Área de Estudio

El muestreo registró 78 individuos pertenecientes a 15 especies, de las cuales 14 corresponden a aves y una a reptiles. La avifauna concentró el 93.33 % de la riqueza y el 97.50 % de la abundancia (78 individuos), condición congruente con la ubicación del predio en la interfase entre la playa, la duna costera y los humedales de la ciénaga. Por órdenes, Charadriiformes reunió el mayor número de especies (8) y de individuos (50), integrado por gaviotas, charranes, la monjita americana y playeros de la familia Scolopacidae; le siguieron Passeriformes y Columbiformes, con 2 especies cada uno, y Suliformes, Caprimulgiformes y Squamata, con una especie cada uno. Las

especies se agrupan en nueve familias, entre las que destacan Scolopacidae, con 5 especies y 21 individuos, y Laridae, con 2 especies y 24 individuos.

Tabla 3.7. Listado faunístico registrado en el Área de Estudio, abundancia, ambiente de uso y categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Pr, sujeta a protección especial).

Especie	Nombre común	Familia	Ambiente	Individuos	NOM-059
Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor	Caprimulgidae	Terrestre	1	No incluida
Leucophaeus atricilla	Gaviota reidora	Laridae	Marina y costera	18	No incluida
Sternula antillarum	Charrán mínimo	Laridae	Marina y costera	6	Pr
Himantopus mexicanus	Monjita americana	Recurvirostridae	Humedales costeros	5	No incluida
Calidris himantopus	Playero zancón	Scolopacidae	Humedales costeros	1	No incluida
Calidris minutilla	Playero diminuto	Scolopacidae	Acuática y costera	6	No incluida
Calidris pusilla	Playero semipalmeado	Scolopacidae	Acuática y costera	4	No incluida
Limosa fedoa	Picopando canelo	Scolopacidae	Acuática y costera	6	No incluida
Tringa semipalmata	Playero pihuiuí	Scolopacidae	Acuática y costera	4	No incluida
Streptopelia decaocto	Paloma turca de collar	Columbidae	Terrestre	1	No incluida
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	Columbidae	Terrestre	1	No incluida
Icterus cucullatus	Calandria encapuchada	Icteridae	Terrestre	4	No incluida
Mimus gilvus	Cenzontle tropical	Mimidae	Terrestre	7	No incluida
Nannopterum auritum	Cormorán orejudo	Phalacrocoracidae	Acuática y costera	10	No incluida
Sceloporus cozumelae	Lagartija espinosa de Cozumel	Phrynosomatidae	Terrestre	2	Pr

Total	15 especies	9 familias		80	2 especies Pr

La especie más abundante fue la gaviota reidora (Leucophaeus atricilla), con 18 individuos (22.50 % del total), seguida por el cormorán orejudo (Nannopterum auritum), con 10 (12.50 %), el cenzontle tropical (Mimus gilvus), con 7 (8.75 %), y el playero diminuto (Calidris minutilla), el charrán mínimo (Sternula antillarum) y el picopando canelo (Limosa fedoa), con 6 individuos cada uno (7.50 %). Por su ambiente de uso, las especies marinas, costeras y de humedales costeros suman 9 especies y 60 individuos (75.00 %), mientras que las especies terrestres, asociadas al matorral de duna y a la zona urbana, suman 6 especies y 20 individuos (25.00 %): el cenzontle tropical, la paloma turca de collar, la calandria encapuchada, la lagartija espinosa de Cozumel, el chotacabras menor y la paloma alas blancas.

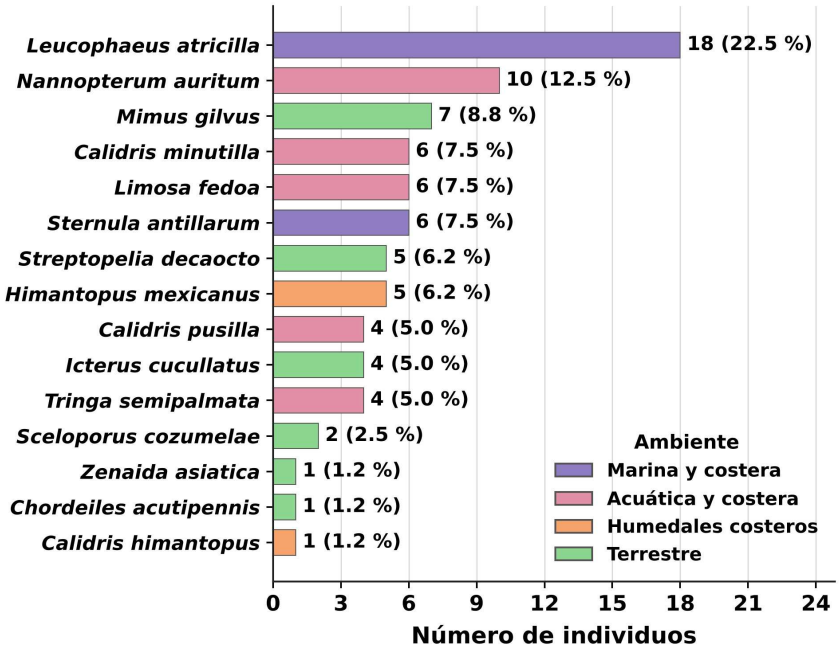


Figura 3.29. Número de individuos y abundancia relativa de las especies de fauna registradas en el Área de Estudio, por ambiente de uso.

Las aves marinas y costeras, como la gaviota reidora y el cormorán orejudo, así como las aves playeras, se registraron principalmente en la línea de costa, fuera del predio.

Su inclusión en el listado obedece a que algunos individuos llegaron a sobrevolar la porción norte del predio, próxima al límite de la costa; sin embargo, la mayor parte de sus desplazamientos se realizó sobre la línea de costa y no sobre el predio, y no se observó que se perchen ni que aniden en el sitio. El charrán mínimo, en particular, se registró únicamente en vuelo sobre la línea de costa, fuera del predio, sin que se observara que se posara o perchara en él. Las aves playeras, entre ellas el picopando canelo, los playeros diminuto, semipalmeado y zancón y el playero pihuiuí, se observaron alimentándose y descansando en la orilla de la playa, sobre los restos de pastos marinos depositados por el oleaje, y corresponden en su mayoría a especies migratorias neárticas que utilizan la costa norte de Yucatán durante su paso o su invernada.

