Capítulo 1

1.1.1 Nombre del Proyecto:

"Construcción y Operación de un Desarrollo inmobiliario suburbano denominado Calmarea"

I.1.2 Ubicación del proyecto

Ubicación: Tablaje 108606 Carretera Núm. 261 Hunucmá – Sisal Puerto. El polígono correspondiente, se localiza adyacente a la carretera y dista a 4.5 km de la población de Hunucmá, dentro la jurisdicción administrativa del municipio de Hunucmá.

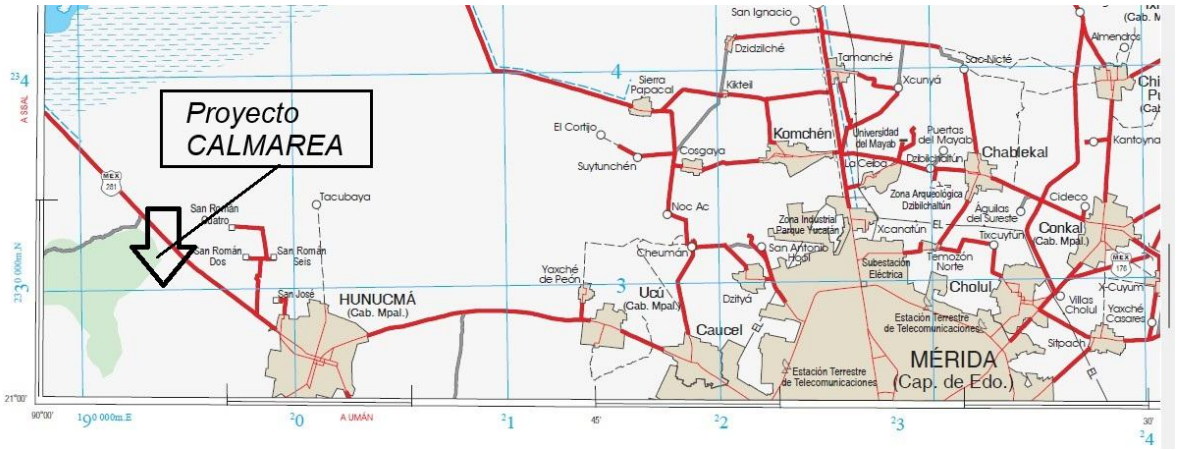


Figura I.

Se presenta el Cuadro de construcción con coordenadas UTM y vértices del sitio del proyecto.

Coordenadas UTM del Predio Tablaje 108606		
vértice	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	195,482.9100	2,330,904.1300
2	195,683.0800	2,330,753.3800
3	195,749.0700	2,330,703.6800
4	194,451.0000	2,330,525.6700
5	194,426.4200	2,330,534.9900
6	194,438.3300	2,330,555.5800
7	194,188.4300	2,330,717.4200

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil del proyecto es indefinido, debido a que la infraestructura y desarrollo inmobiliario tendrá un mantenimiento constante.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

En el anexo 3 se presenta la documentación legal correspondiente al presente estudio. Escritura Pública 7ante la fe del Notario Núm. 62, Rodrigo de Atocha Franco Mendoza, Acta Núm.565, Tomo 9, Libro segundo Folios 1 al 268, 28 de noviembre del 2023.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Alberto Armando Ceballos Loeza

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

CELA7002013AX2

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

I.2.4 Dirección del promovente

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Cedula Profesional:

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Capítulo 2

II. 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.
2.1.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO
2.1.1. Naturaleza del proyecto.

Consiste en un desarrollo inmobiliario de tipo división de lotes de manera equilibrada de acuerdo a un ordenamiento que permita a los habitantes gozar de un ambiente saludable con niveles de bienestar y sustentabilidad como parte de un proceso que constituye un encadenamiento dinámico de obras y acciones que según los planes establecidos, en el Plan maestro del proyecto Calmarea, se transforma el entono de una manera respetuosa del ambiente y buscando incrementar la calidad de vida de sus habitantes y ser un detonador del desarrollo de la sociedad.

El proyecto de Construcción y Operación de un Desarrollo inmobiliario suburbano denominado Calmarea, consiste en la división de un predio, la lotificación de una superficie de Terreno de 300,004.07 m^2, lo que equivale aproximadamente a 30 hectáreas, en base a un Plan Maestro de lotificación de una poligonal de 30 hectáreas, compuesto por 5 macro lotes y en el Interior de los macro lotes 5 privadas habitacionales, que en conjunto suman un total de 564 Lotes, en torno a un eje central de áreas recreativas.

Una vialidad principal conecta la carretera Núm. 261, Hunucmá – Sisal con el acceso al desarrollo a partir de ahí, el arroyo vehicular es de una sola vía 8.50 m de ancho, 2 carriles de 3.50 m cada uno. Para favorecer la movilidad no motorizada está proyectada una ciclovía de 1.50 m, que a manera de circuito bordea el corazón o parque lineal donde se alojan las actividades quedando rodeado por los Privadas Habitacionales, Unifamiliar hacia el interior.

Áreas verdes y equipamiento; el Parque Lineal es el centro de la Composición, entre las que podemos nombrar, la Casa Club con su Salón de Usos Múltiples bajo Palapas, Servicios sanitarios y cocina, áreas recreativas: como Parque Infantil incluyendo, Jardines de Eventos. Así como una zona deportiva, con canchas de Padel, Usos Múltiples, Vóleibol, Pista de Jogging.

Calles blancas de terracerías construidos mediante compactación de tierra y piedra, utilizando maquinaria, y materiales disponibles en el sitio, o con material abastecido de banco de material autorizado tipo subbase y nivelación.
Las vialidades interiores dentro de los Privadas son calles blancas, cuenta con banquetas y guarniciones e iluminación.

La Introducción de agua potable y su red domiciliaria, en cada uno de los lotes para dotar de agua a las viviendas que se construirán sobre estos. El tratamiento de aguas

negras será mediante el sistema SITAR DLD-14. Este mismo criterio se utilizará para los servicios de la Casa Club.

La red eléctrica con instalación de energía eléctrica de media tensión la electrificación y alumbrado público de áreas comunes.

2.1.2. Selección del sitio.

Para la selección del sitio del proyecto de Construcción y Operación de un Desarrollo inmobiliario suburbano denominado Calmarea, se tomó en cuenta el enfoque de los objetivos del desarrollo sostenible de las naciones unidas, en particular el objetivo 11: Lograr que las ciudades y comunidades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.

El sitio del proyecto es una zona suburbana convenientemente ubicada en un tipo de uso de suelo compatible con el desarrollo inmobiliario, de acuerdo con la política de ordenamiento territorial costero del estado de Yucatán, expresado en el documento denominado, Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, POETCY-2014, que define las Unidades de Gestión Ambiental que aplican al predio e Identificando la Unidad de Gestión Ambiental, **UGA-HUN-16-SEL-AP-2,** el cual permite el desarrollo inmobiliario como **compatible.**

Por tanto, se ubica en terrenos fuera de la barra arenosa del ecosistema costero, fuera de terrenos de manglar, y fuera de sabanas y zonas inundables. También se encuentra fuera de la poligonal de áreas naturales protegidas.

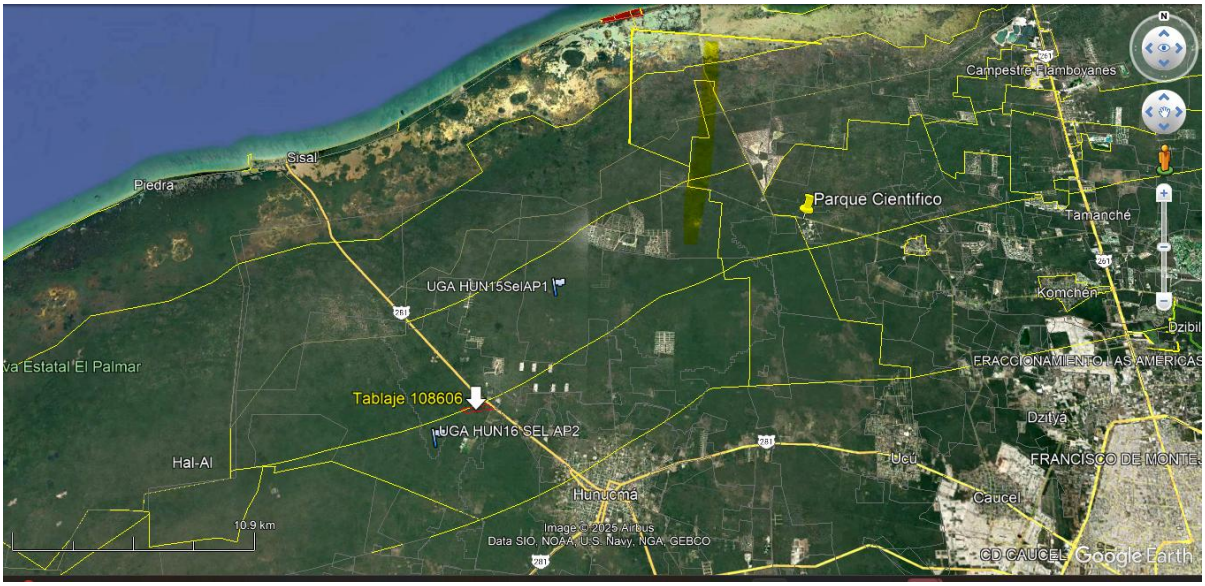
El predio seleccionado tiene acceso a la carretera Núm. 261, en el tramo Hunucmá-Sisal, en un frente de aproximadamente 330.6 m a pie de carretera, en el derecho de vía actual existe la línea de trasmisión eléctrica y postes de la Comisión Federal de Electricidad, CFE, que hacen factible la introducción e interconexión de abasto de energía eléctrica, a una distancia aproximada de 4.5 km, del predio se ubica infraestructura de abasto de agua del sistema de agua potable de la Junta de Agua Potable del estado de Yucatán, JAPAY.

La conectividad del predio por su ubicación está vinculado a dos carreteras estatales, la carretera que va a la costa de Celestún, y al Puerto de Sisal, se interconecta a la carretera hacia Puerto Progreso y la carretera que comunica con la capital del estado la ciudad de Merida, desde donde se conecta a la carretera federal 180 Mérida-Campeche.

Servicios de apoyo y complementarios en la zona están disponibles, en las poblaciones y cabecera municipal adyacentes; en un rango de 5 a 16 km, se ubican escuelas de nivel básico, tiendas, mercados, cajeros automáticos, iglesia, sistema de trasporte público, autobuses de ruta, restaurantes, hotel, marina, clubs de playa, y servicios privados y gubernamentales, incluyendo módulos de seguridad pública y policía, en la cabecera municipal de Hunucmá y en la localidad de Sisal Puerto, entre otras, y su ubicación suburbana con respecto a la zona metropolitana de la Ciudad de Mérida, potencian servicios de nivel regional; aeropuerto, hospitales de alta especialidad, universidades, y todo tipo de servicios financieros y culturales propios de la capital del estado.

2.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

Ubicación: El predio con tablaje catastral 108,606 se ubica adyacente a la Carretera Núm. 261 Hunucmá – Sisal, el polígono dista a 4.5 km de la cabecera municipal de Hunucmá, dentro la jurisdicción administrativa del municipio de Hunucmá.



Cuadro de construcción, se anexa archivo KMZ del polígono y archivo en Excel del cuadro de construcción.

Coordenadas UTM del Predio Tablaje 108606		
vértice	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	195,482.9100	2,330,904.1300
2	195,683.0800	2,330,753.3800
3	195,749.0700	2,330,703.6800
4	194,451.0000	2,330,525.6700
5	194,426.4200	2,330,534.9900
6	194,438.3300	2,330,555.5800
7	194,188.4300	2,330,717.4200

2.1.4. Inversión requerida:

Total	Infraestructura	Costos por la implementación de medidas de Prevención y Mitigación
$ 77,874,279.00 M.N.	$46,725,567 M.N.	$1,557,518.00 M.N.

2.1.5 Dimensiones del proyecto

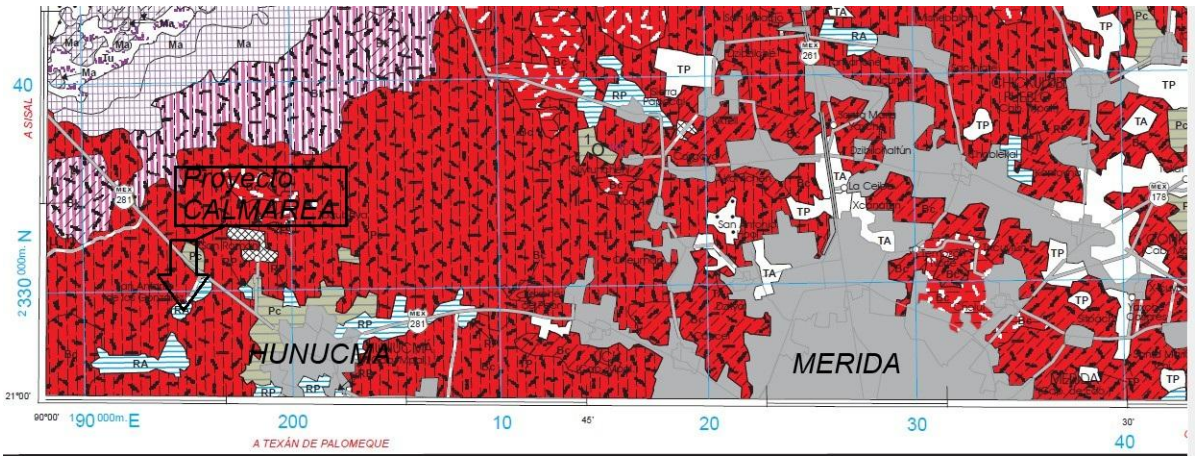
Núm.	Tipo	Superficie / M2	Porcentaje (%)
1	Área comercial	10,492.59	3.50%
2	Área verde	48,345.20	16.11%
3	Banquetas	8,736.45	2.91%
4	Vialidades	51,099.23	17.03%
5	Lotes	181,330.60	60.44%
	Total	**300,004.07**	**100.00%**

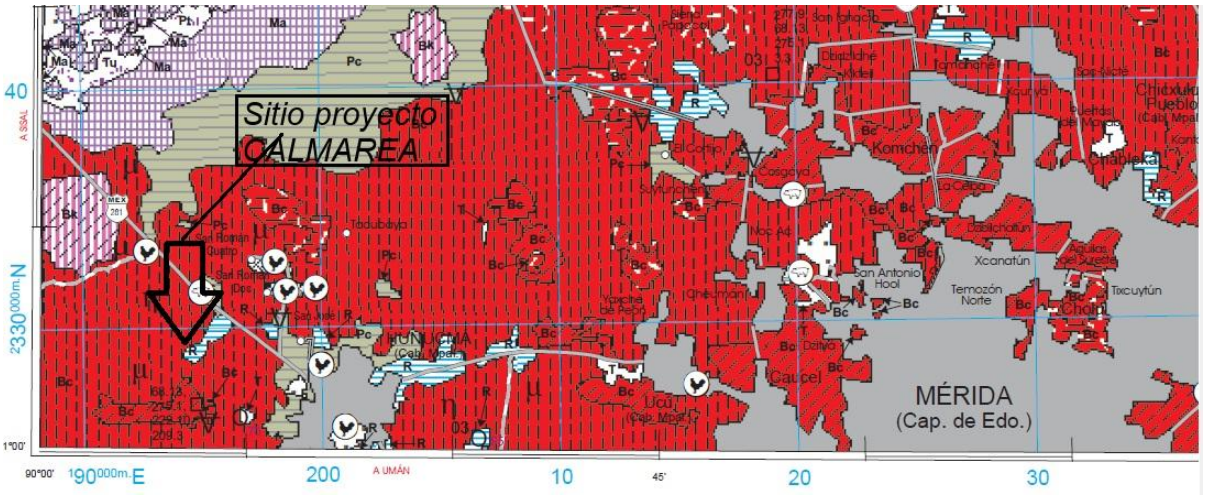
2.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias.

Específicamente para este estudio se realizó una revisión cartográfica del uso del suelo y vegetación y de acuerdo al Instituto Nacional de Geografía e Informática, INEGI (2015), en la carta temática de uso del suelo y vegetación, F16-7, Tizimín, Serie V y Serie VI, y VII, carta en la que se ubica la totalidad de las tierras correspondientes a la superficie en estudio, a escala 1: 250,000, se anexa carta, en la cual se registra los tipos de vegetación, asociaciones vegetales y actividades agrícolas, pecuarias, y forestales, presentes en el territorio mexicano, señala para el área de estudio correspondiente al tablaje 108106, las siguientes características:
Agricultura de Temporal, (T) (P) (37,12) = Henequén, Permanente
Vegetación Secundaria, arbórea
Vegetación Secundaria, arbustiva

La imagen que se presenta a continuación corresponde a la carta de uso de suelo y vegetación INEGI, 1:2500, Serie VII, en el segmento donde se ubica el área de estudio.

Carta Uso del Suelo y Vegetación F-16-7-Serie 6 Y 7-INEGI.





El uso actual del suelo en el sitio en estudio esta sin ningún uso productivo, la dinámica del uso del suelo del predio corresponde con terrenos de ex ranchos de ganadería extensiva, y de ex planteles de cultivo de henequén abandonados, en un periodo más largo de tiempo el uso del suelo, por el tipo de suelo dominante predominantemente pedregoso y de escasa cubierta de suelo vegetal se usó para cultivo de milpas itinerante de maíz y se abandonaron por su escasa o nula productividad por ser suelos no aptos para la agricultura. En el sitio del proyecto no existe a presencia de cuerpos de agua ni en sus colindancias.

Del análisis y vinculación con del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, POETCY. con el proyecto inmobiliario, a desarrollarse en la parcela correspondiente al tablaje 108606, tenemos que aplicar la UGA **HUN-16-SEL-AP-2**.

Para efecto del proyecto inmobiliario en la UGA HUN-16-SEL-AP-2. destacan los usos de suelo Compatibles con los numerales:

21	Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).
22	Vivienda Unifamiliar.
23	Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
25	**Desarrollos inmobiliarios** de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

Dicha Unidad de Gestión Ambiental, señala expresamente compatible el uso de suelo para el Desarrollo Inmobiliario en el sitio en estudio en que se propone el proyecto que se presenta.
El centro urbano de población de Hunucmá se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA HUN-16-SEL-AP-2, de acuerdo con la zonificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Hunucmá (POEL).
La nomenclatura HUN-16-SEL-AP-2 desglosa la vocación y las restricciones de la zona:

- HUN: Municipio de Hunucmá.
- 16: Número de unidad consecutiva dentro del municipio.
- **SEL: Categoría de Manejo: Suelo de Estructura Limitada Zona Urbana y Suburbana.**
- **AP**: Subcategoría de Manejo: **Asentamientos Humanos y de Actividades Productivas**.
- 2: Clave de la Directriz Ecológica (uso del suelo).

La categoría SEL, Suelo de Estructura Limitada, identifica directamente a la Zona Urbana y Suburbana, dentro del POEL de Hunucmá. La UGA HUN-16-SEL-AP-2 está específicamente definida para incluir la mancha urbana actual y las áreas de crecimiento inmediato del centro de población de Hunucmá. Su principal vocación es ser el soporte físico para el Asentamiento Humano y el desarrollo de Actividades Productivas (AP).

En los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET), la UGA designada como Zona Urbana y Suburbana SEL está diseñada para abarcar completamente el centro urbano de población que gestiona.
Esto se debe a que la propia definición de esta UGA es demarcar el área urbanizada para permitir la continuidad de actividades urbanas y el crecimiento planificado bajo las directrices de la SEMARNAT y el municipio.

Se cuenta también con la autorización respectiva de uso del suelo para este proyecto en específico, emitida por el H. Ayuntamiento del Municipio de Hunucmá con fecha 29 de diciembre del 2023, Expediente DU/0584/2023, se incluye como anexo del proyecto presentado a evaluación en materia de impacto ambiental.