El componente que hace uso directo del predio corresponde a las especies terrestres del matorral de duna, como el cenzontle tropical, la calandria encapuchada, las palomas y la lagartija espinosa de Cozumel, propia de la vegetación de duna costera.



Figura 3.30. Registro fotográfico de aves playeras en la línea de costa del Área de Estudio. (a) a (c) Grupo de picopandos canelos (Limosa fedoa) alimentándose y descansando en la orilla, sobre restos de pastos marinos; (d) playero del género Calidris en la franja de restos de pastos marinos de la playa.

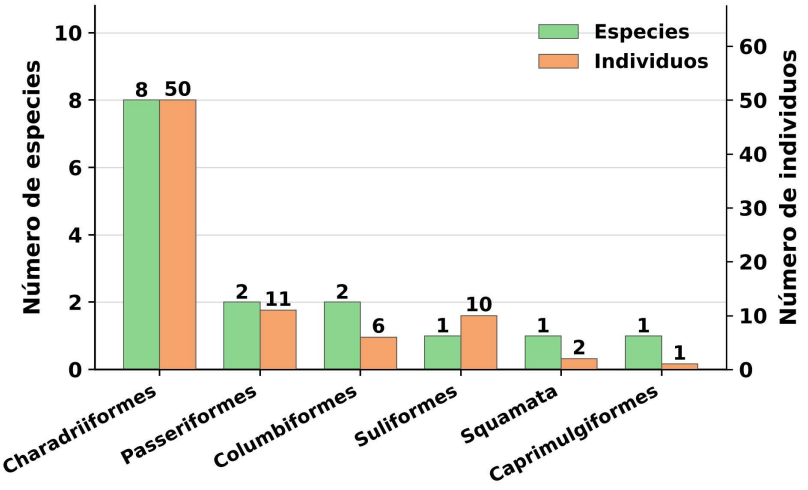


Figura 3.31. Número de especies e individuos por orden taxonómico de la fauna registrada en el Área de Estudio.

3.8.4 Diversidad y suficiencia del muestreo faunístico

Tabla 3.8 Indicadores de riqueza y diversidad de la fauna registrada en el Área de Estudio.

Indicador	Símbolo	Valor	Interpretación
Riqueza observada	S	15	14 aves y 1 reptil
Abundancia total	N	78	Individuos registrados
Diversidad de Shannon	H'	2.444	Media a alta (máximo teórico ln S = 2.708)
Diversidad de Simpson	$1 - \lambda$	0.893	Dominancia baja; destaca la gaviota reidora
Especies con un individuo	F1	3	Chordeiles acutipennis, Zenaida asiatica y Calidris himantopus
Especies con dos individuos	F2	1	Sceloporus cozumelae
Riqueza esperada	Chao 1	16.5	Intervalo de confianza al 95 %: 15.1 a 30.1
Completitud del inventario	S / Chao 1	90.9 %	Esfuerzo de muestreo suficiente

La comunidad faunística presentó una diversidad media a alta, con un índice de Shannon de 2.444, equivalente a 11.5 especies igualmente abundantes, frente al máximo teórico de 2.708, y un complemento de Simpson de 0.893, que indica una dominancia baja, en la que destaca la abundancia de la gaviota reidora, agrupada en

la línea de costa. Considerando únicamente las aves, el índice de Shannon fue de 2.387 y el complemento de Simpson de 0.888.

La curva de acumulación de especies basada en individuos muestra una pendiente decreciente hacia el final del muestreo: con tres especies representadas por un solo individuo y una por dos individuos, el estimador Chao 1 proyecta una riqueza esperada de 16.5 especies, de modo que el inventario registrado representa el 90.9 % de la fauna esperada. Este resultado indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la fauna del área de estudio en la temporada del muestreo; dado que la composición de las aves playeras y marinas de la costa varía a lo largo del año, el listado podrá complementarse con registros en otras temporadas, en particular durante la migración invernal.

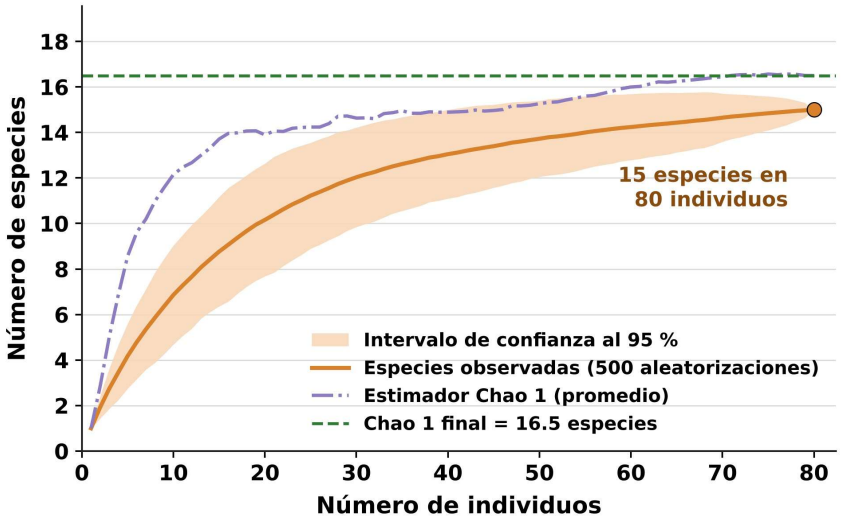


Figura 3.32. Curva de acumulación de especies de fauna basada en individuos (500 aleatorizaciones) y riqueza esperada según el estimador Chao 1.

3.8.5 Especies en categoría de riesgo, endémicas e introducidas

La revisión del listado faunístico frente al Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 identificó dos especies sujetas a protección especial (Pr): el charrán mínimo (Sternula antillarum) y la lagartija espinosa de Cozumel (Sceloporus

cozumelae). El charrán mínimo se registró únicamente en vuelo sobre la línea de costa, fuera del predio; no se observó que se posara ni que perchara en el predio, ni que anidara en él, por lo que su registro corresponde a su desplazamiento por el litoral contiguo y no a un uso del sitio.