También se cuenta con la autorización del trámite ante el Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano y Territorial del Gobierno del Estado de Yucatán, IMDUT, el cual emitió Dictamen de Factibilidad Urbana Ambiental, con fecha 23 de diciembre del 2024, Expediente FUA 749/2024. El cual Resuelve: “el proyecto denominado Calmarea, consistente en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario de tipo privado, conformado por 564 lotes, amenidades y áreas verdes con pretendida localización en el tablaje 108606 de la localidad y municipio de Hunucmá, Yucatán, cuya superficie es de 300,004.07 m2, ES FACTIBLE, por los motivos y fundamentos legales plasmados en este dictamen.” Se incluye como Anexo en este documento.

2.1.7. Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos.

Existe la disponibilidad de servicios básicos en el sitio del proyecto, como son las vías de acceso carretero, disponibilidad de energía eléctrica a orilla del sitio del proyecto, la factibilidad de interconexión a la red eléctrica de CFE, el abasto de agua ya sea a partir del sistema e infraestructura de la Junta de Agua Potable del estado de Yucatán, JAPAY, o través de un sistema propio. Cobertura de la Red telefónica inalámbrica y red de Internet.

El área del predio comprende parte de la Region VI, y de la Región Metropolitana de acuerdo con el convenio de coordinación del Gobierno del estado en este año 2025, y comprende los municipios de; Merida, Acanceh, Conkal, HUNUCMA; Kanasín, Samahil, Timucuy, Tixkokob, Tixpehual, Ucu y Uman.

Influencia Metropolitana: La proximidad a Mérida, una ciudad con un gran crecimiento turístico y cultural impulsa el desarrollo en los municipios circundantes. Esta influencia se traduce en una mayor demanda de servicios, infraestructura y vivienda, lo que a su vez incrementa la plusvalía de las propiedades en la zona, como los terrenos y proyectos de inversión cercanos a Hunucmá y Sisal.

Servicios y urbanización en el área:

Sisal, que está dentro el municipio de Hunucmá y dista a 15 Km del desarrollo proyectado, designado como "Pueblo Mágico" en 2020, fue históricamente un puerto comercial crucial para la exportación de henequén. Hoy en día, ofrece playas tranquilas de arena blanca, manglares y la oportunidad de avistamiento de aves y flamencos, lo que lo convierte en un destino turístico en crecimiento.

Hunucmá es un municipio con un creciente desarrollo industrial y residencial, sirviendo como un punto de conexión entre Mérida y la costa.

Atractivos Turísticos: La región ofrece una combinación de atractivos históricos, naturales y de playa. Los visitantes pueden disfrutar de paseos en lancha por los manglares y cenotes, explorar sitios históricos como el Faro y los antiguos edificios de aduanas en Sisal, o simplemente relajarse en las playas.

El proyecto Calmarena se beneficia de esta dinámica al estar ubicado estratégicamente cerca de la infraestructura en desarrollo en Hunucmá y a poca distancia aprox. 15 km de los atractivos turísticos de Sisal, integrándose en la creciente zona de influencia metropolitana y costera de Yucatán.

El predio seleccionado adyacente a la carretera Núm. 261, en el tramo Hunucmá – Sisal, con un frente de aproximadamente 307 m a pie de carretera, en el derecho de vía actual existe la línea de trasmisión eléctrica y postes de la Comisión Federal de Electricidad, CFE, que hacen factible la introducción e interconexión de abasto de energía eléctrica. Para el abasto de agua a una distancia aproximada de 4.7 km, del predio se ubica infraestructura de abasto de agua del sistema de agua potable de la Junta de Agua Potable del estado de Yucatán, JAPAY, de acuerdo con las Normas de la Comisión Nacional del Agua, CONAGUA, que aplican al caso, su instalación a cuenta del promovente y su operación a través de la JAPAY o en convenio respectivo con el promovente garantizan la disponibilidad y factibilidad de agua para el desarrollo.
El Corredor Umán, Mérida, Hunucmá, Progreso, Sisal y Celestún se integra en la dinámica de crecimiento de la Región 6 de Influencia Metropolitana, lo que genera una influencia altamente positiva en el proyecto inmobiliario Calmarena.

Mérida como Motor de Crecimiento, funciona como la metrópoli principal, atrayendo inversión, turismo y población debido a su seguridad y calidad de vida. Su influencia se extiende a los municipios circundantes, impulsando el desarrollo en toda la zona metropolitana.

Conectividad y Corredor Logístico: La infraestructura clave, como la ampliación del Puerto de Altura de Progreso y la carretera Núm. 261, que conecta Hunucmá con Sisal, fortalece el corredor como un eje logístico y de conectividad. El desarrollo Calmarena se beneficia directamente de esta infraestructura para el acceso y abasto de servicios básicos como electricidad y agua.

Vocación Turística y Ecológica de la Costa, Sisal y Celestún, como puertos históricos y áreas naturales protegidas Sisal es "Pueblo Mágico", impulsan el turismo de playa y naturaleza. Esta vocación genera una demanda de segundas residencias y proyectos turísticos, como los bungalows y villas que se desarrollan en Hunucmá y Sisal, alineados con el proyecto Calmarena.

Desarrollo Industrial y Residencial en el corredor Hunucmá y Umán están experimentando un crecimiento industrial y residencial significativo, sirviendo como

puntos de conexión entre la capital y la costa. Esto incrementa la plusvalía de las propiedades en la zona de influencia metropolitana y costera.

Influencia en el proyecto Calmarena está estratégicamente ubicado para aprovechar estas dinámicas, al situarse en el tramo carretero Hunucmá-Sisal, Calmarena se beneficia de la accesibilidad tanto a la infraestructura industrial y de servicios de Hunucmá como a los atractivos turísticos de Sisal.

La creciente demanda de vivienda e inversión en la periferia de Mérida y en la costa yucateca, impulsada por el desarrollo metropolitano y turístico, aumenta la plusvalía de los terrenos en la zona.

Sostenibilidad y Atractivo Natural. La proximidad a áreas naturales como los manglares y playas de Sisal añade un valor ecológico y turístico al proyecto, atrayendo a compradores interesados en un estilo de vida tranquilo pero conectado con los servicios de la metrópoli.

La convergencia del crecimiento metropolitano de Mérida, el desarrollo logístico del corredor costero y la vocación turística de la zona consolidan un entorno favorable y de alta influencia para el éxito y la plusvalía del proyecto Calmarena.

El proyecto Calmarena se posiciona estratégicamente en este nicho, ubicándose en el interior y cerca de la costa, lo cual le permite capitalizar la atractividad de la zona sin incidir negativamente en la vulnerabilidad ambiental y climática de los frágiles ecosistemas costeros, como la duna costera y la zona de manglares. Esta localización responsable es clave para asegurar que el desarrollo inmobiliario se alinea con la conservación del patrimonio natural que precisamente lo dota de valor y atractivo.

Servicios de apoyo y complementarios en la zona están disponibles, en las poblaciones y cabeceras municipales adyacentes; en un rango de 5 a 20 km, se ubican escuelas de nivel básico, tiendas abarrotes, ferreterías, materiales, mercados, cajeros automáticos, iglesia, sistema de trasporte público, autobuses de ruta, restaurantes, hoteles, marina, clubs de playa, y servicios privados y gubernamentales, incluyendo módulos de seguridad pública y policía, en la cabecera municipal de Hunucmá, entre otras, y su ubicación suburbana con respecto a la zona metropolitana de la Ciudad de Mérida, potencian servicios de nivel regional; aeropuerto, hospitales de alta especialidad, universidades, y todo tipo de servicios financieros y culturales propios de la capital del estado.

2.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

El proyecto de Construcción y Operación de un Desarrollo inmobiliario suburbano denominado Calmarea, consiste en la división de un predio, la lotificación de una superficie de Terreno de 300,004.07 m2, equivalente a 30 hectáreas, en base a un Plan Maestro de lotificación de una poligonal de 30 hectáreas, compuesto por 5 macro lotes, con un superficie de área comercial de 10,492.59 m2 y en el Interior 5 privadas habitacionales, con una superficie de 181,330.60 m2, que en conjunto suman un total de 551 Lotes, en torno a un eje central de áreas recreativas, y con una superficie de 48,345.20 m2 destinadas a áreas verdes y recreación y la superficie destinadas a vialidades comprende 51,099.23 m2.

Se tiene propuesta una reglamentación del desarrollo de Régimen de Condominio, para el disfrute de las áreas comunes, y como normativa dentro del desarrollo por reglamentación se estipula la regulación del Coeficiente de Ocupación del Suelo; COS, este coeficiente indica el área de terreno donde se puede desplantar, ocupar, la vivienda, el resto debe dejarse libre de edificación.
Se conceptúa un COS del 70%, el régimen de condominio establece un área libre por lote individual del 30%.
El número de lotes de acuerdo con la planeación está distribuido en 5 privadas como se muestra a continuación:
Privada 1: 95 Lotes
Privada 2: 99 Lotes
Privada 3: 144 Lotes
Privada 4: 107 Lotes
Privada 5: 106 Lotes
SUMA TOTAL de Lotes: 564
Se adjunta plano del conjunto.



Áreas verdes y equipamiento recreativo; el Parque Lineal es el centro de la Composición, la Casa Club con su Salón de Usos Múltiples bajo Palapas, Servicios sanitarios y cocina, áreas recreativas: como Parque Infantil, Jardines de Eventos. Así como una zona deportiva, con canchas de Pádel, Usos Múltiples, Voleibol, Pista de Jogging.

Una vialidad principal conecta el desarrollo con la carretera Núm. 261, Hunucmá – Sisal, a partir de ahí, el arroyo vehicular es de una sola vía 8.50 m de ancho, 2 carriles de 3.50 m cada uno. Para favorecer la movilidad no motorizada está proyectada una ciclovía de 1.50 m, que a manera de circuito bordea el parque lineal donde se alojan las actividades recreativas quedando rodeado por los Privadas Habitacionales, para aumentar la seguridad vial en el acceso carretero e interconexión a la vialidad principal del desarrollo con la carretera estatal se tiene proyectado un carril de desaceleración en el derecho de vía actual, el cual consiste en una adecuación dentro el derecho de vía para contar con el espacio de seguridad y acotamiento respectivo con los señalamientos denominados geométricos de acuerdo con la normativa de la Secretaria de Comunicaciones y Transporte y para el caso con la normativa de la autoridad que administra dicha vía de comunicación denominada Instituto de Infraestructura Carretera de Yucatán, INCAY.

Calles blancas de terracerías construidos mediante compactación de tierra y piedra, utilizando maquinaria, y materiales disponibles en el sitio o de banco autorizado, con subbase y nivelación.
Las vialidades interiores dentro de los Privadas son calles blancas, cuenta con banquetas y guarniciones e iluminación.

2.2.1. Programa general de trabajo

Cronograma de trabajo.

Cuadro II. 7. Programa de trabajo *PROYECTO CALMAREA*

ETAPA	ACTIVIDAD	CRONOGRAMA																								
		AÑO 1												AÑO 2 *AÑO 5*											AÑOS	
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	02-50	51
PREVIA PREPARACIÓN DEL SITIO	Aviso de actividades																										
	Rescate y reubicación de flora silvestre																										
	Rescate y reubicación de Fauna																										
PREPARACIÓN DEL SITIO	Delimitación del Terreno																										
	Establecimiento del vivero																										
	Desmonte del sitio																										
	Despalme																										
	Nivelación																										
	Trazado de Manzanas y lotes																										
CONSTRUCCIÓN	Barda Perimetral																										
	Áreas Verdes																										
	Estacionamiento en bateria																										
	Camellones																										
	Banquetas																										
	Infraestructura de servicios																										
	Vialidades																										
OPERACIÓN	Administración condominal																										
ABANDONO DEL SITIO																											

2.2.2. Preparación del sitio.

A partir de contar con las autorizaciones, permiso y licencia correspondientes de carácter federal, estatal y municipal que apliquen al proyecto se procede a desarrollar la preparación del sitio de acuerdo con el programa de trabajo. Entre las actividades previas se incluyen identificar y marcar las plantas susceptibles de rescatar y conservar como parte de las medidas de conservación de la escasa vegetación presente en el sitio, como se describe en este estudio se trata de vegetación secundaria, arbustiva y matorrales, que constituyen lo que se denomina un acahual. De forma simultánea se revisa la presencia y/o ausencia de cualquier tipo de fauna silvestre que se tuviera que reubicar, sin embargo, en el recorrido en el sitio durante el estudio de flora y fauna para este manifiesto de impacto ambiental, no se detectó la presencia de fauna silvestre en el caso de mamíferos, solo la presencia de aves, y reptiles.

2.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Se habilitará un almacén temporal de material para resguardo de materiales y herramientas diversas, así como para vigilancia, durante la etapa de construcción. Este almacén, que se ubicará dentro del área de trabajo, se construirá con multipanel, de rápido desmantelamiento al término de sus funciones. Una vez concluida la obra será desmantelado y sus materiales reutilizados.

Instalaciones sanitarias provisionales.
Se habilitarán letrinas móviles en los sitios de trabajo donde se realicen las actividades de construcción para el servicio del personal. Se puede rentar una letrina por cada 10 a 15 trabajadores. La empresa arrendadora será la responsable de la limpieza de las letrinas y la disposición final de los residuos sanitarios

2.2.4. Etapa de construcción.

Desmonte y despalme.

El área del proyecto se encuentra actualmente sin afectación ya que no se ha realizado ningún tipo de actividad en el predio relacionada con el proyecto.

Se realizará la limpieza general del área y posteriormente el despalme y desmonte, removiendo la vegetación y la primera capa del sustrato, de las zonas que aún permanecen sin desmontar, a excepción de las áreas de conservación y áreas verdes. Para realizar lo anterior se utilizará maquinaria un tractor D-8 capaz de remover la capa vegetal desde la raíz. Esta actividad será apoyada con personal equipado con herramienta manual para realizar el desmonte fino. Los residuos vegetales y de despalme (piedras y tierra) generados serán segregados y acumulados en un extremo adyacente al área de afectación, dentro del predio, hasta su disposición final.

Los materiales por remover son los que conforman la primera capa de suelo (tierra y piedras), así como rocas medianas y grandes, herbáceas, diferentes arbustos y de vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia.

Los residuos vegetales generados se acumularán temporalmente en el área afectada, dentro del terreno, hasta finalizar la fase de despalme. Estos residuos serán trozados (los troncos y ramas mayores) y se utilizarán en la conformación de las áreas verdes del proyecto como mejoradores del suelo.

Los residuos resultantes del despalme (piedras-tierra) serán utilizados para la cimentación y rellenos posteriores a ésta, por lo que permanecerán en el área de trabajo hasta esta etapa de construcción. Los excedentes del despalme, que no resulten útiles para cimentación, se retirarán del sitio disponiéndolos en otras obras que requieran rellenos previos.

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

tandem con rodillo metálico. Para la ejecución de estos trabajos se requerirá de diferentes retroexcavadoras con martillo y los rellenos y terraplenes se realizarán con camiones de volteo, motoconformadoras y vibrocompactadora.
Se realizarán excavaciones en la etapa de construcción, para la cimentación, drenaje y para los drenajes pluviales en vialidades. El material sobrante de esta actividad será utilizado posteriormente para el propio relleno de las excavaciones, o será utilizado en el acondicionamiento de las áreas verdes del proyecto. La terracería para nivelación de vialidades se realizará con material de banco de la región, extendido y compactado con maquinaria. La generación de residuos pétreos o material sobrante de esta actividad será nula o muy escasa, ya que se trasladarán al sitio solo los volúmenes requeridos.

Rellenos y Nivelación.
El material para efectuar el relleno será adquirido de bancos de materiales existentes autorizados, por lo que no se requerirá de la apertura de nuevos bancos. Para trasladar el material de relleno se utilizarán camiones de volteo. La técnica constructiva utilizada será la de vaciado, compactación y nivelación.

Preliminares
La limpieza del terreno se realizará a través del desmonte de la vegetación del predio haciendo uso de maquinaria para el derribo de vegetación y despalme del terreno, remoción de la vegetación en forma mecánica, acomodo en diversos sitios del predio. Separación de suelo y tierra vegetal para su posterior uso como material de relleno o jardinería.
Trabajos de trazo y topografía;
Conforme al programa de obra se realiza los trabajos de medición y topografía para el trazado de vialidades, áreas específicas del proyecto, y los conjuntos de las respectivas privadas por manzanas y lotes.

Obras de Agua Potable
Desarrollo de obras para el aprovechamiento, explotación y conducción del recurso a partir de un sistema propio de abastecimiento, el cual constará de pozos profundos de aprovechamiento que estarán a cargo de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY) con red hidráulica para la alimentación principal, construcción del ramaleo interior y de acometidas hidráulicas de piezas especiales de PVC y , cajas de operación y atraques para piezas especiales fuera de cajas de operación.
Obras de Electrificación
Para la electrificación del predio, se proyecta el desarrollo de una obra de alimentación eléctrica de media y baja tensión y acometidas con registros en arroyo vial en las zonas de uso común.

Obras de Drenaje Pluvial
Para la absorción del agua pluvial, tomando en cuenta la a permeabilidad de suelo en las vialidades, se dotará con pendientes apropiadas de 0.5% y se conducirá hacia los camellones para su absorción y hacia las áreas verdes tomando en cuenta su

infiltración el agua pluvial es un recurso valioso para su aprovechamiento en las áreas verdes y jardinería.

Obras de Vialidad

Se proyecta la vialidad principal, y calles secundarias que comuniquen entre sí todo el desarrollo y el acceso con su interconexión a la carretera estatal incluyendo el aprovechamiento del derecho de vía para un acceso seguro se proyecta un carril de desaceleración y su respectivo acotamiento, esta obra es parte del uso del derecho de vía que regula y norma la secretaria de comunicaciones y trasportes para efecto de la seguridad vial y la autoriza respectivamente el gobierno del estado de Yucatán, por tratarse de una carretera estatal a través del Instituto de Infraestructura Carretera de Yucatán, denominado INCAY.

2.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.

La operación se desarrolla conforme a un régimen de condominio que incluye el mantenimiento a las áreas comunes, áreas verdes y áreas recreativas.

2.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto.

No se consideran obras asociadas al proyecto.

2.2.7. Etapa de abandono del sitio.

No se considera etapa de abandono del sitio ya que se trata de un desarrollo inmobiliario y son bienes patrimoniales de largo plazo**.**

2.2.8. Uso de explosivos.

No se considera el uso de explosivos en ninguna etapa del proyecto.

2.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Manejo Integral de Residuos Sólidos - "Calmarena"

Ubicación: Hunucmá, Yucatán, Corredor Sisal.
Giro: Desarrollo Inmobiliario Residencial.
Enfoque: Economía Circular y Protección del Ecosistema Costero.

1. Objetivo General
Implementar un sistema de gestión que minimice la generación de residuos y maximice su valorización (reciclaje y reúso), cumpliendo con la normativa ambiental para proteger el manto freático y los manglares adyacentes a Sisal, transitando de un modelo lineal a uno circular.

2. Marco Legal Aplicable
El desarrollo, al tener 564 lotes, clasificará como Gran Generador más de 10 toneladas/año, por lo que este plan es obligatorio.
Federal: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR); NOM-161-SEMARNAT-2011 (Residuos de Manejo Especial).
Estatal: *Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán* (Reglamento Art. 44 para código de colores).
Municipal: Reglamento de Ecología y Medio Ambiente de Hunucmá.

3. Clasificación y Diagnóstico de Residuos
Se identificarán dos grandes flujos de residuos según la etapa del proyecto:
A. Etapa de Construcción Residuos de Manejo Especial - RME
Según la NOM-161, estos requieren un plan específico de retorno o disposición controlada:
Escombros y concreto: Reutilizables para nivelación de caminos internos.
Madera: Tarimas y cimbra.
Envases de cemento y plásticos de construcción.
B. Etapa Operativa Residencial - RSU y RME
Residuos generados por los habitantes y mantenimiento:
Orgánicos: Restos de comida, poda de jardines.
Inorgánicos Reciclables: PET, vidrio, cartón, aluminio latas.
Inorgánicos No Reciclables: Sanitarios, envolturas metalizadas sucias.
Manejo Especial (RME): Electrónicos, electrodomésticos, muebles, pilas.