3.8.4 Diagnostico Del Paisaje

El Área de Estudio se localiza en la franja litoral de San Crisanto, sobre la barra arenosa comprendida entre la playa y la calle interior, en un paisaje en el que la ocupación humana es el elemento dominante. En el entorno inmediato del predio, la barra se encuentra lotificada y ocupada por viviendas de uso vacacional y habitacional, con bardas y cercas perimetrales, albercas, superficies compactadas y jardines con vegetación ornamental e introducida, comunicadas por la calle interior y por la carretera costera.

La vegetación original de la barra, el matorral de duna costera fue sustituida de manera progresiva por la lotificación, la construcción de viviendas y vialidades, el desmonte, el establecimiento de plantaciones de cocotero y de jardines y el movimiento de arena. Como resultado, el paisaje de duna perdió su continuidad y redujo sus funciones de estabilización del sustrato y de protección frente al oleaje, y hoy es un mosaico de superficies construidas y vegetación residual.

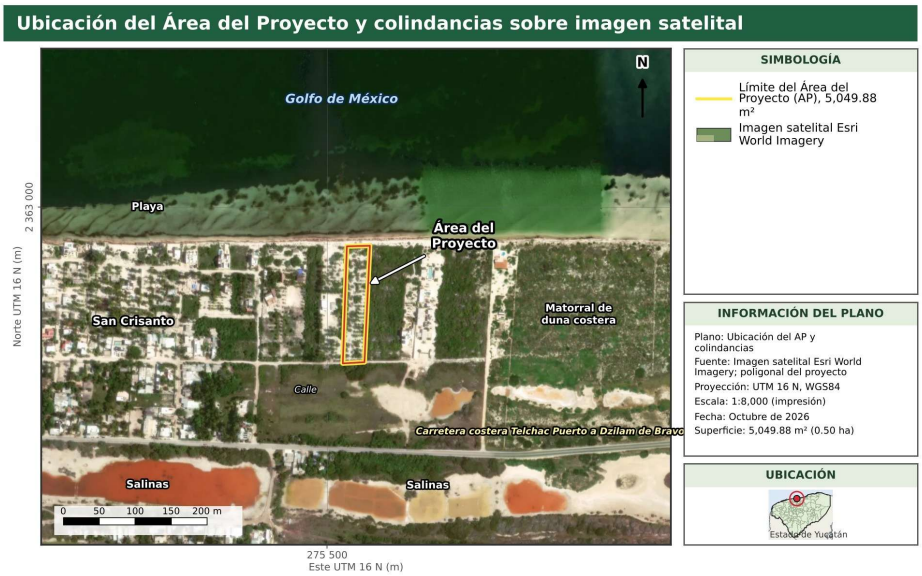


Figura 3.33. Ubicación del Área del Proyecto y colindancias sobre imagen satelital: matorral de duna costera al oriente, zona urbana de San Crisanto.

4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Inicialmente, es relevante subrayar que, según se desprende de secciones previas, el proyecto se dividirá en tres fases: preparación del sitio, construcción y operación. En este contexto, en esta sección se pretende identificar y clasificar los posibles efectos e impactos ambientales que el proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO" podría generar durante cada una de estas etapas.

4.1. **Metodología para identificar impactos ambientales.**

Un impacto ambiental se refiere a las consecuencias que surgen de las acciones ejecutadas en el desarrollo de un proyecto o actividad, generando alteraciones, ya sean positivas o negativas, en el entorno o en alguno de sus componentes

ambientales. Al respecto, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 3°, fracción XX, define al "Impacto Ambiental" como la: *"Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza"*.

Estas definiciones resaltan que cualquier iniciativa humana implica efectos que deben ser evaluados rigurosamente para determinar su naturaleza, cobertura y magnitud. En este contexto, el presente proyecto, al igual que cualquier otra obra de infraestructura, generará impactos tanto positivos como negativos. Por consiguiente, resulta crucial examinar de manera minuciosa los efectos resultantes de las actividades a emprender, con la finalidad de proponer estrategias técnico-ambientales destinadas a prevenir, mitigar o reducir los riesgos asociados. Asimismo, se busca identificar áreas de oportunidad que permitan maximizar los beneficios socioambientales del proyecto, logrando un enfoque integral que optimice el equilibrio entre el desarrollo de la obra y la conservación del entorno local.

Identificadores de impacto.

Un indicador de impacto se define como un elemento del entorno que experimenta alteraciones, o que posee el potencial de ser afectado por un agente de cambio. Esto implica que las distintas actividades planificadas dentro del proyecto pueden ejercer influencia sobre diversos aspectos ambientales, abarcando dimensiones físicas, químicas, bióticas, socioeconómicas y culturales.

A partir del desglose metodológico, se realizará un análisis exhaustivo de los componentes mencionados con el objetivo de evaluar de qué manera podrían ser impactados durante la ejecución de las obras. Este enfoque integral permitirá

identificar y comprender los posibles efectos que el proyecto tendrá sobre el entorno circundante. Cada indicador de impacto proporcionará una perspectiva detallada de las modificaciones potenciales, sirviendo como base para el desarrollo de estrategias específicas destinadas a mitigar los efectos adversos y potenciar los beneficios en cada una de las dimensiones consideradas. Este análisis detallado contribuirá a una toma de decisiones informada, así como a la implementación de medidas preventivas y correctivas que garanticen un equilibrio sostenible entre las actividades de la obra y la preservación del medio ambiente.

Estos indicadores pueden manifestarse como positivos o negativos, presentando variaciones a lo largo de la vida útil del proyecto. En consonancia con lo anterior, así como el proyecto se estructura en etapas cronológicas para su implementación, se adoptará un enfoque equivalente para llevar a cabo la evaluación de impacto ambiental. Este análisis escalonado permite una evaluación más precisa, considerando las particularidades y dinámicas específicas de cada fase.