4. Estrategia Operativa: El Ciclo Circular

Paso 1: Separación en la Fuente Código de Colores Yucatán

Para facilitar la participación de los residentes, se establecerá un código híbrido simplificado en casas, completo en el centro de acopio, basado en el Art. 44 del reglamento estatal:

Contenedor	Tipo de Residuo	Destino
Verde	Orgánicos (Comida, Jardín)	Compostaje interno (Áreas verdes)
Amarillo	Papel y Cartón	Reciclaje
Azul Oscuro	Plásticos (PET, PEAD)	Reciclaje (Venta/Acopio)
Gris	Inorgánico (Basura general)	Relleno Sanitario Municipal
Rojo	Peligrosos / Especiales	Acopio temporal separado

Paso 2: Infraestructura Interna Almacén Temporal

Se habilitará un "**Punto Limpio**" o Almacén Temporal techado y con piso impermeable dentro del desarrollo.

Función: Evitar la dispersión de basura hacia la selva/manglar y lixiviados al manto freático.

Zona de Compostaje: Tratamiento *in situ* de residuos de poda y orgánicos para generar abono para las áreas verdes del desarrollo, cerrando el ciclo biológico localmente.

Paso 3: Recolección y Valorización (Encadenamientos Productivos)

En lugar de enviar todo al camión municipal, se aplicará el principio de Responsabilidad Compartida:

Convenios con Recicladores: Establecer acuerdos con cooperativas locales o empresas para la venta de valorizables (PET, Cartón, Metales). El ingreso puede subsidiar el mantenimiento del condominio.

Electrónicos y RME: Campañas semestrales de "Reciclón" para retirar TVs, computadoras y electrodomésticos, gestionados por empresas autorizadas según NOM-161.

Residuos No Valorizables: Entrega al servicio de recolección municipal de Hunucmá para disposición final.

5. Instrumentos de Fomento y Educación
Dado que "la fuerza del cliente es mayor que la de cualquier ley", el éxito depende de los residentes:
Reglamento de Condominio: Incluir la obligatoriedad de la separación de residuos como cláusula de convivencia.
Guía de "Vivir en Calmarena": Manual digital para nuevos propietarios sobre cómo proteger el ecosistema y entorno natural no tirar aceites al drenaje, manejo de plásticos para evitar que lleguen al mar).
Incentivos: Reconocimiento a las manzanas o calles con mejor separación de residuos.

6. Monitoreo y Mejora Continua
El plan debe ser dinámico. Se registrará el volumen generado mensualmente:
Indicador de Éxito: % de residuos desviados del relleno sanitario Reciclados + Compostados.
Se revisará el plan cada año para detectar nuevas oportunidades de valorización.
Beneficios para comunidad Calmarena
Cumplimiento Legal: Evita multas estatales por ser Gran Generador.
Plusvalía Ecológica: Alinea el proyecto con la vocación ambiental.
Ahorro: La venta de reciclables puede reducir cuotas de mantenimiento.

Manejo de Residuos de la Construcción y Urbanización Etapa Inicial

Este plan aplica principios de Economía Circular para reducir costos de acarreo logística inversa y minimizar el impacto en el acuífero de Hunucmá.

1. Diagnóstico y Clasificación Según NOM-161
En la fase de urbanización apertura de vialidades, electrificación, mojoneras, se generarán tres tipos de residuos principales:
Residuos de Desmonte Orgánicos: Vegetación removida para trazar calles.
Residuos Pétreos Excavación: Material de corte, *sascab*, piedras.
Residuos de Obra Civil: Restos de concreto, sacos de cemento, varilla, madera de cimbra y plásticos de embalaje.

2. Estrategias Operativas por Fase
A. Fase de Limpieza y Trazo Manejo de Desmonte Biomasa
El desmonte en zona de cobertura vegetal de acahual genera gran volumen de biomasa. Prohibición de Quema: Estrictamente prohibido por riesgo de incendio y normativa ambiental.
Trituración *In Situ*: La vegetación removida se tritura, chipeo en el sitio.
Valorización Circularidad: El material triturado "mulch" se utiliza para:
Proteger el suelo desnudo de la erosión eólica/hídrica en los lotes baldíos.
Generar composta inicial para las áreas verdes y recreativas del proyecto[3].

B. Fase de Movimiento de Tierras Nivelación

Balance de Corte y Relleno: El material pétreo extraído de las excavaciones zanjas para ductos eléctricos o agua no debe salir del predio.

Reuso Inmediato: Se tritura o acomoda para formar la sub-base de las vialidades internas o para nivelar las zonas bajas de los lotes, evitando la compra externa de material de relleno.

C. Fase de Infraestructura Obra Civil

Aquí aplicamos la separación estricta para materiales que tienen valor de mercado o requieren disposición especial:

Residuo	Estrategia de Manejo	Justificación
Tarimas de Madera	Retorno al proveedor o trituración para jardinería.	Listado en NOM-161.
Sacos de Cemento	Separación en bolsa roja (RME). Entrega a gestor autorizado.	Evitar dispersión de polvo alcalino.
Plásticos (Playo/Fleje)	Acopio limpio compactado para venta a reciclador.	Alto valor de reciclaje.
Metales (Varilla/Alambre)	Acopio para venta como chatarra (*Scrap*).	Ingreso económico para la obra.
Concreto/Escombro	Trituración para uso como agregado en guarniciones.	Reducción de pasivos ambientales.

a) Clasificación de los residuos.

Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfiera a otro sitio.

Durante el proyecto, eventualmente es posible que la maquinaria pesada generará aceite quemado, el cual se colocará en tambores metálicos cerrados que serán remitidos a la empresa contratista en la ciudad de Mérida. Otros materiales impregnados con aceite y/o grasas de la maquinaria, serán también colectados en tambores metálicos con tapa, para ser dispuestos posteriormente de acuerdo con el reglamento aplicable. El mantenimiento a la maquinaria solo se podrá programar en talleres especializados y no en la obra para evitar la generación de residuos que pueden ser catalogados como peligrosos como es caso de los cambios de aceite.

Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que la consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por ésta Ley como residuos de otra índole.

Como resultado de la alimentación de los trabajadores y diversas actividades dentro del proyecto, se espera la producción de residuos de tipo doméstico; tales como botellas, bolsas de plástico, papeles, latas, platos desechables, restos de alimentos, etc. Los cuáles, serán contenidos en recipientes con tapa y dispuestos periódicamente en un el sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal.

Residuos Orgánicos: Durante las actividades de desmonte y despalme del sitio, se producirán residuos vegetales, los cuales serán trozados y esparcidos en el área de conservación para facilitar su reintegración natural al suelo.

Restos Pétreos: La capa de suelo que será removida durante el despalme del terreno será acumulada temporalmente en puntos específicos, utilizada para relleno. Se espera remover volúmenes bajos de tierra, ya que ésta es escasa en el área. Las rocas y piedras generadas serán objeto de un manejo semejante, con alternativas de ser utilizadas también en la construcción de mamposterías, albarradas, o en su defecto, retiradas del sitio. Los restos serán utilizados para relleno.

Restos de Obra Civil: La construcción civil generará residuos como cartones, papeles, bolsas y cajas de material. Otros materiales de desecho serán los cables, tornillos, alambres, clavos y demás elementos de instalación eléctrica, sanitaria, hidráulica, etc. La generación de estos residuos no superará 1m3/semana y serán reutilizados y resguardados en el almacén de materiales, o en su caso, trasladados al sitio de disposición final municipal autorizado.

Emisiones a la atmósfera: debido a las actividades de preparación del sitio, particularmente el despalme, se emitirán partículas de polvo a la atmósfera. Por otra parte, la maquinaria utilizada generará gases contaminantes producto de la combustión interna. No se prevé la generación excesiva de estas partículas, además que se espera una rápida dispersión de estas ya que se trata de un área abierta y extensa.

2.2.9.1. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

Logística y Control de Contratistas Reglas internas de la obra.

El Plan de Manejo de Residuos se adhiere como parte del Contrato de Obra:

1. Cláusula de "Sitio Limpio": El contratista está obligado a separar sus residuos diariamente. No se permite mezclar escombro con basura de comida (RSU).
2. Patio de Acopio Temporal (PAT): Se designará un área específica de 50-100 m^2 dentro de las 30 hectáreas, cercada y señalizada, para depositar temporalmente los residuos separados antes de su recolección o reuso.
3. Manifiestos de Entrega: El contratista debe entregar al desarrollador los "Manifiestos de Entrega-Recepción" firmados por el transportista autorizado cada vez que retiren material especialmente residuos peligrosos como aceites de maquinaria o residuos de manejo especial.

El manejo temporal de los residuos peligrosos, mientras los contratistas los retiran del sitio, será el siguiente:

Se colocarán en recipientes con tapa, rotulados con el tipo de residuo que contengan; los residuos sólidos y líquidos se dispondrán en recipientes independientes; cada recipiente con un tipo de residuo estará segregado de los de otro tipo. Se deberán disponer en un sitio con techo y se deberá contar con extintor.

Para el manejo de los residuos sólidos urbanos, se colocarán contenedores como botes de basura para su recolección, los cuales serán trasladados cada tercer día al sitio de disposición final de residuos de la localidad y municipio correspondiente.

Al término del proyecto, se hará el retiro de todas las instalaciones provisionales, se limpiará y retirará todo el sobrante de materiales, restituyendo al terreno su aspecto original. No quedará evidencia de las actividades constructivas para el paso a la etapa de operación del proyecto.

Se realizará la instalación de letrinas portátiles para los empleados de la obra en relación de una por cada cinco empleados. Esta instalación se llevará a cabo por una empresa especializada en el ramo, la cual se encargará del funcionamiento, mantenimiento y posterior desmantelamiento de estas, así como de la disposición de residuos que se generen con el uso.

El proyecto no contempla descarga de aguas residuales durante su operación, ya que únicamente tratará de lotificación, sin embargo, los futuros propietarios de los terrenos y en el caso de la casa club y áreas recreativas, al igual que los propietarios de los lotes se deberá realizar la implementación, operación y mantenimiento de sistemas individualizados de tratamiento de aguas residuales para sus viviendas o comercios.

Se proponen como sistemas individualizados de tratamiento de aguas residuales, el biodigestor de marca Rotoplas de 1,300 litros, o un biodigestor DLD14, los cuales tienen la característica de sustituir la fosa séptica, no requieren desazolve y permiten reutilizar el agua.

2.2.9.2. Emisiones a la atmósfera.

El proyecto "Construcción y Operación de Calmarea" en Hunucmá, Yucatán, generará emisiones a la atmósfera de Gases de Efecto Invernadero, principalmente CO2, a lo largo de sus distintas etapas. En cumplimiento con la Ley General de Cambio Climático, se presenta la cuantificación y el plan de mitigación y compensación para compensar las emisiones de carbono.

I. Cuantificación de Emisiones Totales del Proyecto Ton CO2e
Las emisiones se clasifican en una Huella Fija (irreversible) y una Huella Operativa recurrente.

A. Emisión Fija e Irreversible CUS y Construcción

Esta huella se genera durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, siendo la liberación de carbono por el Cambio de Uso de Suelo CUS el componente dominante.

Fuente de Emisión	Base de Cálculo	Emisión Total (Ton CO2e)
CUS, Liberación de biomasa	19.73 Ha a desmontar x 35 Ton COe / Ha (Acahual detenido)	690.55
Construcción	Consumo de Diesel maquinaria y acarreo de materiales	160.8
Total, Huella Fija y Construcción		851.35

La Huella de Carbono Fija y de Construcción del proyecto Calmarea es de 851.35 Ton CO2e.
B. Emisión Operativa Anual Antes de Mitigación
Esta huella es recurrente durante la vida útil del proyecto (Alcance 1 y 2).

Fuente de emisión	Gas Principal	Emisión Anual Ton CO2e /año
1. Consumo Eléctrico Alumbrado público y Casa Club - Alcance 2	CO_2	50.76
2. Tratamiento de Aguas Biodigestores, CH4 fugitivo - Alcance 1	CH4 (Metano)	25.20
Total Operativo Anual		75.96

II. Estrategia de Mitigación y Reducción de Emisiones

El proyecto implementará medidas para reducir su impacto operativo a lo largo de su vida útil.

A. Mitigación de Emisiones Operativas

El enfoque se centra en la eliminación Alcance 2 electricidad y el control del Alcance 1 CH4.

Medida Específica	Impacto en las Emisiones Anuales	Reducción Anual Ton CO2e
Alumbrado Público Fotovoltaico	Neutralización del 100% del Alcance 2. Se instalarán luminarias LED solares autónomas.	50.76
Control de CH4 en Biodigestores	Programa de mantenimiento estricto para reducir las emisiones de Metano CH4	5.04
TOTAL REDUCCIÓN ANUAL		55.80
EMISIÓN OPERATIVA ANUAL RESIDUAL		20.16

Con estas medidas, las emisiones operativas anuales se reducen en un 73 %, quedando en un mínimo residual de 20.16 Ton CO2 e / año.

III. Programa de Compensación para Neutralizar la Huella Fija

Como medida propuesta, se plantea la compensación de las 851.35 Ton CO2e liberadas por el CUS. El plan de acción sugiere el uso de una estrategia híbrida y la restauración de un ecosistema prioritario para este fin.

A. Restauración de Manglar Carbono Azul

El promovente sugiere que se podría explorar contribuir a la restauración y reforestación de 3.5 Hectáreas de Manglar en la zona costera de Hunucmá. Esta acción opcional serviría como una medida compensatoria.

La restauración del manglar, ecosistema de carbono azul garantiza un secuestro de carbono de alta permanencia y un beneficio ecológico crítico para la costa yucateca. Objetivo de Secuestro de CO2e. Estas 3.5 Ha capturarán las 690.55 Ton CO2e fijas en un plazo aproximado de 20 años, a una tasa estimada de 10 Ton CO2 e /Ha/año.

B. Compensación
Reforestación Interna: Reforestación intensiva de las aproximadas 5 Has de áreas verdes y conservación del 30% de vegetación en lotes para iniciar el secuestro de CO2 en el corto plazo.
Contextualización de la Emisión, la huella de carbono anual residual del proyecto, una vez aplicadas las medidas de mitigación, se reducirá a solo 20.16 Ton CO2e/año. Esta emisión es marginal si se compara con los principales sectores emisores de la Península de Yucatán, como la industria agropecuaria ejemplo: una sola granja porcícola media puede emitir más de 15,000 Ton CO2 e/año. El compromiso del proyecto Calmarea se centra en la compensación del impacto fijo, demostrando una gestión responsable ante el cambio climático.

El proyecto Calmarea demuestra una baja huella operativa residual gracias a la implementación de tecnología solar. El principal impacto CUS está respaldado por un compromiso de restauración de 3.5 Has de manglar, una medida de compensación robusta y de alto valor ecológico que asegura la neutralidad climática del proyecto.

Capítulo III – Vinculación con Ordenamientos Jurídicos

3.1 Marco jurídico aplicable

El proyecto se encuentra sujeto a la legislación ambiental vigente en los ámbitos federal, estatal y municipal a continuación, se detallan los instrumentos normativos que son vinculantes al proyecto.

3.1.1 Legislación federal

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA**)** Artículos 28 y 30, que establecen la obligación de presentar una Manifestación de Impacto Ambiental para obras que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones establecidos en las normas oficiales mexicanas.

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental Define los procedimientos, modalidades y criterios técnicos para la evaluación de impacto ambiental, incluyendo la modalidad particular.

Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) aplicables

NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección de especies nativas de flora y fauna silvestres en riesgo.

NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007: Uso de fuego en terrenos forestales y agropecuarios relevante en etapa de preparación del sitio.

3.1.2 Legislación estatal

Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán
Establece los principios de prevención, restauración y participación ciudadana en materia ambiental.

Ley de Desarrollo Inmobiliario del Estado de Yucatán
Regula la planeación, ejecución y evaluación de desarrollos inmobiliarios, incluyendo la obtención de la **Factibilidad Urbana Ambiental (FUA)** como requisito previo a la MIA.

Resolutivo FUA 749/2024, 23 de diciembre de 2024.
Dictamen emitido por la autoridad estatal que determina la **compatibilidad del uso de suelo** para el predio ubicado en el kilómetro 5 de la carretera Hunucmá–Sisal, con una superficie de 30 hectáreas.
El resolutivo establece que el proyecto es **compatible** con el uso de suelo urbano,

conforme al criterio del **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETCY)**.

3.1.3 Legislación municipal

Reglamento de Construcción y Desarrollo Urbano del Municipio de Hunucmá
Define los requisitos para licencias de construcción, densidad habitacional, y compatibilidad con el uso de suelo.

Se cuenta con copia de la licencia expedida por el Ayuntamiento de Hunucmá, que acredita la viabilidad del uso habitacional en el predio.

3.2 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados

3.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY 2023)

El día 5 de diciembre de 2023, se publicó en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el **Decreto 692/2023**, por el cual se formula y expide la **actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)**. Este instrumento sustituye al Decreto 793/2007 y constituye el marco vigente de política ambiental estatal.

El **POETY 2023** tiene como objetivo regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el crecimiento urbano, con el fin de hacer compatibles la conservación de la biodiversidad, la protección ambiental y el desarrollo económico sustentable. Su enfoque se basa en tres ejes: **económico, social y ambiental**, integrando variables sectoriales y territoriales que permiten armonizar las actividades humanas con el medio ambiente.

El modelo territorial del POETY asigna a cada área un **valor funcional** y un **régimen de aprovechamiento**, estableciendo medidas de conservación diferenciadas. Asimismo, busca reducir desigualdades socioespaciales y mejorar la calidad de vida de la población residente.

En el caso del presente proyecto, ubicado en el Tablaje 108606, en el kilómetro 5 de la carretera Hunucmá–Sisal, se ha realizado un análisis a escala de detalle 1:5,000 a 1:1,000, lo que permite una evaluación precisa del sitio. Esta parcela forma parte de una zona regulada por el POETY 2023, y también por el Decreto 160/2014, que expide el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY).

3.2.2 Criterios de compatibilidad territorial

De acuerdo con los instrumentos POETY, 2023, y POETCY, 2014, los usos del suelo se clasifican en tres categorías:

Uso Compatible: Actividades que pueden desarrollarse sin regulaciones estrictas, al no presentar conflictos con otros sectores ni con la capacidad de los recursos naturales.
Uso Condicionado: Actividades que requieren condiciones específicas para evitar conflictos con usos compatibles o con el aprovechamiento sustentable.
Uso Incompatible: Actividades que, por sus características, afectan la capacidad de mantenimiento de bienes y servicios ambientales o generan conflictos con otros sectores.
El proyecto propuesto se ubica en las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA) HUN-15-SEL-AP1 y HUN-16-SEL-AP2**, según el POETCY. Estas UGAs permiten el **uso compatible** para desarrollos inmobiliarios, siempre que se respeten criterios de sustentabilidad, manejo de vegetación secundaria y control de escurrimientos pluviales.

3.2.3 Evaluación específica del sitio

Según el **Resolutivo FUA 749/2024**, emitido el 23 de diciembre de 2024 por la autoridad estatal, el predio de **30 hectáreas** presenta un **uso compatible** con el desarrollo urbano, conforme al criterio del POETCY. El área muestra una cobertura vegetal modificada por actividades antropogénicas agricultura itinerante, cultivo de henequén, pastoreo, predominando vegetación secundaria tipo **acahual** en sucesión detenida.

Los estudios in situ confirman que el uso del suelo es congruente con su aptitud natural, y que el predio no forma parte de ninguna Área Natural Protegida (ANP). Por tanto, se considera una zona apropiada para el aprovechamiento sustentable, en concordancia con los criterios de compatibilidad definidos por los instrumentos de ordenamiento ecológico vigentes.

3.3 Criterios Ecológicos Generales Aplicables al Proyecto

Los criterios de regulación ecológica establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY 2023) y el Programa Costero (POETCY 2014) constituyen disposiciones obligatorias para todo proyecto, obra o actividad que se desarrolle en el territorio estatal. Su objetivo es garantizar que las actividades sectoriales se desarrollen sin afectarse entre sí, preservando la biodiversidad y asegurando el mantenimiento de los recursos naturales y los servicios ambientales.

A continuación, se presenta la vinculación específica del proyecto con los **Criterios Ecológicos Generales (CG)** aplicables a la **Unidad de Gestión Ambiental HUN-15-SEL-AP1 y HUN-16-SEL-AP**, donde se ubica el sitio en estudio:

Ubicación en zonas de menor exposición

Minimización de fragmentación ecológica

Conservación de cobertura vegetal y permeabilidad del suelo

Adaptación de caminos a la topografía

Uso de materiales que permiten flujo e infiltración

Preservación de pendientes y drenaje natural

Medidas para favorecer la recarga del acuífero. Se implementarán acciones como reforestación de áreas verdes, conservación de pendientes naturales y drenajes pluviales para favorecer la infiltración de agua de lluvia.

3.4 Unidades de Gestión Ambiental (UGA)

El predio objeto del proyecto se encuentra dentro de las **UGA HUN-15-SEL-AP1 y HUN-16-SEL-AP-2**, en una proporción de 93% en la UGA HUN-16-SEL-AP.2, según lo establecido en el **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)**. Estas unidades permiten el **uso compatible** para desarrollos inmobiliarios, bajo criterios de sustentabilidad y conservación de vegetación secundaria.

La caracterización ambiental del sitio confirma que se trata de un área **con cobertura vegetal modificada**, sin presencia de vegetación forestal primaria ni cuerpos de agua o humedales. Las actividades actuales en el predio (agricultura itinerante, pastoreo, cultivo de henequén) han generado un paisaje de acahuales en sucesión detenida, lo que permite considerar el uso del suelo como **aprovechamiento sustentable compatible**, conforme a los criterios del POETY y POETCY.

Las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA)** son espacios territoriales homogéneos definidos con base en características naturales, sociales, productivas y problemáticas ambientales comunes. Su propósito es orientar la aplicación de la política territorial y ambiental, facilitando la planeación del uso del suelo y el manejo sustentable de los recursos naturales.

Este enfoque tiene sus antecedentes en los procesos de regionalización ecológica y en la ecología del paisaje, permitiendo segmentar el territorio en áreas funcionales que

reflejan dinámicas ambientales y socioeconómicas específicas. Las UGAs pueden ser clasificadas según:

Características económicas de las comunidades

Condiciones sociales y culturales de la población

Presencia de conflictos o problemáticas ambientales

Competencias administrativas en su gestión

3.5.2 Vinculación del proyecto con UGA específicas del POET-Y-2023.

De acuerdo con el **POETY 2023**, el predio objeto del presente proyecto se encuentra dentro de UGA específicas: UGA-034-RES-MER

Esta unidad se caracteriza por presentar vegetación secundaria en proceso sucesional, con antecedentes de uso agropecuario extensivo cultivo de henequén, pastoreo, agricultura itinerante. La cobertura vegetal ha sido modificada por actividades antropogénicas, predominando acahuales con baja conectividad ecológica.

Criterios de regulación aplicables:
Promover el mantenimiento de vegetación secundaria como áreas verdes funcionales
Evitar la fragmentación adicional del hábitat
Fomentar la conectividad mediante corredores vegetales
Priorizar el uso compatible con el aprovechamiento sustentable

Vinculación del proyecto: El desarrollo inmobiliario propuesto se ajusta a estos criterios mediante la conservación de áreas con vegetación del sitio, la creación de corredores verdes y el diseño de vialidades que respetan la topografía natural. No se contempla desmonte de vegetación forestal primaria ni afectación a cuerpos de agua o humedales.

El proyecto Calmarea su compatibilidad jurídica y ambiental con base en el POETCY y su vinculación con el POET-Y-2023.:

1. El POETCY es el instrumento especializado y vinculante para la franja costera de Yucatán.

2. El uso habitacional privado es expresamente clasificado como compatible en las UGAs HUN15 SEL-AP1 y HUN16 SEL-AP2.

3. La compatibilidad está condicionada a la aplicación de criterios de regulación ecológica, lo cual permite ajustar el diseño del proyecto para cumplir con la sustentabilidad.

4. En caso de conflicto normativo, debe prevalecer el instrumento específico (POETCY) sobre el general (POETY), conforme al principio jurídico de especialidad.

Análisis de la UGA 34-REST-MER

Contexto general

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) son instrumentos derivados del Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET), que delimitan áreas con criterios específicos de uso de suelo, conservación, aprovechamiento y restauración.

La UGA 34 se clasifica bajo la política REST-MER (Restauración), lo que implica que su vocación principal es la recuperación de ecosistemas y funciones ambientales, con restricciones a proyectos de alto impacto.

Usos de suelo en la UGA 34

Usos permitidos (3, 4, 6, 7, 10, 11, 13):

Estos corresponden a actividades compatibles con la restauración, como:

Agricultura de bajo impacto (agroforestería, sistemas silvopastoriles).

Aprovechamiento forestal no maderable.

Turismo de bajo impacto (ecoturismo, senderismo).

Investigación científica y monitoreo ambiental.

Infraestructura mínima para manejo ambiental (senderos, señalización).

Usos condicionados (19):

Se permiten bajo criterios estrictos de evaluación de impacto ambiental.

Infraestructura de servicios básicos agua, energía renovable siempre que se justifique su necesidad y se acompañe de medidas de compensación.

Usos restringidos (1, 2, 5, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20):

Aquí se ubican actividades incompatibles con la restauración, como:

Urbanización intensiva.

Industria extractiva (minería, hidrocarburos).

Infraestructura carretera de gran escala.

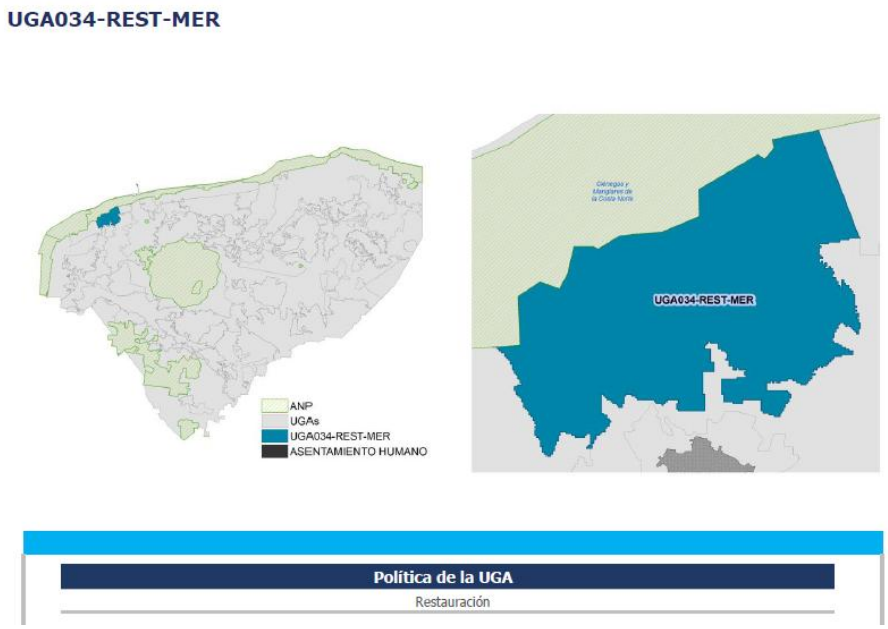
Agricultura extensiva mecanizada.

Ganadería intensiva.

Vertederos y disposición de residuos.

Ubicación real de la UGA-034

- Aunque el código lleva el sufijo “MER”, la UGA034 no es colindante con Mérida y se encuentra a unos 20 km del periférico, abarcando principalmente municipios como Hunucmá, Ucú y otros.
- El nombre “MER” es más una convención administrativa que una referencia geográfica precisa, lo cual genera incongruencia y puede inducir a interpretaciones erróneas en la planeación.



Las políticas del POETY 2023. **Restauración y Aprovechamiento sustentable**.

Estas dos políticas son hermanas con objetivos distintos en el tiempo. Restauración apunta a reparar y reconectar, a futuro; Aprovechamiento sustentable busca producir sin romper el equilibrio ecológico, ahora. El valor está en demostrar cuándo corresponde cada una, con evidencia sólida, y qué implica para decisiones de uso del suelo y evaluación ambiental. Un territorio puede transitar de Restauración a

Aprovechamiento sustentable si alcanza metas verificables de recuperación y estabilidad ecológica.

Reducir la restauración ecológica a un criterio precautorio es un argumento que no se sostiene jurídica ni políticamente. El principio precautorio debe aplicarse en casos de incertidumbre científica, pero no puede ser la salida frente a las carencias administrativas del Estado.

La restauración activa es exigencia del derecho al ambiente sano y del derecho al desarrollo sustentable, y puede suplirse plenamente mediante:

trabajos técnicos y científicos,
participación comunitaria,
financiamiento adecuado,
y la debida legalidad en la aplicación de políticas públicas.

El derecho a un ambiente sano no es un derecho a un ambiente de prohibiciones, sino a un ambiente de restauración y desarrollo sustentable.

Reducir la restauración a un criterio precautorio no es una opción viable. El principio precautorio debe aplicarse en casos de incertidumbre científica, pero no puede sustituir la obligación estatal de restaurar activamente.

Una política de prohibiciones limita el derecho al desarrollo sustentable y convierte el ambiente sano en un ambiente de restricciones, no de oportunidades.

Alternativas viables. Los trabajos técnicos y científicos, la participación comunitaria y los mecanismos financieros como el FCC o fideicomisos ambientales demuestran que la restauración activa es posible y necesaria.

Implicaciones de la política REST-MER

La política REST-MER limita proyectos incompatibles, aplicando el principio precautorio.

Sin embargo, su objetivo no es solo prohibir, sino activar procesos de restauración ecológica reforestación, manejo de suelos, recuperación de cuerpos de agua.

Tensión institucional: En la práctica, REST-MER suele aplicarse como criterio de restricción, reflejando carencias administrativas y presupuestales. Esto genera un ambiente de prohibiciones más que de restauración activa.

La UGA 34 ejemplifica cómo la política REST-MER puede ser interpretada de manera limitada como un criterio precautorio de prohibiciones. Sin embargo, esta interpretación vulnera el derecho al desarrollo sustentable de las comunidades.

La restauración debe ser entendida como un mandato activo, que se puede suplir y satisfacer plenamente mediante: trabajos técnicos y científicos, participación comunitaria, financiamiento adecuado, y aplicación operativa de la legalidad ambiental.

La política REST-MER en la UGA 34 debe ser interpretada como un mandato de restauración activa, no como un criterio precautorio que refleja carencias institucionales. La restauración ecológica es una reivindicación del derecho al ambiente sano y del desarrollo sustentable, y puede ser satisfecha mediante trabajos técnicos, participación comunitaria y financiamiento ambiental. El equilibrio entre prohibición, precaución y restauración activa es clave para garantizar una política ambiental eficaz y justa.

3**.6 Vinculación con Planes y Programas de Desarrollo Urbano**

3.6.1 Planeación regional y subregional

El proyecto denominado “Construcción y Operación de un Desarrollo Inmobiliario Suburbano denominado Calmarea”, ubicado en el Tablaje Catastral Núm.. 108606 en el municipio de Hunucmá, Yucatán, se inserta en un sistema de planeación subregional y microrregional que responde a las dinámicas de crecimiento urbano y ordenamiento territorial de la región litoral centro del estado de Yucatán.

La ubicación estratégica del predio, en el **kilómetro 4.5 de la carretera Hunucmá–Sisal**, permite su articulación con los municipios colindantes:

- **Sur:** Samahil y Tetiz
- **Este:** Progreso y Ucú
- **Oeste:** Celestún
- **Norte:** Golfo de México (Puerto de Sisal)
- **Centro nodal:** Mérida (capital del estado)

Esta configuración territorial favorece la **desconcentración de servicios regionales** desde la ciudad de Mérida, promoviendo un desarrollo equilibrado y sustentable en los municipios periféricos. El proyecto contribuye a la consolidación de un **corredor de desarrollo urbano costero**, con conectividad vial, disponibilidad de servicios básicos y compatibilidad ambiental validada por los instrumentos POETY y POETCY.

3.6.2 Vinculación con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Hunucmá

El Ayuntamiento de Hunucmá, en el ejercicio de sus atribuciones, emitió el permiso municipal correspondiente para autorizar de manera positiva el proyecto “Calmarea”, reconociendo su viabilidad técnica, legal y ambiental dentro del marco del Programa Municipal de Desarrollo Urbano. Se anexa copia del documento oficial como parte del expediente.

Este programa establece los lineamientos para el uso del suelo, densidades habitacionales, infraestructura urbana y compatibilidad con el entorno natural. El proyecto cumple con estos lineamientos, al incorporar criterios de sustentabilidad, conservación de áreas verdes y diseño urbano funcional.

3.6.3 Coeficientes de Ocupación y Utilización del Suelo

Como parte del diseño del Plan Maestro del desarrollo, se definieron los siguientes parámetros urbanísticos:

Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS):
Representa la superficie máxima de desplante permitida en cada predio. El proyecto establece un COS que garantiza áreas libres suficientes, sin necesidad de ocupar el total del terreno.

Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS):
Define la intensidad máxima de construcción por predio, expresada en metros cuadrados construibles. Este coeficiente determina el número de niveles permitidos y la volumetría de cada edificación.

Ambos coeficientes han sido establecidos conforme a los criterios del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y respetan las condiciones de compatibilidad territorial y ambiental del sitio.

3.7 Programas de Restauración Ecológica y Vinculación Normativa Complementaria

3.7.1 Restauración ecológica y valor de conservación

El área del proyecto presenta vegetación secundaria derivada de ecosistemas de selva baja caducifolia, modificada por actividades productivas previas como agricultura itinerante, cultivo de henequén y manejo ganadero extensivo. Como parte de las medidas de mitigación, se contempla la reforestación y restauración ecológica con especies propias del ecosistema original.

Valor ecológico del sitio:

Integridad ecológica funcional: Se mantiene la conectividad entre fragmentos de vegetación secundaria, lo que permite conservar procesos ecológicos básicos.

Función como corredor biológico: El proyecto no interrumpe la continuidad vegetal a nivel regional, permitiendo el tránsito de especies con rangos de movimiento amplios.

Se establece que la empresa constructora deberá contar con personal técnico para supervisión ambiental, seguimiento de medidas de mitigación y verificación del cumplimiento durante las etapas de desmonte y construcción, evitando afectaciones fuera de las áreas autorizadas.

3.7.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Preceptos invocados: Artículo 58, fracciones I a IV; Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, Aprovechamiento de recursos maderables
Plantaciones forestales comerciales, Colecta de recursos genéticos
Vinculación con el proyecto:
El proyecto no contempla aprovechamiento forestal maderable ni requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La vegetación presente corresponde a acahual en sucesión detenida, sin cobertura forestal primaria. Los residuos vegetales serán trozados y reincorporados al suelo en áreas verdes, como parte de las estrategias de restauración.

3.7.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículos invocados: 18, 22, 41, 42, 43, 45, 54, 55

Vinculación con el proyecto:

Separación de residuos sólidos urbanos en orgánicos e inorgánicos
No se generarán residuos peligrosos durante la obra
En caso de generación incidental, se manejarán conforme a la normatividad, mediante empresas autorizadas
Se evitará la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales
Se implementará un programa de manejo integral de residuos desde la etapa de preparación.

3.7.4 Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán

Artículos invocados**:** 81 fracciones II y III; 83 fracción I

Vinculación con el proyecto:

Se verificará el estado de los vehículos utilizados, controlando emisiones mediante mantenimiento periódico

- Se llevará una bitácora de supervisión ambiental
- Se implementará un programa de orden y limpieza con separación de residuos y manejo adecuado de sólidos

3.7.5 Ley de Aguas Nacionales

Artículos invocados: 44, 45, 88

Vinculación con el proyecto:

Se promoverá el registro de pozos si se requiere abastecimiento directo
Durante la construcción, no se verterán aguas residuales al suelo
Se instalarán letrinas portátiles por cada 15 trabajadores
En operación, se implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales conforme a la NOM-001-SEMARNAT-2021.

3.7.6 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Artículos invocados: 5, 9, 10

Vinculación con el proyecto:

- Se presenta la **Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad particular**, conforme a la guía oficial de SEMARNAT

3.8 Reglamentos Ambientales Aplicables

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

- **Artículo 93:** Las emisiones atmosféricas no deberán exceder los niveles máximos permisibles establecidos en las NOMs. **Vinculación:** Se implementarán medidas de control de emisiones durante la obra, incluyendo mantenimiento de maquinaria y vehículos.
- **Artículo 106:** Las emisiones de gases y partículas por vehículos deberán mantenerse dentro de los límites establecidos por la normatividad. **Vinculación:** Se verificará el estado de los vehículos utilizados en la obra, con mantenimiento en talleres autorizados.
- **Artículo 109:** Los vehículos registrados en el estado deberán someterse a verificación ambiental conforme a los programas oficiales.

Vinculación: Se cumplirá con los programas de verificación vigentes para el parque vehicular del proyecto.

3.8.2 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Vinculación:

- Los residuos peligrosos serán manejados en tambores metálicos separados, y enviados a disposición final mediante empresas autorizadas.
- Se evitará la mezcla con residuos domésticos y se mantendrá control conforme al tipo de residuo generado.

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

Vinculación:

- Durante la preparación del sitio y operación, se prevé la generación de polvos y emisiones menores por maquinaria.
- Se aplicará riego periódico en superficies de rodamiento para minimizar la dispersión de partículas.

3.8.4 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación por Ruido

Vinculación:

- Se reconoce que el uso de maquinaria pesada puede generar niveles de ruido superiores a los permitidos.
- Todo el personal contará con equipo de protección auditiva y se observarán las disposiciones de seguridad laboral.

3.9 Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) Aplicables

Materia	Norma	Regulación	Vinculación con el proyecto
Residuos peligrosos	NOM-052-SEMARNAT-1993	Características y listado de residuos peligrosos	Se manejarán por separado y serán retirados por empresas autorizadas si se generan.
Emisiones a la atmósfera	NOM-045-SEMARNAT	Opacidad del humo de vehículos	Se exigirá verificación ambiental a vehículos que operen en el sitio.
Aguas residuales	NOM-001-SEMARNAT-2021	Límites de contaminantes en descargas	Se utilizarán letrinas móviles tratadas por empresas especializadas; no habrá descarga directa al suelo.
Flora y fauna	NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección de especies en riesgo	Se evitará afectación a especies; se mantendrán áreas verdes y se supervisará el desmonte.

3.10 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las Áreas Naturales Protegidas son instrumentos jurídicos clave para la conservación de la biodiversidad. Se crean por decreto presidencial o estatal y sus actividades permitidas se regulan por la LGEEPA, sus reglamentos y programas de manejo.

Vinculación con el proyecto:

- El predio en estudio se ubica fuera de cualquier ANP decretada, tanto de carácter federal como estatal.
- No se afectarán ecosistemas prioritarios ni zonas de conservación legalmente protegidas.

3.11 Conclusión jurídica del capítulo

Con base en el análisis integral de los ordenamientos legales, reglamentos, NOMs y programas aplicables, se concluye que el proyecto “Construcción y Operación de un Desarrollo Inmobiliario Suburbano denominado Calmarea” cumple con los requisitos técnicos, legales y ambientales exigidos por la normatividad vigente.

El proyecto:

- Se apega a los usos de suelo compatibles definidos por el POETY y POETCY.
- No afecta vegetación forestal primaria se trata de un terreno erial tipo achaual
- No se ubica dentro ninguna Area Natural Protegida ni afecta su área de influencia
- Implementa medidas de prevención, mitigación y restauración ecológica.

- Garantiza el manejo adecuado de residuos, emisiones y ruido.
- Respeta los coeficientes de ocupación y utilización definidos por el municipio.
- Contribuye al ordenamiento territorial y desconcentración urbana de la región.

3.12 Vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMR-GMMC)

El **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMR-GMMC)** es un instrumento de política ambiental de carácter federal, publicado por la SEMARNAT en 2018, que establece criterios de regulación ecológica para el uso sustentable de los ecosistemas marinos y costeros del litoral mexicano. Su ámbito de aplicación incluye los estados costeros del Golfo de México, entre ellos Yucatán, y se vincula con los programas estatales y municipales de ordenamiento ecológico y territorial.

3.12.1 Pertinencia territorial

El proyecto “Calmarea” se ubica en el municipio de Hunucmá, Yucatán, dentro de la región litoral centro del estado, a escasos kilómetros del Puerto de Sisal, zona costera incluida en el ámbito de influencia del POEMR-GMMC. Aunque el predio se localiza tierra adentro, a 15 kilómetros, su cercanía con el litoral y su inserción funcional en el corredor Hunucmá–Sisal–Mérida lo vinculan indirectamente con los objetivos del ordenamiento marino regional.