A continuación, se muestra el listado de las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto **"VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO"** y, con base en esta lista, se analizarán los componentes físicos, químicos, bióticos y socioeconómicos que pudieran ser afectados de alguna manera durante la puesta en marcha del proyecto.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

COMPONENTE	INDICADOR
Abióticos (Físicos y Químicos)	Calidad del aire Calidad del suelo Estabilidad del suelo

	Calidad de agua subterránea Disponibilidad de Agua Generación de ruido
Bióticos (Flora y Fauna)	Vegetación Terrestre Fauna Terrestre Hábitat Terrestre
Abióticos	Estructura del paisaje Microclima Calidad sanitaria del ambiente
Socioeconómicos	Empleo y mano de obra Infraestructura y servicios Calidad de vida Patrones de vida

Descripción de los indicadores ambientales

- *Calidad del aire: emisiones de los vehículos automotores y maquinaria pesada utilizada en las diferentes etapas del proyecto, así como la dispersión del polvo producto de su circulación y el transporte de material pétreo.*
- *Calidad del suelo: daños producidos por el lixiviado de los residuos generados, cambios en el relieve por cortes o rellenos, contaminación por derrame de sustancias.*
- *Estabilidad del suelo: modificaciones que producirá el proyecto en relación a hundimientos y deslizamientos en el sitio.*
- *Calidad del agua subterránea: infiltraciones o vertidos accidentales de contaminantes, tales como: lixiviados, agua residual sin tratamiento, derrames de aceites o combustibles.*
- *Generación de ruido: ruido generado por los vehículos y maquinaria pesada utilizada durante las diferentes etapas del proyecto.*
- *Vegetación terrestre: efectos directos hacia la vegetación presente en la zona y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio.*
- *Hábitat terrestre: efectos directos sobre la fauna, su desplazamiento hacia otras zonas, muerte accidental de especies, reducción o deterioro de sitios de resguardo, etc.*
- *Estructura del paisaje: tomándolo en cuenta como una unidad espacial con patrones de distribución, funcionalidad y flujos de materia, energía e información; se analizarán las afectaciones que el proyecto genere sobre este.*

- *Microclima: Conjunto de afectaciones atmosféricas que caracterizan a un contorno o ámbito reducido. Se hace referencia a todas las modificaciones locales que afecten a pequeña o gran escala directamente a una comunidad.*
- *Calidad sanitaria del ambiente: evalúa las condiciones de servicios ambientales en la zona como: presencia de residuos sólidos y peligrosos, generación de olores o gases y proliferación de fauna nociva.*
- *Empleo y mano de obra: oportunidades de empleo que generará el proyecto. Se consideran únicamente empleos directos temporales o permanentes que puedan surgir.*
- *Infraestructura y servicios: servicios e infraestructura adicionales que se requiera contratar tales como: renta de sanitarios, recolección de basura, renta de maquinaria para mantenimiento, etc.*
- *Calidad de vida: condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región afectados por el proyecto. Toma en cuenta servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud y sanidad (recolección de basura, tratamiento de residuos, etc)*
- *Patrones de vida: modificaciones en la vida de los habitantes del sitio y colindancias.*

4.2. **Selección y Justificación de la Metodología:**

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se propone un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivados de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batelle-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 (Fernández, V y Vitoria, 2000)

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impacto 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, potencialmente, serán impactados, se realizarán matrices que relacionan dichos aspectos para así, obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales. Para su análisis se tomarán en cuenta los siguientes criterios de evaluación: carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc.

En la siguiente tabla se describen dichos criterios de evaluación:

Criterios de evaluación.

	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)	Alta.	
		(8)	Muy alta.	
		(12)	Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	**Extensión del impacto.**			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(1)	Puntual.	Efecto muy localizado.
		(2)	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		(4)	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno
		(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una

				situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	**Sinergia.**			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1)	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	**Persistencia.**			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1)	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	**Efecto.**			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.	(D)	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(I)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
(MO)	**Momento del impacto.**			
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo	(1)	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.

	del efecto sobre el factor ambiental.	(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.
		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	**Acumulación.**			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1)	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
(MC)	**Recuperabilidad.**			
	Posibilidad de introducir	(1)	Recuperable	El efecto puede recuperarse

	medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.		de inmediato.	parcialmente.
		(2)	Recuperable a mediano plazo.	
		(4)	Mitigable.	
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	**Reversibilidad.**			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	(1)	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificultad 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	IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]		

	anteriormente			
(CLI)	**Clasificación del impacto.**			
	Partiendo del análisis del rango de la variación del mencionado 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)	CRÍTICO	Si el valor es mayor que 75

No existe una metodología única o específica para cada proyecto o tipo de impacto; por lo tanto, la selección del método de evaluación aplicable debe realizarse en función de las acciones que se pretendan emprender, los recursos naturales disponibles, la calidad de la información existente y otros factores determinantes, siendo viable la utilización y combinación de diversas metodologías para evaluar un mismo proyecto.

Los impactos ambientales sobre los componentes del entorno son el resultado de la acumulación de efectos de diversa magnitud y alcance. Aunado a esto, las condiciones del medio donde se desarrollan las actividades varían significativamente de un proyecto a otro, lo que significa que cada medio receptor posee una mayor o menor capacidad de resiliencia ante las alteraciones producidas por las obras. En este sentido, los impactos varían en cuanto a su intensidad e importancia debido a dos factores principales:

1. Las características propias del proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO": Tales como su magnitud, la duración de las actividades y los métodos constructivos u operativos empleados.

2. Las características específicas del medio receptor: Tales como la cercanía a áreas naturales protegidas o zonas de conservación, la fragilidad del ecosistema, el tipo de vegetación presente, la estructura del paisaje y la conectividad del hábitat.