3.12.2 Criterios de compatibilidad

El POEMR-GMMC establece lineamientos para:

- Evitar la expansión urbana desordenada en zonas costeras sensibles
- Promover el desarrollo sustentable en áreas de transición tierra-mar
- Conservar corredores ecológicos que conectan ecosistemas terrestres y marinos
- Reducir la presión sobre humedales, manglares y cuerpos de agua costeros

Vinculación con el proyecto:

- El predio se ubica **fuera de zonas costeras sensibles**, sin presencia de humedales, manglares ni cuerpos de agua marinos.
- El proyecto **no afecta ecosistemas marino-costeros**, ni modifica la hidrodinámica regional.
- Se contempla la **conservación de vegetación secundaria** y la creación de **corredores verdes**, que contribuyen a la conectividad ecológica regional.
- La propuesta urbana se alinea con los principios de **desarrollo ordenado y sustentable**, evitando la fragmentación del paisaje costero.

3.12.3 Coordinación interinstitucional

El POEMR-GMMC establece la necesidad de coordinación entre los tres órdenes de gobierno. En este caso, el proyecto cuenta con:

- Resolutivo FUA estatal que valida la compatibilidad del uso de suelo
- Permiso municipal emitido por el Ayuntamiento de Hunucmá
- Vinculación técnica con el POETCY y POETY, que son instrumentos complementarios al POEMR-GMMC

Ley General de Cambio Climático (LGCC) reformada al 1 de abril de 2024, existe una vinculación directa y explícita. El proyecto "Calmarea" reconoce la ley y estructura medidas específicas para el cumplimiento de las obligaciones en materia de Mitigación reducción de emisiones, Adaptación y reducción de vulnerabilidad.

A continuación, se detalla la vinculación jurídica y técnica entre el proyecto y la Ley:

1. **Eje de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI)**

La LGCC establece como objetivo nacional la reducción de emisiones y la transición hacia una economía baja en carbono. El proyecto se vincula mediante la cuantificación y reducción de su huella de carbono.

Inventario de Emisiones Art. 87 LGCC: La ley obliga a reportar y monitorear emisiones. El proyecto cumple al presentar una cuantificación detallada, dividida en dos fases:

Huella Fija Irreversible. Calculada en 851.35 Ton CO2e, derivada principalmente del Cambio de Uso de Suelo (CUS) y el consumo de diésel durante la construcción.

Huella Operativa Recurrente: Calculada en 75.96 Ton CO2e/año antes de medidas de mitigación, proveniente del consumo eléctrico y tratamiento de aguas.

Acciones de Reducción Directa: Para cumplir con los principios de eficiencia de la ley, el proyecto implementa tecnología para reducir su impacto operativo:

Energía Limpia: Instalación de alumbrado público solar fotovoltaico, eliminando el 100% de las emisiones por consumo eléctrico Alcance 2.

Manejo de Residuos y Metano: Control de metano CH_4 en biodigestores mediante mantenimiento estricto, reduciendo emisiones fugitivas.

Estas medidas reducen la emisión operativa anual en un 73%, dejando un residual marginal de 20.16 Ton CO2e/año.

2. Eje de Adaptación y Reducción de Vulnerabilidad

La LGCC Arts. 27-30 mandata reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas ante efectos adversos del clima.

Análisis de Riesgo Climático: El proyecto utiliza el Atlas de Riesgos instrumento reconocido por la LGCC, para determinar que el sitio tiene baja vulnerabilidad a inundaciones, pero reconoce la incidencia de huracanes y calor extremo.

Combate a Islas de Calor Urbanas: Para adaptarse al aumento de temperatura local por la remoción de cubierta vegetal impacto residual moderado, el proyecto conserva el 30% de la vegetación y áreas verdes para mantener microclimas frescos y zonas de sombra, alineándose con las estrategias de adaptación urbana de la ley.

Gestión Hídrica Resiliente: Se prohíben las descargas al subsuelo y se fomenta la infiltración de agua pluvial mediante áreas verdes y suelos permeables, protegiendo el acuífero ante sequías, una prioridad de adaptación en la región.

3. Compensación y "Carbono Azul"

La reforma a la LGCC ha puesto énfasis en las Soluciones Basadas en la Naturaleza y el carbono azul de ecosistemas costeros.

Mecanismo de Compensación Voluntaria: Para neutralizar la "Huella Fija" las 851.35 toneladas generadas por la construcción, el proyecto propone una medida compensatoria robusta alineada con las metas nacionales:

Restauración de Manglar: Se sugiere contribuir a la restauración de 3.5 hectáreas de manglar en la zona costera de Hunucmá.

El manglar es reconocido como un ecosistema de Carbono Azul con alta capacidad de secuestro. Se estima que estas 3.5 hectáreas capturarán el total de las emisiones fijas del proyecto en un plazo de 20 años.

Alineación Internacional. Esta medida vincula al proyecto con los compromisos de México en el Acuerdo de París y la Meta 30x30, materializando estos acuerdos en acciones sustentables y concretas.

4. Responsabilidad Compartida y Economía Circular

La LGCC promueve cambios en patrones de producción y consumo.

Gestión de Residuos: El proyecto se asume como generador de más de 10 ton/año y establece un Plan de Manejo Integral basado en la economía circula, separación, reciclaje, compostaje in situ, reduciendo las emisiones de metano asociadas a los

rellenos sanitarios municipales, lo cual es una estrategia de mitigación de Gases de Efecto Invernadero de vida corta.

El proyecto cumple y se vincula positivamente con la Ley General de Cambio Climático. No se limita a cumplir regulaciones administrativas, sino que integra mecanismos voluntarios de compensación restauración de manglar* y tecnologías limpias solar que lo alinean con las metas nacionales de descarbonización y resiliencia climática vigentes en la reforma de 2024.

Areas prioritarias para la conservación de CONABIO; vinculación jurídica y técnica.

El proyecto se sitúa en una zona de transición entre la selva baja y la costa Corredor Hunucmá-Sisal, lo que requiere una alineación con los instrumentos de conservación para no afectar las áreas prioritarias circundantes.

1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) y Sitios Prioritarios

Aunque el estado de Yucatán alberga diversas RTP caracterizadas por su riqueza biológica, el predio del proyecto ha sido dictaminado como una zona de aprovechamiento urbano y no de conservación estricta.

El predio no se considera un sitio prioritario de conservación in situ debido a que su vegetación es secundaria "acahual" en sucesión detenida y ha sido modificada históricamente por el cultivo de henequén y ganadería.

Vinculación Jurídica (POETCY): El proyecto se ubica en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) HUN-16-SEL-AP-2 (93%) y HUN-15-SEL-AP-1 (7%). Estas UGAs clasifican el suelo como de "Aprovechamiento" y "Suelo de Estructura Limitada" Urbano/Suburbano, declarando el desarrollo inmobiliario como un uso compatible

Protección de RTP cercanas: Aunque el predio no es RTP, se encuentra cerca de zonas de alta biodiversidad. La MIA establece medidas para evitar la fragmentación ecológica regional y mantener la conectividad mediante la conservación del 30% de áreas verdes internas.

2. Regiones Marinas e Hidrológicas Prioritarias

El proyecto no colinda con el mar, pero se ubica en la cuenca hidrológica RH32 Yucatán Norte, la cual alimenta las descargas de agua subterránea hacia las Regiones Marinas Prioritarias del Golfo de México.

Conectividad Hidrológica: El agua subterránea en el sitio fluye en dirección Norte-Noroeste hacia la costa (Sisal/Celestún. Por lo tanto, cualquier contaminación en el sitio impactaría las Regiones Marinas Prioritarias costeras.

Vinculación Jurídica (POEMR-GMMC): El proyecto se vincula con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México, cumpliendo con el criterio de no alterar la hidrodinámica ni afectar humedales o manglares, ya que se ubica a 15 km de la costa.

Protección del Acuífero: Para proteger la Región Hidrológica, el proyecto cumple con la NOM-001-SEMARNAT-2021. Se prohíbe el uso de fosas sépticas convencionales y se obliga la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales tipo SITAR DLD-14 o biodigestores para evitar descargas al subsuelo.

3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Yucatán es clave para las aves, pero el sitio específico del proyecto presenta una baja diversidad debido a la perturbación antropogénica previa.

Diagnóstico del Sitio: Los estudios de campo indican que la fauna es escasa y generalista; no se detectaron especies de aves en riesgo enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del polígono.

Relación con AICAS cercanas: El municipio de Hunucmá tiene cerca del 30-35% de su superficie en Áreas Naturales Protegidas como la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, importante AICA. El proyecto "Calmarea" se sitúa fuera de estos polígonos protegidos.

Medida de Mitigación: Para no afectar las poblaciones de aves de la región, se prohíbe el desmonte total inmediato. Se realizará de forma gradual para permitir el desplazamiento de la fauna hacia áreas de conservación adyacentes.

4. Resumen de Vinculación Normativa

La viabilidad del proyecto frente a las Áreas Prioritarias se sustenta en los siguientes instrumentos legales analizados en el Capítulo 3 de la MIA:

Vinculación con Áreas Prioritarias

LGEEPA. Evaluación de impacto en ecosistemas. Modalidad Particular presentada para mitigar impactos

POETCY (Decreto 160/2014) Ordenamiento Ecológico Costero. Ubicado en UGA HUN-16, zona apta para desarrollo, fuera de zonas de conservación estricta.

NOM-059-SEMARNAT. Protección de especies en riesgo. No se encontraron especies protegidas en el sitio; se aplicará rescate de fauna si aparecen.

Áreas Naturales Protegidas. Sitios de prioridad extrema. El proyecto se ubica fuera de cualquier ANP federal o estatal.

El proyecto "Calmarea" se desarrolla en un área de baja prioridad de conservación in situ zona perturbada/acahual, lo que permite su viabilidad legal. Sin embargo, debido a su ubicación en la cuenca hidrológica que alimenta a las Regiones Marinas. Prioritarias y su cercanía a reservas ecológicas Ría Celestún/El Palmar, está obligado a implementar sistemas de tratamiento de agua y conservar corredores verdes para no afectar indirectamente estos ecosistemas prioritarios.

Conclusiones del Capítulo III: Vinculación con Ordenamientos Jurídicos

El proyecto denominado “Construcción y Operación de un Desarrollo Inmobiliario denominado “Calmarea”, ubicado en el Tablaje Catastral No. 108616, en el municipio de Hunucmá, Yucatán, ha sido evaluado conforme a los ordenamientos jurídicos, ecológicos y territoriales vigentes, garantizando su compatibilidad legal y ambiental.

Instrumentos normativos aplicables

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Ley de Aguas Nacionales
- Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán
- Ley General de Cambio Climático
- Reglamentos específicos en materia de atmósfera, ruido y residuos peligrosos

Ordenamientos ecológicos territoriales

- POET-Y 2023 (Decreto 692/2023), UGA-034-REST-MER
- POET-CY 2014 (Decreto 160/2014), UGA-HUN016-AP2 Y UGA-HUN15-AP1
- clasificadas como uso compatible para desarrollo urbano sustentable.

Planeación urbana y regional

- Vinculación con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Hunucmá
- Permiso municipal emitido por el Ayuntamiento de Hunucmá
- Inserción funcional en el sistema subregional Hunucmá–Sisal–Mérida

- Aplicación de coeficientes de ocupación (COS) y utilización (CUS) conforme a normativa local

Criterios ecológicos generales

El proyecto cumple con los 14 criterios ecológicos establecidos por el POETY y POETCY, incluyendo:

- Manejo adecuado de aguas residuales y residuos sólidos
- Conservación de vegetación secundaria y conectividad ecológica
- Prevención de impactos en zonas inundables, cavernas y humedales
- Diseño de vialidades con materiales permeables y drenaje natural
- Medidas para favorecer la recarga del acuífero

Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) aplicables

Materia	Norma	Aplicación en el proyecto
Residuos peligrosos	NOM-052-SEMARNAT-1993	Separación y manejo especializado
Emisiones vehiculares	NOM-045-SEMARNAT	Verificación y mantenimiento
Aguas residuales	NOM-001-SEMARNAT-2021	Sistema de tratamiento sanitario
Flora y fauna	NOM-059-SEMARNAT-2010	Supervisión y conservación de especies

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

- El proyecto se ubica fuera de cualquier ANP federal o estatal
- No se afecta la integridad de ecosistemas prioritarios ni zonas de conservación

CAPITULO IV

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

4.1. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL, (SA).

Con base en las coordenadas del polígono en estudio, denominado Tablaje catastral Núm.. 108606, en el municipio de Hunucmá, se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA-HUN-16-SEL-AP-2, en un 93% y la UGA-15-SEL-AP-1, en un 7 %, dicha Unidad de Gestión Ambiental, dicha UGA expresa los usos compatibles y condicionados que se pueden llevar a cabo siguiendo los Criterios de Regulación Ecológica señalados en el mismo Programa, POETCY-20014.

Por su ubicación y colindancia hacia la carretera estatal que conduce de la localidad se Hunucmá hacia el Puerto de Sisal, el frente del predio de 320 m, colinda con la carretera estatal y tiene un fondo de 1,300 m del lado norte, se ubica dentro de la UGA-HUN-15-SEL-AP1, en un 7 % de superficie, y del lado sur el 93 % del polígono, se ubica dentro La UGA-HUM-16-SEL-AP-2, cuyos criterios de regulación Ecológica, Política y Actividades y Uso de Suelo, se analizan y se delimitan dentro el sistema ambiental en este estudio.

Para efecto de delimitar el área de estudio del sistema ambiental, tenemos una poligonal de 30 hectáreas colindante con el frente de carretera con medidas de: 320 m por 1,300 m por 326.79 m fondo, por 1,310 m. dentro de la UGA HUN-16-AP-2, la cual se toma para efecto de delimitar el sistema ambiental, como área de influencia del proyecto, el área total de la UGA, con una superficie de 2,768.48 hectáreas (aprox. 27.68 km²). para la UGA HUN-16-AP-2, y como área de influencia inmediata se considera un radio de 1,000 m a partir del centro de la poligonal de 30 hectáreas, lo cual constituye una unidad territorial homogénea clasificada como vegetación secundaria de selva baja, tipo acahual, y de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación INEGI; Series VI y VII, y verificado con los estudios de campo corresponde con vegetación secundaria de selva baja caducifolia caracterizada por sus estratos herbáceo, arbustivo, matorral y escaso estrato arbóreo, en un estado de sucesión secundaria detenida.

Para el desarrollo de esta sección se analizan de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos del suelo y del agua que hay en el área de estudio, con el propósito de reflejar su comportamiento y sus tendencias.

4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

A partir de que se define el Sistema Ambiental, SA, dentro el que se ubica el área de estudio denominada Tablaje catastral # 11465, ubicada cercana a la localidad de Hunucmá y

administrativamente se encuentra, dentro del municipio de Hunucmá, por su ubicación se encuentran regulados por el Decreto 160/2014 por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, por sus siglas denominado, POETCY. El análisis del POETY y POETCY se presenta también el capítulo 3 de vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto.

Para el POETCY-2014, este ordenamiento específico para la costa de Yucatán, la zona costera incluye la totalidad del territorio de los municipios de Celestún, Dzilam de Bravo, Dzemul, Dzidzantún, Ixil, Progreso, Río Lagartos, San Felipe, Sinanché, Telchac Puerto, Yobaín; y la parte comprendida en la franja paralela al litoral de 20 km de ancho tierra adentro, de los municipios de: Baca, Chicxulub Pueblo, Dzilam González, **Hunucmá,** Mérida, Mocochá, Motul, Panabá, Telchac Pueblo, Tetiz, Tizimín, y Ucú, según límites del marco geoestadístico de Inegi 2013.

Con base en las coordenadas del polígono en estudio, denominado Tablaje catastral Num.108606,, se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA-HUN-16-SEL-AP-2, en un 93% y en la UGA-15-SEL-AP-1, un 7%, dichas Unidades de Gestión Ambiental expresan los usos compatibles y condicionados que se pueden llevar a cabo siguiendo los Criterios de Regulación Ecológica señalados en el POETCY-2014.

De acuerdo con el POETCY-2014, establece en su artículo 14, la descripción de las UGA, las UGA se ajustarán o alinearán, en su caso, a las políticas ambientales, a los criterios de orientación ecológica y a las actividades y usos de suelo, en los términos de este programa de ordenamiento ecológico, de conformidad con los siguientes mapas y tabla:

HUNUCMÁ					
CLAVE	POLITICA	USOS ACTUALES	USOS COMPATIBLE	USOS NO COMPATIBLES	CRITERIOS DE REGULACIÓN
HUN15-SEL	AP1	2,3,8,12,16	1,2,3,4,6,7,8,9,10,16,20,21,22,23,25,26,28	5,11,12,13,14,15,17,18,19,24,27,29	6,8,10,11,13,25,27,28,29,35,39,40,41,43,45,46,52,55,57,58,60,62
HUN16-SEL	AP2	2,3,8,12,16,22,25,26	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,16,17,18,19,20,21,23,24,25,26,28	5,13,14,15,27,29	7,8,10,11,13,25,28,29,35,39,40,41,43,45,46,52,55,57,58,60,62

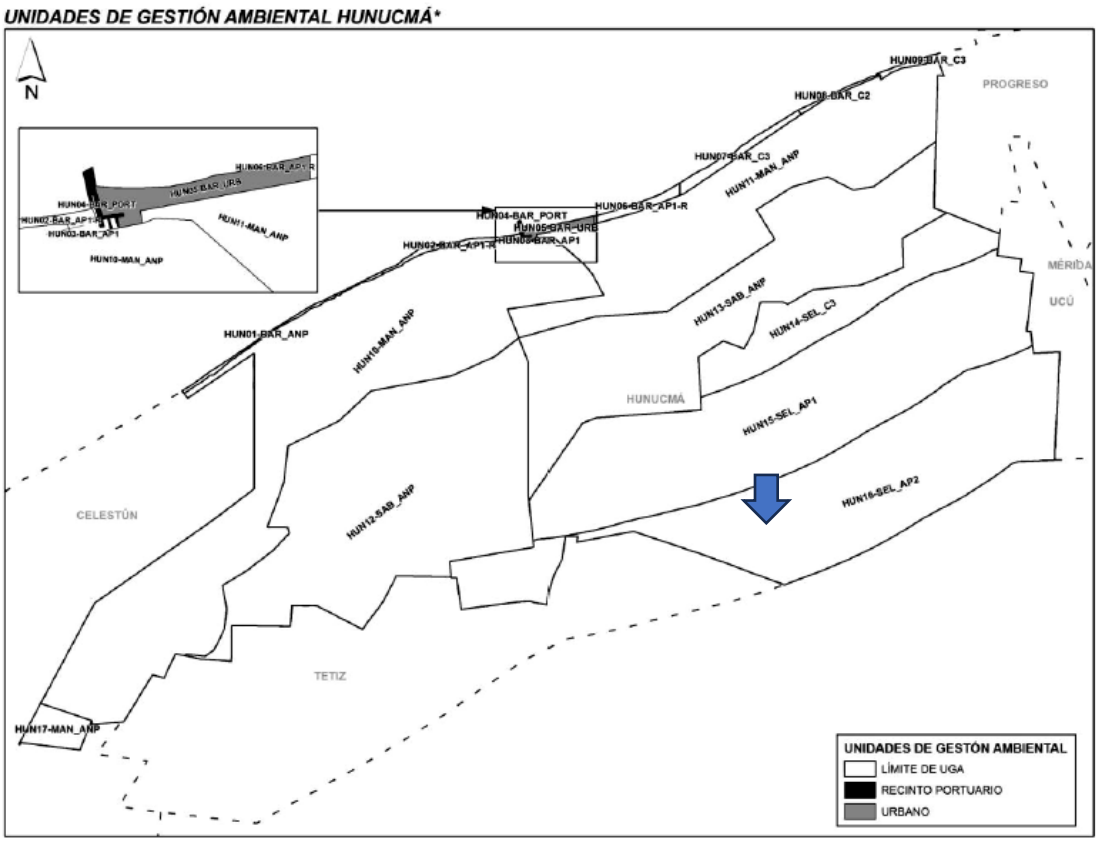


Fig. Plano de las Unidades de Gestión Ambiental, UGAS, de acuerdo con POETCY-2015, el proyecto se ubica en la UGA-HUN-16.SEL-AP-2