Partiendo de lo anterior, se vuelve indispensable identificar los impactos examinando detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes ambientales. Por lo tanto, a continuación se presenta la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales para todas las etapas del proyecto:

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	**IMPACTOS IDENTIFICADOS**	**ETAPA DE OCURRENCIA**
FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS	Calidad del Aire	La entrada y salida de los vehículos y maquinarias del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	PS - C - O
		Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	PS - C - O
	Calidad del suelo	Se consideran las afectaciones de los lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	PS - C
		Posible afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	PS – C
	Estabilidad del Suelo	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación, se disminuirá la	PS- C

		cubierta natural en la superficie a utilizar.	
	Calidad de Agua Subterránea	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a la contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	PS - C - O
	Disponibilidad de agua	Durante la operación el proyecto necesitará el abastecimiento de agua para su funcionamiento.	O
	Generación de ruido	La construcción generará emisiones sonoras.	PS - C
FACTORES BIÓTICOS	Vegetación terrestre	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	PS
	Fauna Terrestre	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	PS - C
	Hábitat Terrestre	Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto.	PS – C
FACTORES ABIÓTICOS	Estructura de paisaje	Creará un paisaje modificado que cambiará la calidad visual de la zona.	PS - C - O
	Microclima	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	PS - C - O
	Calidad sanitaria del ambiente	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	PS - C - O

		Residuos de la vivienda generados en la etapa de operación.	O
FACTORES SOCIOECONÓMICOS	Empleo y mano de obra	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	PS - C - O
	Infraestructura y servicios	Durante algunas etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados	PS - C
		Durante la etapa de operación se requerirá los servicios de Recolección de basura	O
	Calidad de vida	Ganancias económicas por el empleo temporales de los trabajadores	PS - C - O
	Patrones de vida	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra.	PS - C – O

4.3. Matriz de identificación de impactos.

Evaluación de los impactos.

Posterior a la identificación de los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a las distintas etapas del proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO", se procedió a realizar la evaluación de cada uno de ellos mediante un sistema de valoración cuantitativa.

La evaluación consistió en asignar valores numéricos a los factores impactados, tomando como referencia los criterios de análisis previamente establecidos. Una vez

obtenidos los valores individuales, se realizó la suma total de cada impacto para determinar su nivel de significancia conforme a la siguiente clasificación:

Clasificación	*Rango de Valor*
Compatible (CO)	*≤ 25*
Moderado (M)	*25 – 50*
Severo (S)	*> 50 y < 75*
Crítico (C)	*> 75*

El procedimiento aplicado se fundamenta en la metodología propuesta por Fernández Vítora (2000), desarrollada en la publicación "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental". Para el presente estudio, las matrices correspondientes a cada etapa del proyecto fueron integradas en una matriz única de análisis, permitiendo evaluar de manera integral los factores ambientales involucrados.

Esta integración facilita la comparación de impactos entre etapas y permite identificar aquellos con mayor relevancia ambiental, social o económica, contribuyendo así al diseño de medidas específicas de prevención, mitigación y control para cada fase del proyecto.

En el apartado siguiente se presenta la matriz general de evaluación de impactos correspondiente a las diferentes etapas del proyecto.

FACTOR IMPACTADO	ETAPA EN LA QUE SE GENERARÁ EL IMPACTO	**VALORIZACIÓN POR CRITERIO**											
		CI	**I**	**EX**	**SI**	**PE**	**EF**	**MO**	**AC**	**MC**	**RV**	**PR**	**IM**
CALIDAD DEL AIRE	Preparación del sitio	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-13**
	Construcción	-	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-16**
	Operación y Mantenimiento	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-13**

CALIDAD DEL SUELO	Preparación del sitio	-	2	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-18**
	Construcción	-	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-17**
	Operación y Mantenimiento	-	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-13**
ESTABILIDAD DEL SUELO	Preparación del sitio	-	1	2	2	4	1	4	1	4	4	1	**-24**
	Construcción	-	1	2	2	1	1	4	1	4	4	1	**-21**
	Operación y Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
CALIDAD DE LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	Preparación del sitio	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-16**
	Construcción	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-16**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**-13**
GENERACIÓN DE RUIDO Y SUPERFICIE AFECTADA	Preparación del sitio	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**-13**
	Construcción	-1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**-14**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**-9**
COBERTURA DE VEGETACIÓN	Preparación del sitio	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	4	1	**-19**
	Construcción	-1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	**-12**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	**-12**
DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA	Preparación del sitio	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	**-16**

	Construcción	-1	1	1	2	4	1	4	4	1	1	1	**-19**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	**-13**
IMPACTO AL HÁBITAT	Preparación del sitio	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	4	1	**-22**
	Construcción	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	4	4	**-25**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	**-16**
CALIDAD SANITARIA DEL PAISAJE	Preparación del sitio	-1	2	1	2	1	1	4	1	4	1	4	**-20**
	Construcción	-1	2	1	2	1	1	4	1	4	1	1	**-17**
	Operación y Mantenimiento	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	1	4	**-22**
CALIDAD ESTÉTICA DEL PAISAJE	Preparación del sitio	-1	4	1	2	4	1	4	1	4	4	4	**-28**
	Construcción	-1	4	1	2	4	1	4	1	4	4	4	**-28**
	Operación y Mantenimiento	-1	2	1	2	4	1	4	1	2	2	2	**-20**
ECONOMÍA LOCAL Y GENERACIÓN DE EMPLEO	Preparación del sitio	1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	1	**19**
	Construcción	1	2	4	2	4	1	4	1	1	1	4	**25**
	Operación y Mantenimiento	1	4	4	2	4	1	4	1	2	2	4	**29**
CALIDAD DE VIDA Y BENEFICIOS SOCIALES	Preparación del sitio	1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	1	**19**
	Construcción	1	2	4	2	4	1	4	1	1	1	4	**25**

	Operación y Mantenimiento	1	4	4	2	4	1	4	1	2	2	4	**29**
PATRONES DE VIDA SOCIAL	Preparación del sitio	1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	1	**16**
	Construcción	1	2	1	2	4	1	4	1	1	1	4	**22**
	Operación y Mantenimiento	1	4	1	2	4	1	4	1	2	2	4	**26**

Una vez analizados estos valores, como se mencionó anteriormente, se realizó una ponderación y un cálculo de promedios para determinar el nivel de incidencia de cada impacto por etapa del proyecto. En la siguiente tabla se resumen dichos promedios.

Promedios.

SUBSISTEMA	**FACTOR**	**ETAPA DEL PROYECTO**			**VALOR DEL IMPACTO**	
		PREPARACIÓN DEL SITIO	**CONSTRUCCIÓN**	**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**	**PROMEDIO DEL FACTOR**	**PROMEDIO DEL SUBSISTEMA**
ABIÓTICO	CALIDAD DEL AIRE	-13	-16	-13	-14,0	-7,1
	CALIDAD DEL SUELO	-18	-25	26	-5,7	
	ESTABILIDAD DEL SUELO	-16	-16	0	-10,7	
	CALIDAD DE LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	0	-15	29	4,7	

	GENERACIÓN DE RUIDO Y SUPERFICIE AFECTADA	-14	-16	0	-10,0	
BIÓTICO	COBERTURA DE VEGETACIÓN	-17	-20	19	-6,0	-5,3
	DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA	-17	-20	19	-6,0	
AMBIENTAL	IMPACTO AL HÁBITAT	-20	-21	29	-4,0	
	CALIDAD SANITARIA DEL PAISAJE	-21	-25	25	-7,0	-5,7
	CALIDAD ESTÉTICA DEL PAISAJE	-21	-25	27	-6,3	
SOCIOECONÓMICO	ECONOMÍA LOCAL Y GENERACIÓN DE EMPLEO	-18	-19	26	-3,7	
	CALIDAD DE VIDA Y BENEFICIOS SOCIALES	18	23	27	22,7	19,3
	PATRONES DE VIDA SOCIAL	17	23	25	21,7	

PROMEDIO		18	23	27	22,7	
		16	-16	30	10,0	
		-7,1	-5,3	5,7	19,3	**12,5**

Analizando los resultados obtenidos mediante las matrices de evaluación de impacto ambiental, se concluye que el subsistema ambiental que presentará la mayor incidencia de impactos negativos corresponde al componente paisajístico, principalmente en lo referente a la calidad estética del paisaje. Esto se debe a que el proyecto contempla la construcción de edificaciones e infraestructura complementaria, incluyendo áreas de servicios y amenidades, lo que generará una modificación visual del entorno actual.

No obstante, la magnitud de estas afectaciones se considera reducida, debido a que el proyecto se encuentra inmerso y colindante con una zona urbana consolidada, donde previamente existe presencia de infraestructura y actividades asociadas al desarrollo urbano. Por lo anterior, la incorporación del proyecto no representará una alteración significativa de las condiciones paisajísticas predominantes de la zona.

Aunado a lo anterior, la cobertura de la vegetación se verá impactada en igual forma, debido a las labores de limpieza del predio; sin embargo, es importante mencionar que únicamente se impactará las zonas del predio absolutamente necesarias para el proyecto.

Del mismo modo es necesario destacar que, el subsistema socioeconómico será el más impactado positivamente, con la generación de nuevos empleos para las comunidades cercanas, así como opciones nuevas de vivienda y desarrollo social.

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

En este capítulo se darán a conocer el diseño y el programa de ejecución o aplicación de las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y compensar los impactos adversos que el proyecto "VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN SAN CRISANTO" pueda tener en la etapa de desarrollo.

Se presentarán medidas preventivas o protectoras para evitar o minimizar los impactos que pueda conllevar el desarrollo del proyecto, antes de que se lleguen a producir.

Las medidas mitigadoras por otro lado son aquellas que se utilizarán para subsanar los daños que inevitablemente se ocasionarán durante todas las etapas del desarrollo del proyecto, de manera que sea posible concretar las acciones sobre las causas que las han originado.

El conjunto de las medidas mencionadas en el presente capítulo se deberá poner en práctica en todas las fases del proyecto, es decir, preparación, construcción y operación del sitio.

Descripción de las medidas y/o programas de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

La aplicación de las medidas preventivas contemplan el diseño y la ejecución de obras y actividades implicadas para prevenir los posibles impactos negativos que el desarrollo de este proyecto podría llegar a generar sobre el entorno humano y natural.

Para este proyecto, se han establecido una serie de medidas que podrán ser aplicadas para evitar dichos impactos negativos durante sus diferentes etapas.

A continuación, se presenta un listado de las medidas propuestas

Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del proyecto.

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan	**Componente ambiental impactado**	**Impacto ambiental**	**Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)**

con el Proyecto			
Desarrollo de torre departamental en la localidad de San Crisanto.	Suelo y cobertura vegetal	Cambio de uso del suelo y disminución de vegetación secundaria	Impacto negativo, permanente, local, de intensidad moderada y acumulativo, derivado del crecimiento urbano de la zona costera.
Construcción y operación de la torre departamental	Calidad del aire y ambiente sonoro	Generación de emisiones atmosféricas y ruido	Se prevé un impacto positivo derivado del fomento a la economía local, la generación de empleos y la contribución al desarrollo urbano de la localidad. Por otra parte, se identifica un impacto negativo de carácter temporal e intermitente, de extensión local y baja intensidad, asociado principalmente al incremento del tránsito vehicular y a las actividades comerciales relacionadas con el

			desarrollo del proyecto.
Operación de infraestructura urbana y sanitaria	Agua subterránea	Generación de aguas residuales domésticas	Impacto negativo, permanente y local, de intensidad moderada, mitigable mediante sistemas adecuados de tratamiento y disposición sanitaria.

Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad	Efectos	Tipo de Medida	Descripción de la medida	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
Preparación del sitio	Delimitación y limpieza del predio	Flora y suelo	Remoción de vegetación secundaria y alteración superficial del suelo	Impacto negativo, temporal, puntual y de baja intensidad, debido a que el predio se encuentra en una zona costera y cerca de la franja costera	Reducción parcial de cobertura vegetal	Prevención y mitigación	Se delimitarán previamente las áreas de conservación equivalentes al 27.90% de la superficie total del predio, evitando afectaciones fuera del área autorizada. La limpieza será manual y selectiva en la medida de lo posible. Aplicación única durante la preparación del sitio.	Evidencia fotográfica de delimitación y conservación de áreas verdes; porcentaje de superficie conservada.