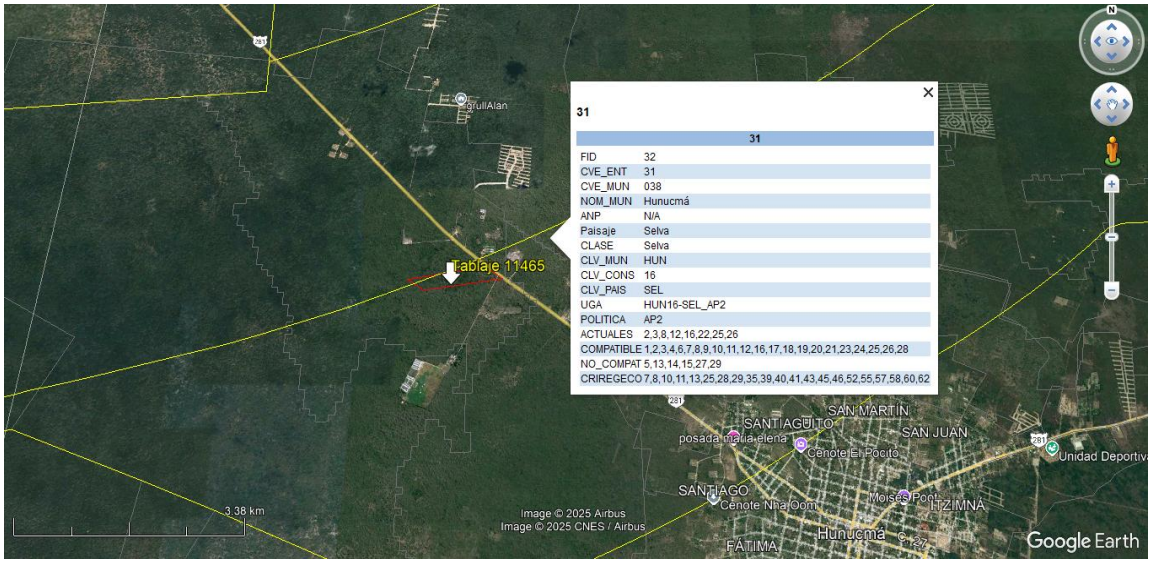


Fig. Imagen localización área proyecto y UGAS del POETCY

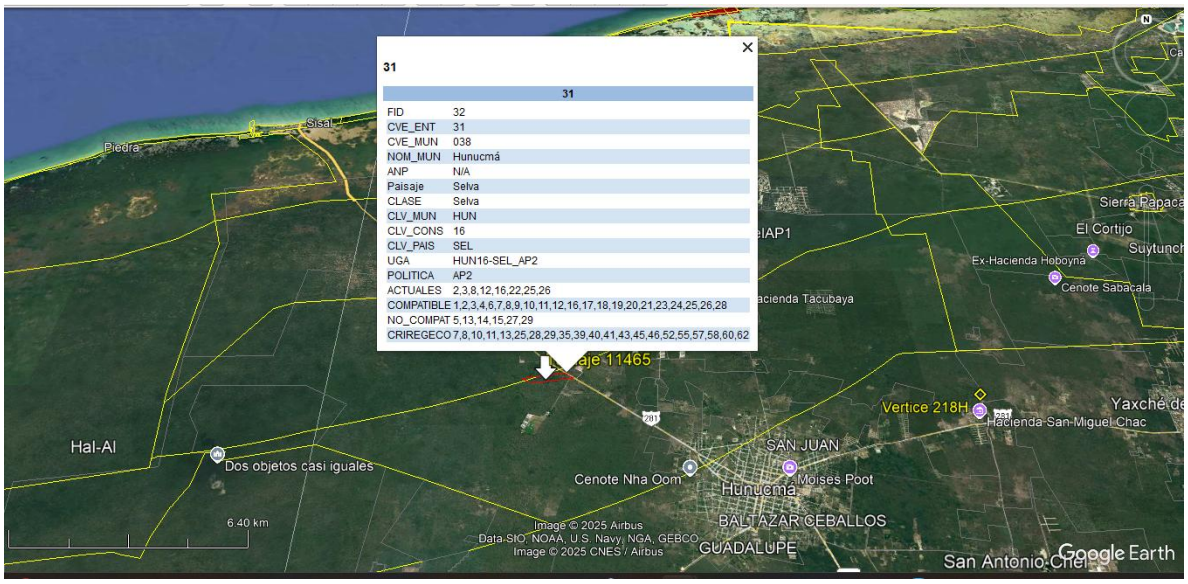


Fig. Imagen localización área proyecto y UGAS del POETCY

De acuerdo con el POETCY, para la UGA, HUN**15-SEL-AP-1:** Política Aprovechamiento, AP los Usos Actuales del Suelo y Actividades son:
2,3,8,12,16

Numero	**Usos Actuales del Suelo y Actividades**
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
3	Apicultura.
8	Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.
12	Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
16	Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.

Usos de Suelos Compatibles: 1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,16,20,21,22,23,25,28,29

1	Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
3	Apicultura.
4	Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.
6	Acuacultura artesanal o extensiva.
7	Acuacultura industrial o intensiva.
8	Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.
9	Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
10	Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).
11	Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.
12	Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
16	Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos

20	Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva - en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado).
21	Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).
22	Vivienda Unifamiliar.
23	Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
25	Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.
28	Aprovechamiento forestal maderable y no maderable.
29	Industria eoloeléctrica.

Para efecto del proyecto inmobiliario destacan **los usos Compatibles** con los numerales:

21	Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).
22	Vivienda Unifamiliar.
23	Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
25	***Desarrollos inmobiliarios*** de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

Uso del Suelo NO Compatibles; Para el Proyecto inmobiliario no se realizará ninguna de estas actividades no compatibles.

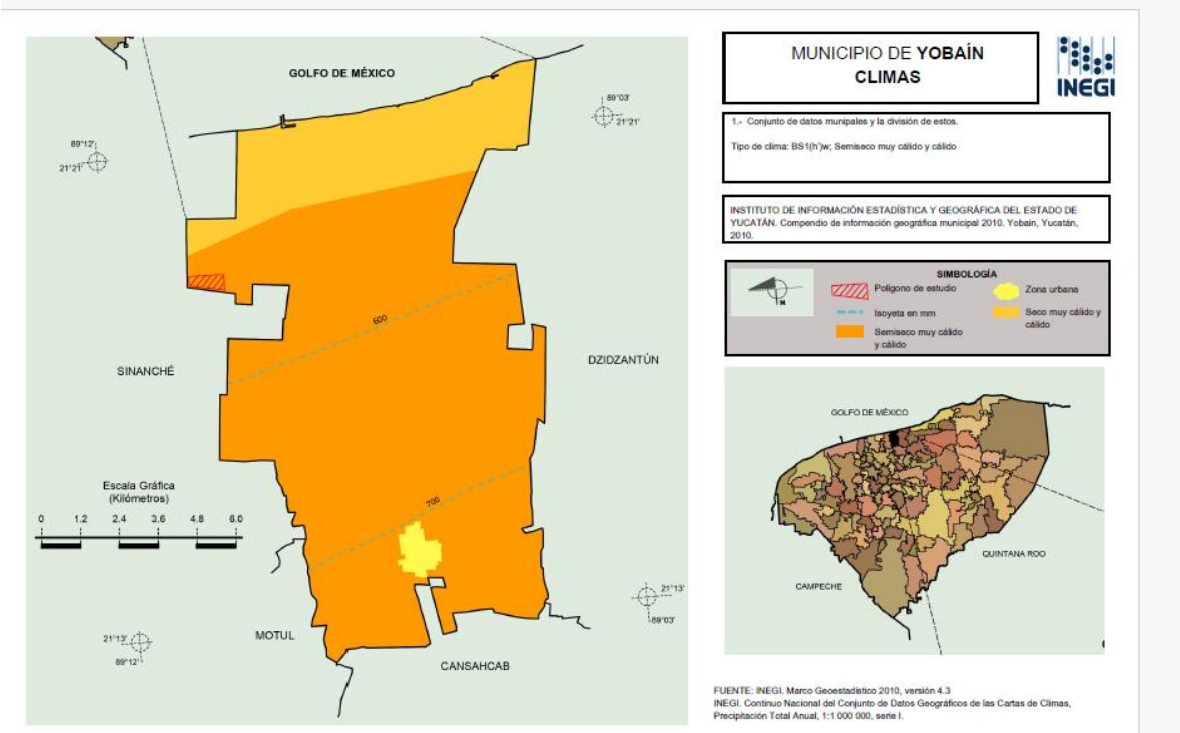
5,13,14,15,17,18,19,24,26,27

5	Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.
13	Extracción artesanal de sal o artemia.
14	Extracción industrial de sal.
15	Extracción de arena.
17	Extracción industrial de piedra o sascab.
18	Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.
19	Industria en general.
24	Campos de golf.
26	Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
27	Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.

4.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

4.2.1.1 Clima

El tipo de clima que se registra en el área del proyecto es el BS1(h')w es un tipo de clima semiárido cálido y muy cálido, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18° C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. El clima del área de estudio está definido por su localización en la zona costera noroccidental de la Península de Yucatán. Esta con base a Koppen modificado por García (1973), pertenece a la franja climática BS y en específico al tipo de clima BS(h') w', caracterizado por su aridez y escasa precipitación.



4.2.1.2 Eventos climáticos extremos

En la zona de estudio del SA, no se presentan heladas, ni temperaturas menores de 4°C., tampoco se presenta granizo, solamente en los meses de junio a septiembre-octubre se manifiestan algunos huracanes provenientes del Caribe; Sin embargo, en los meses de mayo y abril se presentan temperaturas altas hasta de 40 grados centígrados.

Nortes

Se observan principalmente dos tipos de fenómenos atmosféricos que producen vientos mayores a los 70 km/hr. Los vientos de componente N y NO llamados nortes que se presentan entre noviembre y marzo, de origen polar, las depresiones tropicales del Atlántico que pueden evolucionar en tormentas y huracanes durante el paso por la cuenca del Mar Caribe, su componente es E y SE y se presentan principalmente entre julio y octubre, siendo septiembre el mes en que más inciden. En forma eventual se registran vientos del oeste considerados tradicionalmente perjudiciales (Chik'nic), su origen puede ser por depresiones atmosféricas formadas cerca de la Península, en el Canal de Yucatán o Golfo de México.

Tormentas tropicales y huracanes

Los ciclones tropicales son muy importantes, ya que la mayor parte del transporte de humedad del mar hacia las zonas semiáridas del país ocurre por su causa o sus condiciones antecedentes. En diversas regiones del país las lluvias ciclónicas representan la mayor parte de la precipitación pluvial anual.

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la intensidad de los vientos máximos sostenidos. Cuando éstos son mayores de 119 km/h (33.1 m/s) se le denomina huracán, cuando son entre 61 km/h (16.9 m/s) y 119 km/h (33.1 m/s) se le denomina tormenta tropical y cuando los vientos son menores de 61 km/h (16.9 m/s) se le denomina depresión tropical.

Entre 1980 y 2003, impactaron las costas de México 92 ciclones tropicales, de los cuales 42 tenían intensidad de huracán al llegar a tierra. En promedio, cada año 3.8 ciclones tropicales impactan en el país, de los cuales 1.4 son en las costas del Golfo de México y el Caribe, y 2.4 en las del Pacífico. La presencia de los ciclones en la Península se distribuye en los meses de febrero a noviembre, concentrándose principalmente en los meses de junio a octubre, y presentándose una mayor actividad en septiembre que ha registrado 39 eventos en el periodo de 1886 a 1996. Destaca el año de 2005, durante el cual se originaron en la cuenca del Atlántico 26 ciclones tropicales con nombre.

De acuerdo con estadísticas recientes de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), México continúa siendo altamente susceptible al impacto de ciclones tropicales. En promedio, cada año impactan entre 5 y 6 ciclones tropicales en el país, de los cuales aproximadamente tres lo hacen en costas del Pacífico y dos en el litoral del Golfo de México y el Caribe. La temporada de ciclones tropicales en México abarca de mayo a noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los de mayor actividad.
En la Península de Yucatán, los impactos se concentran principalmente entre junio y octubre, con septiembre como el mes históricamente más activo. Por ejemplo, en septiembre se han registrado más de 85 impactos desde 1950, y octubre representa el segundo mes con mayor incidencia. En años recientes, destacan eventos como el

huracán Wilma (2005), que impactó Quintana Roo como categoría 4, y el huracán Otis (2023), que alcanzó categoría 5 antes de impactar Acapulco.
Para la temporada 2025, se prevé la formación de entre 16 y 20 ciclones en el Pacífico y entre 13 y 17 en el Atlántico, con una proporción significativa de sistemas que podrían alcanzar categoría de huracán. Esta tendencia confirma la necesidad de considerar escenarios de vulnerabilidad climática en el diseño y operación de proyectos inmobiliarios en zonas costeras.

Tormentas tropicales y huracanes en el contexto del cambio climático

Los **ciclones tropicales** son fenómenos de gran relevancia para la Península de Yucatán, no sólo por su papel en el transporte de humedad y la recarga de acuíferos, sino también por los riesgos asociados a sus vientos extremos, lluvias torrenciales y marejadas. La temporada oficial en el Atlántico se extiende de junio a noviembre, con un pico de incidencia en septiembre y octubre.

En las últimas décadas, los registros del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del Centro Nacional de Huracanes (NOAA) muestran una tendencia creciente en la frecuencia e intensidad de huracanes y tormentas tropicales atípicas. Esto se relaciona directamente con el cambio climático, que ha provocado un aumento en la temperatura superficial del mar y una mayor disponibilidad de energía para la rápida intensificación de ciclones.

En promedio, México recibe entre 5 y 6 impactos de ciclones tropicales por año, de los cuales alrededor de dos corresponden al Golfo de México y el Caribe. En la Península de Yucatán, los impactos se concentran entre junio y octubre, siendo septiembre el mes históricamente más activo. Desde 1950, se han registrado más de 85 impactos en septiembre, seguido por octubre como el segundo mes con mayor incidencia.

El cambio climático ha modificado patrones tradicionales:

- Se han documentado tormentas fuera de temporada (antes de junio o después de noviembre).
- Se observa un aumento en los casos de huracanes de rápida intensificación, que alcanzan categorías mayores en lapsos muy cortos.
- Se han registrado trayectorias inusuales o atípicas, afectando zonas previamente consideradas de menor riesgo.

Ejemplos históricos de gran impacto en la Península incluyen los huracanes Gilberto (1988), Isidore (2002) y Wilma (2005), todos con efectos devastadores en infraestructura, ecosistemas y comunidades. Estos eventos ilustran la vulnerabilidad de la región y la necesidad de integrar criterios de resiliencia climática en la planeación territorial.

Para la temporada 2025, la NOAA estima la formación de entre 13 y 18 tormentas tropicales en el Atlántico, de las cuales entre 5 y 9 podrían alcanzar categoría de huracán.

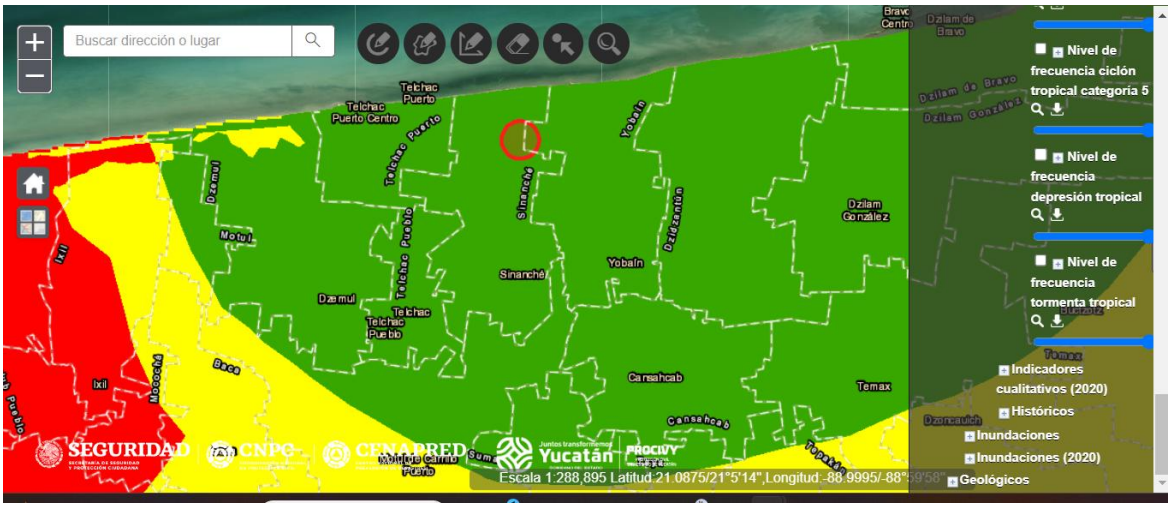
4.2.1.2.1 Vulnerabilidad a Riesgos Climáticos

Para prevenir la vulnerabilidad a riesgos climáticos, de acuerdo con las estrategias en materia de ordenamiento ecológico del territorio del Estado de Yucatán a tomar en consideración para alcanzar el escenario deseado, los proyectos o los programas que se aplican en el territorio definido en las Unidades de Gestión Ambiental, respectiva, para el logro del lineamiento ecológico y su realización se debe promover el uso urbano en zonas con baja vulnerabilidad a riesgos climáticos.

Tomando en cuenta el Atlas de Riesgo de estado de Yucatán, 2013 elaborado por el Servicio Geológico Mexicano, Cenapred, Protección Civil, y el SIG de la plataforma en línea http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales y en el sitio web https://www.yucatan.gob.mx/procivy/ se procedió a analizar el sitio correspondiente a la Tablaje catastral Núm. 108606, que es el área de estudio del proyecto con especial enfoque en las áreas de inundación, la afectación por fenómenos hidrometereológicos, la sequía y los incendios forestales en la zona de estudio, lo cual nos indica que la zona en estudio es apta y con condiciones de poca vulnerabilidad a las inundaciones, no es una zona de riesgo ante tormentas y huracanes, la incidencia de incendios forestales en la zona es poca y lo que sí está presente es la sequía lo cual es una indicador de la pocas probabilidades de desarrollar agricultura de temporal. Resultando el área de estudio la Tablaje catastral Num.108606 una zona de baja vulnerabilidad a riesgos climáticos.



Imágenes del análisis en el SIG del Atlas de Riesgo para el sitio en estudio.
http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM_ENT=Yucat%C3%A1n&CVE_ENT=31



4.2.1.3 Geología y suelos

Fisiográficamente la Península de Yucatán se caracteriza por una superficie Kárstica con un escenario de erosión dentro de su ciclo geomorfológico, existen cavidades y conductos en las rocas calcáreas variando desde poros y fracturas, hasta grandes cavernas cuya profundidad va de los 12 a los 30 m, el colapso de los techos de las cavernas ha formado numerosas depresiones llamadas “dolinas”; éstas formaciones son conocidas regionalmente como “reholladas” o “sumideros” cuando no poseen agua, y se les llama “cenotes” cuando el agua es visible (Villasuso y Méndez, 2000).