Preparación del sitio / Construcción	Reubicación de especies	Flora y Fauna	Perturbación de la flora y fauna de la zona	Impacto negativo, temporal, puntual y mitigable	Afectación de la flora y fauna de la zona	Prevención	Se diseñará e implementará un Programa de Rescate, Ahuyentamiento y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, mediante el cual se realizará el rescate y la reubicación de los ejemplares de la flora y fauna que se localicen dentro del polígono del proyecto. Los organismos rescatados serán reubicados preferentemente en el área de conservación del proyecto o, en su caso, en sitios con condiciones ambientales iguales o más favorables para	La verificación del cumplimiento y la eficacia de esta medida se realizará mediante evidencia fotográfica de la implementación del Programa de Rescate, Ahuyentamiento y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, así como a través de recorridos de inspección efectuados antes, durante y después de las actividades de preparación del sitio, con la finalidad de corroborar que no permanezcan ejemplares

							su establecimiento y supervivencia, todo ello de conformidad con las autorizaciones, lineamientos y disposiciones emitidas por la autoridad ambiental competente.	rezagados dentro de las áreas de intervención. Asimismo, se integrarán bitácoras de campo y reportes técnicos que documenten las acciones realizadas, el número de ejemplares rescatados y reubicados, así como los sitios de liberación y las condiciones observadas durante el seguimiento.
Preparación del sitio	Movimiento de maquinaria y materiales	Calidad del aire y ambiente sonoro	Emisión de polvo y ruido	Impacto negativo, temporal, local y de baja intensidad	Alteración temporal de la calidad del aire y	Prevención	Se implementará el riego periódico de las áreas de trabajo para reducir la generación y	Bitácoras de mantenimiento y registros

					confort acústico		dispersión de partículas de polvo, así como el mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos utilizados durante la obra, en cumplimiento de las disposiciones establecidas en las NOM-041-SEMARNAT y NOM-045-SEMARNAT. Estas medidas se aplicarán de manera continua durante toda la etapa de construcción. Asimismo, los servicios de mantenimiento y reparación de la maquinaria y los	fotográficos de riego del predio.

							vehículos se realizarán en talleres especializados externos al área del proyecto, con la finalidad de evitar la generación de residuos, emisiones y posibles afectaciones derivadas de estas actividades dentro del predio.	
Construcción	Construcción de la torre departamental	Suelo y paisaje urbano	Modificación del paisaje y compactación del suelo	Impacto negativo, permanente, local y de intensidad moderada	Transformación visual del entorno inmediato	Mitigación	El proyecto mantendrá una integración urbana acorde con el entorno existente y conservará áreas verdes que funcionarán como amortiguamiento visual y ambiental. Esta medida se aplicará de forma	Supervisión del cumplimiento del diseño autorizado y conservación de áreas verdes propuestas.

							continua durante toda la etapa constructiva.	
Construcción	Generación de residuos de construcción	Suelo	Acumulación de residuos sólidos	Impacto negativo, temporal, puntual y mitigable	Riesgo de contaminación del suelo	Mitigación	Los residuos serán separados, almacenados temporalmente y trasladdos mediante prestadores autorizados hacia sitios de disposición final aprobados. Esta medida tendrá una aplicación continua durante toda la etapa de construcción.	Comprobantes de recolección y disposición final de residuos.
Operación	Desarrollo departamental	Agua subterránea	Generación de aguas residuales domésticas	Impacto negativo, permanente, local y de intensidad moderada	Riesgo de infiltración y contaminación del acuífero	Prevención y mitigación	Se contará con un sistema adecuado para el tratamiento y manejo de aguas residuales en estricto cumplimiento con la normatividad aplicable, evitando	Funcionamiento del sistema sanitario y evidencia de mantenimiento periódico.

							por completo las descargas directas al subsuelo. Esta medida tendrá una aplicación permanente durante toda la etapa de operación.	
Operación	Uso y mantenimiento de áreas verdes	Microclima y paisaje	Conservación de cobertura vegetal y regulación térmica	Impacto positivo, permanente, local y de intensidad moderada	Mejora paisajística y mantenimiento de infiltración natural	Compensación y restauración	Se conservará el 27.90% del predio como área de conservación y áreas verdes, favoreciendo con ello la infiltración pluvial y la permanencia de la vegetación nativa. Esta medida requerirá un mantenimiento permanente durante	Superficie efectiva conservada y estado fitosanitario de la vegetación.

							toda la etapa de operación.	

Indicadores de Cumplimiento:

Indicador para la Medida de Manejo de Residuos Sólidos: El parámetro de éxito consiste en mantener el área del proyecto completamente libre de contaminantes dispersos mediante la correcta distribución y uso de contenedores en el sitio. El indicador cuantitativo y cualitativo se define como la recolección, el manejo integral y el posterior retiro del 100% de los residuos sólidos generados a través de una empresa debidamente autorizada para su disposición final, mitigando con ello la afectación potencial al suelo, subsuelo, cuerpos de agua y paisaje local.

Indicador para la Medida de Manejo de Sustancias Contaminantes: Ante la ocurrencia de fugas incidentales en la maquinaria pesada o vehículos de transporte, el parámetro de cumplimiento obliga a la suspensión inmediata de las actividades del equipo involucrado y a su posterior retiro del área operativa para su traslado a un taller especializado. El indicador de efectividad se fundamenta en la utilización total de materiales absorbentes industriales para lograr el control y confinamiento absoluto del derrame, cumpliendo así con el objetivo técnico de evitar la contaminación del suelo, el subsuelo y la infiltración hacia el manto freático.

Indicador para la Vigilancia y Delimitación: El parámetro técnico de cumplimiento consiste en la comprobación y verificación constante en campo, mediante el uso de dispositivos de posicionamiento global (GPS), de que todas las actividades constructivas y operativas se desarrollen de manera exclusiva dentro de las áreas de desplante autorizadas. Este indicador garantiza de forma objetiva la total ausencia de invasiones, afectaciones o desmontes fuera de los límites perimetrales del predio.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

Se entrega un ejemplar impreso del **Manifiesto de Impacto Ambiental**, acompañado de su respectiva versión digital en formato PDF, almacenada en tres dispositivos USB. Dicho material integra el proyecto completo, incluyendo imágenes, planos y demás información técnica necesaria.

En cuanto a los anexos, se anexan al presente documento los planos definitivos; la copia de la identificación oficial (INE) y del Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la persona promovente; la cédula profesional del responsable del estudio; el resumen ejecutivo del mismo; el Plan de Manejo Integral de Residuos.

4.1. Bibliografía.

5. Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Quintana, P., y Zinck, J. A. (2011). Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatan, Mexico. Geomorphology, 135(3), 308-321.

6. Brokaw, N., Bonilla, N., Knapp, S., MacVean, A., Ortiz, J. J., Peña-Chamorro, M., . & Tun-Garrido, J. (2011). Arboles del mundo maya. Natural History Museum, Mérida.

7. Calderón R., Bahena B., Calmé S. (2005). Anfibios y reptiles de la reserva de la biosfera de Sian Ka´an y zonas aledañas. Fondo para el medio ambiente mundial. Quintana roo, México. 111p

8. Centro De Investigaciones Científicas De Yucatán. (s.f). *Flora de la península de Yucatán. de*

9. Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.

10. Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 150 pgs.

11. Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

12. Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.

13. Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán, Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.

14. Fernández, V y Vitora (2000). Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental". Segunda edición. Madrid, España.

15. Flores, S. J. y Espejel, C. I. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Fasc. 3. UADY. 135 p.

16. Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).Friedman, J. B. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.

17. García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kopen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Reporte Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

18. García-Gil, G. y Graniel-Castro E. (2010). Geología. En Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, Durán García R. y M. Méndez González (eds.). Mérida [Yucatán]: Centro de Investigación Científica de Yucatán / Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán, 4–6.

19. Guadarrama P., Salinas P.L, Ramos Z.J., Castillo A.S., Bonilla V. L., Chiappa C.X. 2016. Métodos de estudio en comunidades vegetales costeras de Yucatán y guía de campo. Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de apoyo a proyectos para la innovación y mejoramiento de enseñanza (PAPIME). Mérida, Yucatán. 171 p.

20. Hubp, J. L., Quesado, J. F. A., y Pereño, R. E. (1992). Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán. Revista mexicana de ciencias geológicas, 10(2), 143-150.

21. J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.

22. Leirana-Alcocer, J. L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.

23. Llamosa N. E., Rodríguez M. G., (2011). Aves comunes de la península de Yucatán. Editorial Dante. Mérida Yucatán. 144p.

24. López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág, 3.

25. Macías Medrano, J. M., y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México. Investigaciones geográficas, (83), 74-87.

26. Matteucci. D. s., Colma A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía 22. Serie biología. Secretaria general de la organización de los estados americanos, programa regional de desarrollo científico y tecnológico, Washington D.C.

27. Miller TE., Gornish E.S. y Buckley H.L. (2010). Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. Plant ecology 206:97–104.

28. Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.

29. Orellana R., Balam K.M., Bañuelos I., García M.E., González–Iturbe J.A., Herrera C.F. y Vidal L.J. 1999. Evaluación climática. En: García de Fuentes A. y Córdoba–Ordoñez J. Eds. Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán, pp.163–182 Universidad Autónoma de Yucatán, México.

30. Pennington T.D. y Sarhukán J. 1998. Arboles tropicales de México. Universidad Nacional Aútonoma de México y Fondo Cultural. México, D.F. 52 1 p.

31. Pla, Laura. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia, 31(8), 583-590. Recuperado en 10 de agosto de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442006000800008&lng=es&tlng=es

32. Secretaría de desarrollo sustentable. (S. F.). Bitácora ambiental, Programa del Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán. https://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/index.php

33. Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A., y Durán, R. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (86), 37-51.

34. Tun-Dzul, F. y Manzanilla-Domínguez, H. (2005). Los Huracanes: Su Impacto en la Península de Yucatán en los Últimos 100 años.

35. UNAM. (2010). Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. www.mareografico.unam.mx.

- Bautista, F. (2010). El suelo. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY/PPD-FMAM/CONABIO/SEDUMA, Mérida, 14-16.
- Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Quintana, P., y Zinck, J. A. (2011). Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatan, Mexico. Geomorphology, 135(3), 308-321.
- Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.
- Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 150 pgs.
- Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- DOF. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de

riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Jueves 30 de diciembre de 2010.

- Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.
- Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán, Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.
- Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).Friedman, J. B. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.
- Friedman, J. B. (Ed.). (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Reporte Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García-Gil, G. y Graniel-Castro E. (2010). Geología. En Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, Durán García R. y M. Méndez González (eds.). Mérida [Yucatán]: Centro de Investigación Científica de Yucatán / Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán, 4–6.

- Hubp, J. L., Quesado, J. F. A., y Pereño, R. E. (1992). Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán. Revista mexicana de ciencias geológicas, 10(2), 143-150.
- J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.
- Leirana-Alcocer, J. L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.
- López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág, 3.
- Macías Medrano, J. M., y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México. Investigaciones geográficas, (83), 74-87.
- Potenciano, A. B., Cubells, F., Andueza, V. I. L., Martínez, V. C. O., Girbés, P. M., & Palmar, E. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR).
- Secretaria de Fomento Económico (SEFOE). http://www.sefoe.yucatan.gob.mx/secciones/ver/yobain
- Consultado el día xx de xxxx
- Miller TE., Gornish E.S. y Buckley H.L. (2010). Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. Plant ecology 206:97–104.
- Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.
- Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A., y Durán, R. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (86), 37-51.

- Tun-Dzul, F. y Manzanilla-Domínguez, H. (2005). Los Huracanes: Su Impacto en la Península de Yucatán en los Últimos 100 años.
- UNAM. (2010). Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. www.mareografico.unam.mx.

LITERATURA CITADA.

- Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.
- Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 150 pgs.
- Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.
- Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán, Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.
- Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).Friedman, J. B. (2009).

Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.

- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Reporte Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.
- Leirana-Alcocer, J. L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.
- López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág, 3.
- Macías Medrano, J. M., y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México.
- Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.
- UNAM. (2010). Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. www.mareografico.unam.mx.