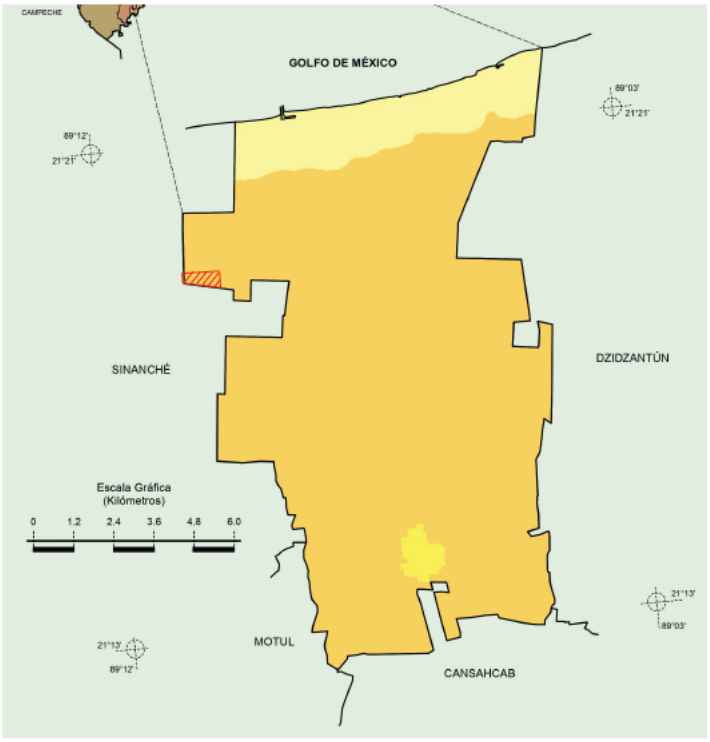
Un material blanco y frágil llamado “sascab” puede ser observado en cortes superficiales de terreno, en depósitos de material y excavaciones; este material corresponde a rocas sin consolidar, el espesor de la capa de sascab puede variar de algunos centímetros a varios metros, su consistencia sugiere que la cristalización de aragonita a calcita, un proceso necesario para la consolidación de una roca no ocurrió (Villasuso y Méndez, 2000).

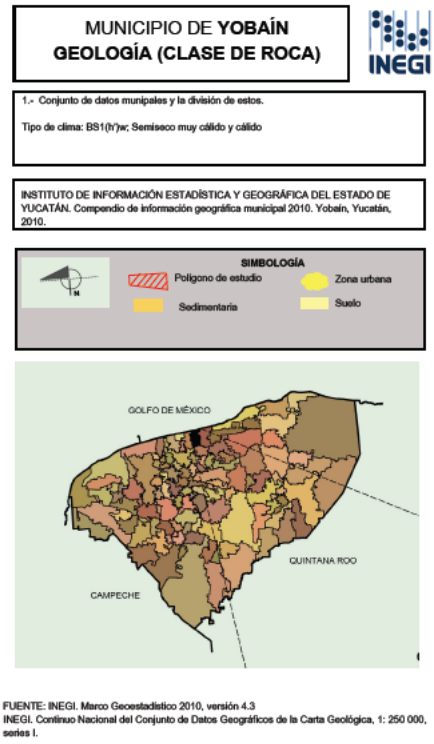
El origen geológico de la zona de estudio corresponde al área tectónica de reciente formación a finales de la era Terciaria. Los suelos son sumamente calcáreos y pedregosos; están formados por material calizo permeable, margas calcíferas y de una capa vegetal superficial de pequeña profundidad menor a 50 cm.

Existen suelos de tipo redzina al Norte, Sur y el centro de tipo litoral. Los sedimentos calizos que forman la parte superior de la losa yucateca son depósitos pertenecientes al Cenozoico. La losa caliza debido a sus condiciones de sedimentación y origen principalmente orgánico carece de estratificaciones claras y bien definidas, posiblemente por los efectos de compresión por tectonismo.

En el predio, también se encuentra cubierta por rocas de la formación Carrillo Puerto del Mioceno- Plioceno, formando una extensa llanura sin accidentes topográficos (Méndez et al., 1997). Esta formación está constituida por coquinas cubiertas por calizas alteradas que

subyacen a calizas cada vez más impuras, que tienden a ser arcillosa, presentándose una escasa capa de suelo de aproximadamente 20 cm (Méndez et al., 1997).



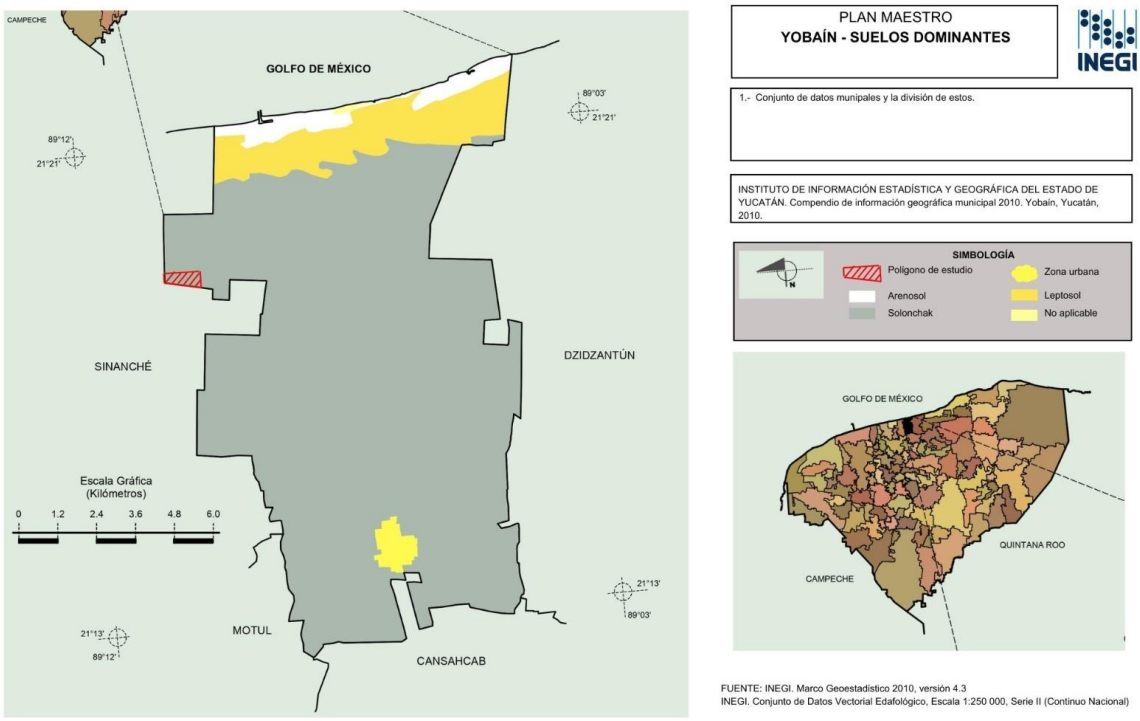


4.2.1.4. Suelos

De acuerdo con datos del INEGI, y según la clasificación de suelos de FAO/UNESCO, el tipo de suelo del área del proyecto es Leptosol, también llamado litosol, este tipo de suelo se distinguen por tener una profundidad menor a los 10 cm.

Los Leptosoles (del griego leptos, delgado), que se conocen en otras clasificaciones como Litosoles y Redzinas, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo.

El tipo de suelo leptosol, lítico, en la clasificación maya se conoce como Tzekel, es un suelo gris oscuro, calcáreo porco profundo, menor de 10 cm con pedregosidad y rocosidad alta mayormente plano con algunos montículos rocosos. En la zona de estudio se han usado para agricultura itinerante, milpa de subsistencia, agricultura de temporal de henequén, y algunos pastizales, es un tipo de suelo poco propicio para la agricultura y de muy baja productividad agropecuaria y por sus características tampoco puede sostener una vegetación de carácter forestal.



4.2.1.5. Hidrología Superficial y Subterránea

Yucatán es uno de los pocos estados de la República Mexicana que no tiene problemas de abastecimiento de agua para satisfacer sus demandas, merced a las características de su subsuelo y a sus condiciones climáticas.

La región de estudio queda comprendida dentro de la región hidrológica RH 32; en el área se presentan dos porcentajes, 85% de la superficie total presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% y un 15% presenta coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%.

La región RH32 se subdivide en dos cuencas: 1) la cuenca A-Quintana Roo ubicada al sureste del Estado y 2) la cuenca B- Yucatán, ésta última ocupa toda la parte centro y norte de Yucatán, equivalente al 89.57% de la superficie estatal, colinda al este con la cuenca A-Quintana Roo.

Con respecto al área del proyecto, los cuerpos de agua superficiales de mayor cercanía están representados por la costa del estado, ubicada a aproximadamente a 15 km, al norte del límite norte del proyecto. Es importante recalcar que el proyecto no provocará la afectación de estos cuerpos de agua alejados del proyecto, dentro del predio no se detectaron cuerpos de agua superficial o cenotes que pudieran verse afectados.

Agua Subterránea.

A nivel regional, el acuífero está conformado por sedimentos cársticos, se considera como libre y se denomina Península de Yucatán, mismo que se ha dividido en 8 zonas geohidrológicas, considerando las características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas de cada una de ellas: 1) Región Costera, 2) Semicírculo de Cenotes, 3) Planicie Interior, 4) Cerros y Valles, 5) Cuencas Escalonadas, 6) Costas Bajas, 7) Nuevo Pital-Escárcega y 8) Xpujil. (CNA, 1996). El área de estudio del proyecto se ubica dentro la zona denominada Región Costera. Esta zona presenta una dirección preferencial de flujo de agua subterránea hacia el norte, noreste y noroeste, siempre regido por un sistema de fracturas y canales de disolución (INEGI, 2002).

En el estado de Yucatán, la dominancia de la roca caliza provoca que el agua de lluvia se filtre rápidamente al subsuelo propiciando que no haya cursos de aguas superficiales y que la precipitación pluvial sea depositada en cavernas, grutas o sumideros naturales. Los depósitos de agua en el subsuelo circulan a través de fracturas en el manto freático, esta agua subterránea se desplaza de la zona sur del estado con mayor ocurrencia y volumen de precipitación, hacia la costa en una dirección norte-noroeste. Ya en la zona costera la descarga natural del acuífero se da al mar, por medio de una serie de lagunas costeras y cuerpos de agua menores ubicados a lo largo del litoral, Graniel E.C. (2010). Hidrología. En: Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (Durán R. y Méndez M., Eds). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, México, pp. 12-13.

Las aguas de lluvia se infiltran a través de las rocas calizas formando una extensa red de mantos acuíferos subterráneos a profundidades relativamente cercanas a la superficie. Del agua meteórica que recibe anualmente la entidad, alrededor del 90% se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, y el 10% complementario es interceptado por la cobertura vegetal retornando después a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración.

El agua que se encuentra en el subsuelo circula a través de las fracturas y conductos de disolución (conductos cársticos) que están a diferentes profundidades en el manto freático. De acuerdo con las características de la región y de los municipios de influencia delimitados en este estudio, se observa la extracción del recurso hídrico para la potabilización y posterior uso doméstico; es frecuente también la existencia de pozos en traspatios para satisfacer necesidades básicas. Dentro del área que ocupará el proyecto no se observaron cuerpos de agua o cenotes.

Flujo del agua en la península.

El agua que se encuentra en el subsuelo circula a través de la red de fracturas y conductos de disolución que están a diferentes profundidades en el manto freático. Toda esta agua subterránea de la península se mueve de las zonas de mayor

precipitación (sur de la península), hacia la costa en una dirección norte-noroeste, donde se realiza la descarga natural del acuífero en el mar, por medio de una serie de manantiales ubicados a todo lo largo del litoral. El agua subterránea se mueve en forma radial; de la esquina SE del estado hacia la costa con dirección N-NW. La carga hidráulica cero, del mar, es el principal factor que determina la naturaleza radial del flujo regional en esta zona.

La zona de alimentación del acuífero, ampliamente distribuida en el área, genera un flujo que parte de la porción sureste del Estado, se dispersa hacia el norte y deriva hacia el noroeste, en dirección a Celestún. El anillo de cenotes peninsulares que acompañan a la falla de la Sierrita de Ticul conforma una red cavernosa muy compleja que desemboca al norte de Celestún y hacia Dzilám de Bravo y San Felipe por el oriente. En estos puntos el agua subterránea aflora a manera de manantiales y fluye hacia estas lagunas. Al centro de la Península, los escurrimientos subterráneos son principalmente por infiltraciones en manto poroso, por lo que su descarga es más estable con aperturas temporales al mar.

Los flujos preferenciales de agua ocurren principalmente en aquellos horizontes del acuífero que están fracturados y/o carstificados. Asimismo, existe una correlación entre las di- recciones de máxima conductividad hidráulica y las orientaciones del desarrollo preferencial de las cavidades de disolución (Sánchez y Pinto, 1999). La profundidad al nivel freático o del agua varía desde 8 m al norte de la sierra de Ticul, 15 m al pie de esta, hasta pocos metros en el litoral costero; lo que ocasiona un gradiente hidráulico extremadamente bajo de 5-10 mm/km.

4.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS

Vegetación terrestre

De acuerdo con la información del Inventario Forestal y de Suelos de Yucatán 2013, CONAFOR-SEMARNAT, 2013. En Yucatán predomina un relieve de llanuras y lomeríos de escasa variación altitudinal, manifestándose climas cálidos y secos. Asimismo, el sustrato geológico se compone principalmente de rocas sedimentarias y suelos aluviales que dan origen a siete diferentes tipos de suelo, donde se han desarrollado ecosistemas de selvas y de otras áreas forestales, identificándose en el estado 15 diferentes tipos de vegetación, cuyas características afines permiten agruparlas en cinco de las 11 formaciones forestales consideradas a nivel nacional.

Las selvas bajas de Yucatán cubren una superficie de 362,389.29 hectáreas, las cuales representan 9.2 % de la superficie estatal; en cuanto al estado de conservación de estas comunidades, la vegetación primaria casi ha desaparecido, encontrándose sólo en pequeños relictos del municipio de Tekax. Dado que la vegetación se encuentra en una fase sucesional secundaria arbustiva pionera y arbórea temprana, en la composición florística predominan

especies secundarias de rápido crecimiento, como son las de los géneros *Bursera, Caesalpinia, Piscidia* y *Pithecellobium*.

Estructura de la formación

La estructura de la masa forestal de esta formación se encuentra muy perturbada, ya que comprende una superficie poco significativa en condición primaria y casi la totalidad de la formación se encuentra en fase sucesional secundaria. La fase primaria solamente se encontró en la vegetación de selva baja subperennifolia en un porcentaje menor a 1 %.

Lo anterior se debe a que durante siglos estas comunidades vegetales han sido desmontadas para dedicar los terrenos a la agricultura, luego de ser cultivadas por un breve período, las tierras son abandonadas, pero después de varios años se retorna a las mismas áreas y se repite el proceso, ***ocasionando que la vegetación se encuentre en una fase sucesional detenida***. Es así que la denominada agricultura itinerante o nomadismo, en las tierras de Yucatán han sido la forma tradicional de actividad agrícola, incluyendo el método de Rosa Tumba y Quema, RTQ, con la milpa tradicional en toda la Península de Yucatán y con un especial énfasis en la zona de estudio de este proyecto circunscrita a la delimitación de la unidad de gestión ambiental, UGA-HUN-16-SEL-AP-2, en un 93% Y LA UGA-15-SEL-AP-1, en un 7% en todo el territorio del municipio de Hunucmá y en total del área limítrofe del proyecto con el municipio de Hunucmá.

Registro de especies

La diversidad de especies en las selvas bajas es media; registrándose en las selvas bajas caducifolias la mayor riqueza específica con más de 50 % de los géneros y especies identificadas; le continúan en orden decreciente la selva baja subperennifolia y la selva baja espinosa; en la selva baja subperennifolia con 54 especies pertenecientes a 45 géneros; y las selvas bajas espinosas tienen 34 especies y 28 géneros.

Tipo de vegetación	Individuos	Géneros		Especies	
		Número	%	Número	%
Selva baja caducifolia	1,685	78	51.7	107	54.9
Selva baja espinosa	297	28	18.5	34	17.4
Selva baja subperennifolia	570	45	29.8	54	27.7

Ley General Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

I. Acahual, vegetación secundaria nativa que surge de manera espontánea en terrenos preferentemente forestales que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales y que:

a) En selvas altas o medianas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a veinticinco centímetros, o bien, con un área basal menor a cuatro metros cuadrados por hectárea, y
b) **En selvas bajas**, cuenta con menos de *quince árboles por hectárea* con un *diámetro normal mayor a diez centímetros,* o bien, con un **área basal menor a dos metros cuadrados** por hectárea;

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; jun.05 del 2018.
Artículo 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:
LXXXI. **Vegetación secundaria nativa**: Aquella que surge de manera espontánea en selvas altas, medianas o bajas que han estado bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales; en algunas zonas se les denomina acahuales;

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE, dic. 09, 2020.
Artículo 2. Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones previstas en el artículo 7 de la Ley, se entenderá por:
I. Acahual, asociaciones vegetales que se localizan en áreas originalmente ocupadas por Selvas que han sido sometidas al establecimiento de praderas artificiales y cultivos anuales o perennes mediante un sistema de producción tradicional, en subsecuentes años de cultivo que al estar en periodos de descanso recuperan la vegetación de Selva a través de un **proceso de sucesión ecológica** y que presentan diferencias de estructura, composición, tamaño o densidad con respecto a las Selvas maduras;

Los acahuales comprenden la vegetación secundaria en diferentes grados de madurez, y son originados por la agricultura migratoria; según la lógica campesina, en el mediano o largo plazo volverá a convertirse en milpa, y así sucesivamente, en rotaciones. A esto se le conoce como un sistema rotacional.

Tabla Superficie de Selva bajas secundaria de acuerdo con el Inventario Forestal y de Suelos Yucatán, publicado por la SEMARNAT-CONAFOR, 2013.

https://old-snigf.cnf.gob.mx/producto/resultados-del-inventario-estatal-de-yucatan/

Municipio	Superficie de selvas bajas (ha)		
	Primaria	Secundaria	Total
HUNUCMA	000	47,978.19	47,978.19

Selva baja caducifolia (SBC). Se distribuye ampliamente en el estado, desarrollándose en zonas donde predominan los climas semisecos o subsecos y los cálidos subhúmedos. Las especies del arbolado de esta selva son caducifolias y presentan alturas bajas, generalmente de 5 a 7 metros y muy eventualmente de hasta 10 metros o un poco más.

Las especies registradas con mayor frecuencia en esta comunidad son las siguientes: Bursera simaruba, Piscidia piscipula, Caesalpinia gaumeri, Lysiloma latisiliquum, Thouinia paucidentata, Pithecellobium albicans, Gymnopodium floribundum y Erythroxylum rotundifolium.

Otras especies comunes en este tipo de vegetación son: Lonchocarpus xuul, Acacia gaumeri, Haematoxylum campechianum, Plumeria obtusa, Leucaena leucocephala, Guettarda elliptica, Jatropha gaumeri, Pithecellobium leucospermum, Gliricidia sepium, Apoplanesia paniculata, Malpighia emarginata, Diospyros cuneata, Parmentiera aculeata, Vitex gaumeri, Metopium brownei, Neea psychotrioides, Pithecellobium dulce, Avicennia germinans, Psidium guajava, Plumeria rubra, Colubrina arborescens, Alvaradoa amorphoides, Albizia tomentosa, Randia truncata, Bourreria pulchra, Hampea trilobata y Croton draco, entre muchas otras.

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

Selva baja espinosa caducifolia (SBK). Se desarrolla en climas similares a los de la selva baja caducifolia o ligeramente más secos. Los árboles dominantes de esta comunidad son especies leguminosas, generalmente espinosos y caducifolios en la época seca; el arbolado presenta un porte bajo, con alturas de 5 a 6 metros y eventualmente llegan a alcanzar 12 metros.

Entre las especies arbóreas registradas en esta comunidad, las más frecuentes son las siguientes: Laguncularia racemosa, Pithecellobium albicans, Caesalpinia gaumeri, Bursera simaruba, Pithecellobium dulce, Haematoxylum campechianum, Thouinia paucidentata, Neea psychotrioides, Lonchocarpus xuul, Erythroxylum rotundifolium y Lysiloma latisiliquum.

En el estrato arbóreo también son comunes las siguientes especies: Ficus máxima, Metopium brownei, Samyda yucatanensis, Caesalpinia platyloba, Acacia gaumeri, Croton draco, Pithecellobium leucospermum, Erythrina standleyana, Piscidia piscipula, Belotia campbelli, Gymnopodium floribundum, Acacia pennatula, Ardisia escallonioides, Cochlospermum vitifolium, Randiatruncata, Mimosa bahamensis, Hamelia calycosa, Platymiscium yucatanum, Jatropha gaumeri, Diphysa carthagenensis, Caesalpinia pulcherrima, Zanthoxylum kellermanii y Colubrina Tarborescens, entre muchas otras.

También se distingue un estrato arbustivo de 2 a 4 metros de alto, bien desarrollado, pero falta casi completamente el estrato herbáceo.

Estructura de la formación

La estructura de la masa forestal de esta formación se encuentra muy perturbada, ya que comprende una superficie poco significativa en condición primaria y casi la totalidad de **la formación se encuentra en fase sucesional secundaria.** La fase primaria solamente se encontró en la vegetación de selva baja subperennifolia en un porcentaje menor a 1 %.

Lo anterior se debe a que durante siglos estas comunidades vegetales han sido desmontadas para dedicar los terrenos a la agricultura, luego de ser cultivadas por un breve período, las tierras son abandonadas, pero después de varios años se retorna a las mismas áreas y se repite el proceso, ocasionando que **la vegetación se encuentre en una fase sucesional detenida.**



Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, característica del predio en estudio

Registro de especies

La diversidad de especies en las selvas bajas es media; registrándose en las selvas bajas caducifolias la mayor riqueza específica con más de 50 % de los géneros y especies identificadas; le continúan en orden decreciente la selva baja subperennifolia y la selva baja espinosa; en la selva baja subperennifolia con 54 especies pertenecientes a 45 géneros; y las selvas bajas espinosas tienen 34 especies y 28 géneros.

Tipo de vegetación	Individuos	Géneros		Especies	
		Número	%	Número	%
Selva baja caducifolia	1,685	78	51.7	107	54.9
Selva baja espinosa	297	28	18.5	34	17.4
Selva baja subperennifolia	570	45	29.8	54	27.7

El muestreo realizado indica que el género con mayor presencia es Bursera que representa 12.8 % del total de los individuos, le siguen en orden decreciente los géneros Caesalpinia, Laguncularia y Piscidia.

Áreas no forestales

Caracterización de la formación

Bajo esta denominación se agrupan aquellas superficies cuya cobertura es diferente a la vegetación de formaciones forestales.

En Yucatán se distinguen los siguientes usos de suelo clasificados como no forestales asentamientos humanos y zonas urbanas, cuerpos de agua, áreas desprovistas de vegetación y áreas sin vegetación aparente, pastizal cultivado e inducido, ***agricultura de riego, de humedad y de temporal***, y acuícola.

Superficie por uso del suelo

En Yucatán, las áreas no forestales cubren una superficie total de 824,301.43 hectáreas, la cual representa 21.03 % de la superficie estatal. Estas áreas están conformadas principalmente por agroecosistemas agrícolas (R, T y H), pastizales pecuarios (PI y PC) y acuícolas (ACUI), los cuales representan 85.78 % de las áreas no forestales, los cuerpos de agua (H2O) cubren 3.28 %, las zonas urbanas (AH y ZU) ocupan 8.81 %, y las áreas desprovistas de vegetación o sin vegetación aparente (ADV y DV) cubren 2.14 %.

Entre los agroecosistemas destacan las áreas con agricultura de humedad, las cuales se extienden en una superficie de 529,084.74 hectáreas, que representan 13.50 % de la superficie estatal.

Zonificación Forestal

La zonificación forestal es un importante instrumento que permite identificar, agrupar y ordenar los terrenos forestales y preferentemente forestales por funciones y subfunciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas, protectoras y restauradoras, con el objetivo de propiciar una mejor administración de los recursos y contribuir al desarrollo forestal sustentable.

El marco normativo para desarrollar la zonificación forestal es el establecido en los artículos 13 y 14 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo tanto, la metodología, criterios, procedimientos y las zonas y subzonas son las indicadas en dicho instrumento. Los criterios metodológicos están basados en el **Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 30 de noviembre de 2011,** en concordancia a la metodología, criterios y procedimientos establecidos por la Semarnat y la Conafor.

La integración de la zonificación forestal se basa en los criterios y procedimientos establecidos conjuntamente por la Semarnat y la Conafor; utilizando técnicas geomáticas en

la superposición de capas de información, se identificaron, agruparon y ordenaron los terrenos forestales y preferentemente forestales de acuerdo con las características biofísicas de los ecosistemas, así como los desequilibrios existentes en los mismos por efecto de actividades socioeconómicas o fenómenos naturales.

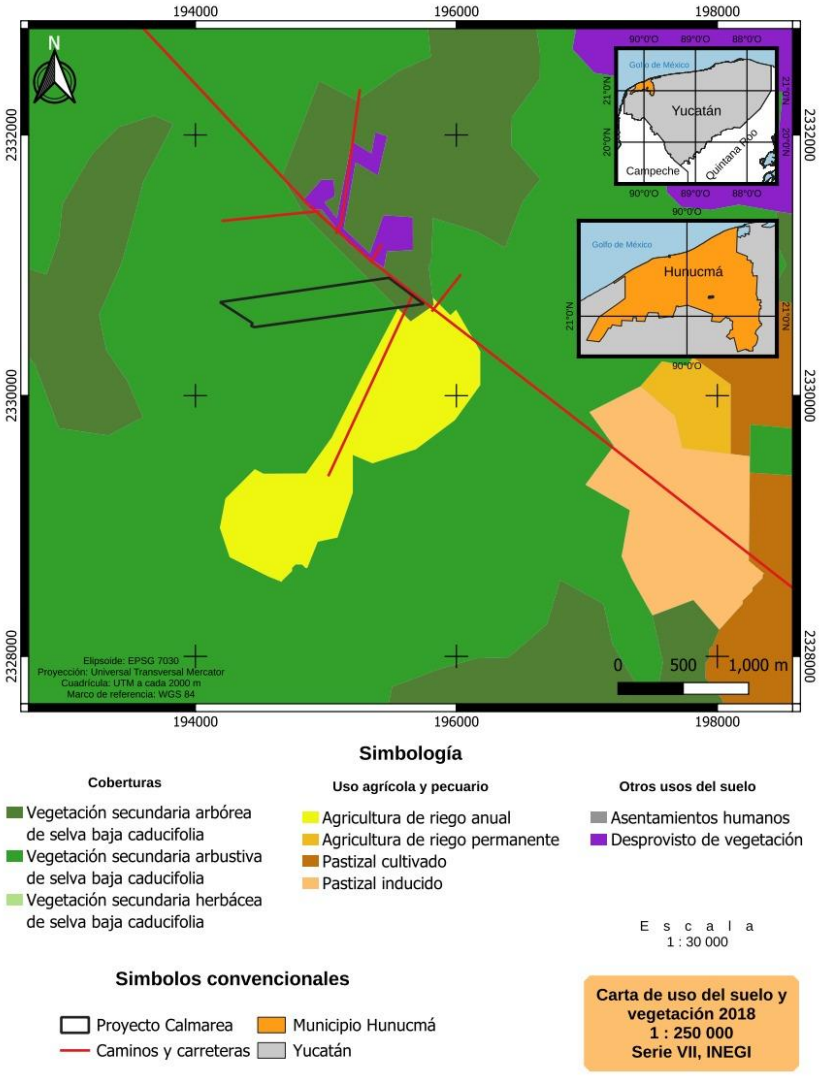
Siguiendo la metodologías de muestreo del Inventario Nacional Forestal y de suelos, los insumos básicos fueron los polígonos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), Cartas de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV escala 1:250,000; evaluación de la degradación del suelo, escala 1:250,000; estudio de la degradación del suelo escala 1:1´000,000; el mapa nacional de erosión hídrica escala 1:75,000; mapa de erosión hídrica a escala 1:75,000 y datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, entre otros.

Caracterización de la vegetación y trabajos de campo en el sitio en estudio.

A efecto de homogenizar y hacer compatible los datos nacionales con el nivel estatal, el diseño para el levantamiento del Inventario Estatal Forestal y de Suelos (IEFYS) se basa en la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS), garantizando la continuidad en el levantamiento, integración, sistematización y procesamiento de la información y para hacer comparables y garantizar la sistematización de la información que se levantó en campo específicamente para esta parcela se siguió la misma metodología validada en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos que utiliza la CONAFOR-SEMARNAT.

Los datos obtenidos del IEFYS apoyados también con información del INFYS, resultan ser un complemento que permite conocer las condiciones naturales de vegetación del estado y su conformación forestal. Con la ayuda de imágenes de satélite, de imágenes de INEGI y la información de campo se crearon mapas de vegetación y de uso del suelo a escala de 1:50,000, información que nos permitió caracterizar el estado actual de la vegetación en el sitio en estudio a una escala de parcela especifica.

Se presenta la imagen de la carta de vegetación y de uso del suelo 1:30,000 elaborada a partir de la Serie VII de INEGI, y donde se ubica la parcela en estudio.



Estructura y composición de la vegetación en la parcela en estudio.

Para la verificación de la vegetación se procedió a través de muestreos de campo, con una metodología de diseño muestral sistemático basado en 12 sitios de muestreo, transectos georeferenciados, agrupados en 3 conglomerados, en dirección de norte a sur, cada uno con una distancia variable entre un rango de 250 a 300 m de longitud cada uno, se registró la altura promedio de la vegetación, el DAP del arbolado, y se identificaron las especies presentes, estimando su cobertura. Se efectuó la identificación botánica por familias a nivel de género y especie. Se levanto un registro fotográfico y una tabla de puntos georeferenciados para los sitios y especies muestreadas.

Diseño de Muestreo

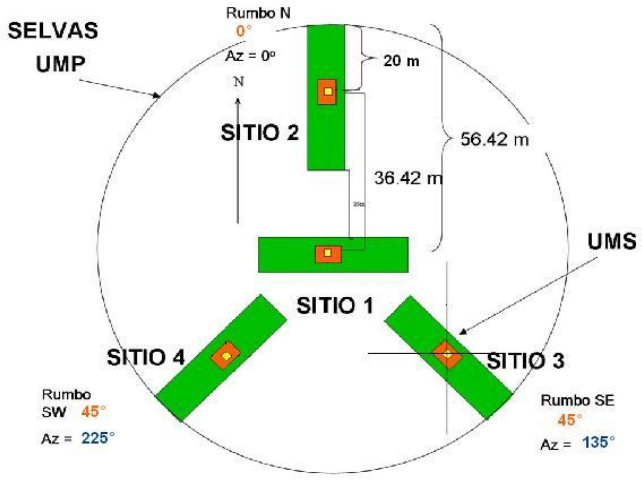
Se tomó como base la metodológica del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, la base del diseño de muestreo es la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII, escala 1:250,000, elaborada por el INEGI.

El diseño de muestreo para el levantamiento de datos en campo es el estratificado sistemático por conglomerados. Las unidades de muestreo están distribuidas en una red cuadriculada de puntos basada en el sistema de coordenadas UTM de la Cartografía 1:250 000 del INEGI. La equidistancia entre conglomerados varía de acuerdo con el tipo de vegetación.

Las unidades de muestreo son los elementos utilizados para seleccionar la muestra. En la realización de inventarios forestales con muestreo, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados de un tamaño determinado como unidad para la toma de datos. En el Inventario Nacional Forestal y de Suelos se utiliza el conglomerado integrado por cuatro unidades de muestreo secundarias o sitios.

El tipo del conglomerado en todos los tipos de vegetación corresponde a una "Y invertida", variando la forma de las unidades de muestreo secundarias, rectangular para el caso de las selvas, mientras que para los demás tipos de vegetación es de forma circular; el área en ambos diseños de las parcelas es la misma.

Se presenta la forma de la unidad de muestreo que se utilizó correspondiente a Selvas Bajas:



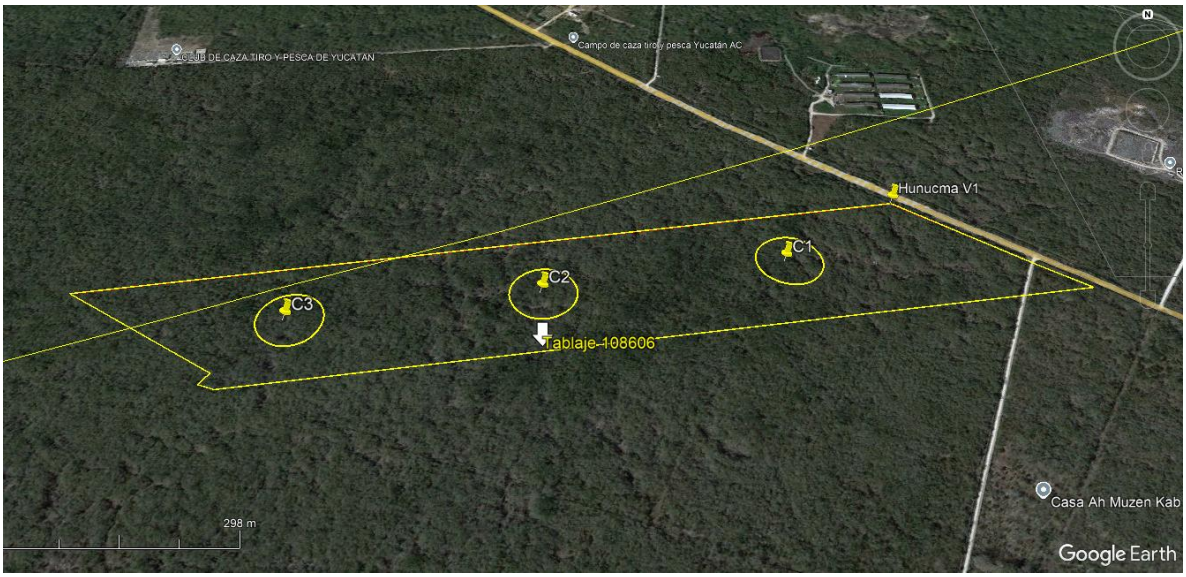
		Sitio de 400m^2 (40 x 10m). Para medir árboles con diámetro mayor de 7.0 cm.

La intensidad de muestreo fue de 3 conglomerados con un total de 12 sitios en áreas de 10 m x 40 m. La distancia entre conglomerados fue de cada 250 a 300 m.

UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREOS

Cada sitio se localizó registrando el punto medio del área de muestreo, utilizando un GPS Garmin 60cs con Datum WGS84, expresando las coordenadas en unidades UTM.

Conglomerados C-1, C-2, C-3. Cada conglomerado corresponde a 4 sitios de muestro de vegetación

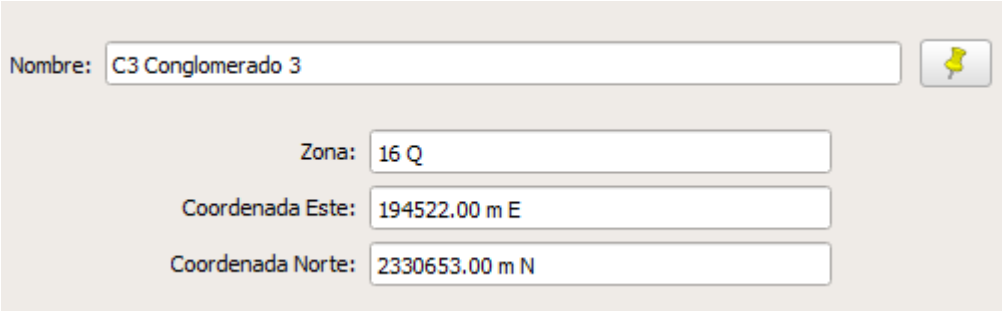


Nombre: C1 Conglomerado 1

Zona: 16 Q
Coordenada Este: 195283.00 m E
Coordenada Norte: 2330765.00 m N

Nombre: C2 Conglomerado 2

Zona: 16 Q
Coordenada Este: 194902.00 m E
Coordenada Norte: 2330705.00 m N



En el Cuadro siguiente se registran las coordenadas de los 12 sitios levantados en el área de estudio del proyecto.

Conglomerado	**Sitio**	Coordenadas UTM	
		x	**y**
1	1	195287.00 m E	2330796.00 m N
	2	195290.00 m E	2330757.00 m N
	3	195311.00 m E	2330741.00 m N
	4	195266.00 m E	2330732.00 m N
2	1	194906.00 m E	2330731.00 m N
	2	194913.00 m E	2330702.00 m N
	3	194920.00 m E	2330680.00 m N
	4	194886.00 m E	2330677.00 m N
3	1	194528.00 m E	2330678.00 m N
	2	194532.00 m E	2330649.00 m N
	3	194550.00 m E	2330628.00 m N
	4	194508.00 m E	2330624.00 m N

Indicadores dasométricos

La evaluación cualitativa y cuantitativa de los recursos naturales resulta imprescindible para el aprovechamiento sostenible de los mismos; por este motivo, es la importancia de la estimación de parámetros dasométricos que permitan cuantificar de forma confiable el recurso muestreado; en este sentido, a continuación, se describen las principales variables obtenidas en el muestreo en la parcela en estudio.

Estimación de la abundancia de vegetación presente en el área de estudio.

Los resultados que se presentan a continuación productos del muestreo de campo realizado para este estudio en las parcelas 24, nos indican que la totalidad de la superficie del terreno corresponde a vegetación secundaria en estado sucesional detenido, denominado también como Acahual y de acuerdo con la LGDFS, y su reglamento, no está considerada como vegetación forestal.

Se obtuvo como resultado que, en el sitio en estudio, la densidad de arbolado es de 7.54 árboles por hectárea en la parcela muestreada, en la clase diamétrica 10>15, de DAP, 2.01 árboles por hectárea, para la clase diamétrica 15>20, 2.09 árboles por hectárea, para la clase 25>20 3.43 árboles por hectárea, con un área basal promedio para toda la parcela de 0.26948 m2 de área basal por hectárea, tal y como se presenta en la siguiente tabla a continuación.

Resultados de la caracterización de la vegetación e indicadores dasometricos:

DAP CLASES	Media/# de árboles/sitio x clases DAP	# de árboles x Ha	Área Basal x Clase	Área Basal x número de árbol	área basal x ha.
10>15	12.599	2.01	0.017	0.03534	
15>20	17.511	2.09	0.032	0.06559	
25>20	21.49	3.43	0.048	0.16855	
25 > 30	0	0	0.072	0	
30 > 35	0	0	0.095	0	
35 > 40	0	0	0.125	0	
40 > 45	0	0	0.157	0	
SUMAS		**7.53**			**0.26948**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; publicada en el D.O. jun.05 del 2018, en su Artículo 7. Fracción LXXXI. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

Vegetación secundaria nativa: Aquella que surge de manera espontánea en selvas altas, medianas o bajas que han estado bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales; en algunas zonas **se les denomina acahuales**;

Y tal como se señala en Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; publicada en el D.O. jun.05 del 2018, en su Artículo 2. Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones previstas en el artículo 7 de la Ley, se entenderá por:

I. **Acahual,** asociaciones vegetales que se localizan en áreas originalmente ocupadas por Selvas que han sido sometidas al establecimiento de praderas artificiales y cultivos anuales o perennes mediante un sistema de producción tradicional, en subsecuentes años de cultivo que al estar en periodos de descanso recuperan la vegetación de Selva a través de un proceso de sucesión ecológica y que presentan diferencias de estructura, composición, tamaño o densidad con respecto a las Selvas maduras;

Los acahuales comprenden la vegetación secundaria en diferentes grados de madurez, y son originados por la agricultura migratoria; según la lógica campesina, en el mediano o largo plazo volverá a convertirse en milpa, y así sucesivamente, en rotaciones. A esto se le conoce como un sistema rotacional.

Si tomamos como referencia de manera comparativa el parámetro indicado en el Reglamento de la LGDFS, año 2005, y su reforma publicadas en el DOF el 31/10 del 2014, el termino Acahual comprende la vegetación secundaria nativa que surge espontáneamente en terrenos que estuvieron bajo uso agrícola pecuario en zonas tropicales y que en selvas bajas cuenta con menos de quince arboles por hectárea, (15/ha) con un diámetro normal mayor a diez centímetros, o bien, con un área basal menor a 2 metros cuadrados por hectárea.

Este parámetro nos indica un proceso de sucesión ecológica y que presentan diferencias de estructura, composición, tamaño o densidad con respecto a las Selvas maduras; que el caso nos confirma que se trata de un acahual, con vegetación secundaria en un proceso de sucesión ecológica detenido como así lo indican los valores obtenidos de Núm. de árboles por hectárea y el área basal.

Especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Durante el recorrido y muestreo realizado en el predio donde se realizará el proyecto, no se registraron ejemplares vegetales ni animales que se encuentren enlistados en la NOM-059 –SEMARNAT-2010, como una especie bajo protección.

Conclusiones sobre la problemática ambiental identificada y la vegetación secundaria:
Durante siglos, las selvas del estado han sido taladas en repetidas ocasiones para cultivarlas por un lapso de tiempo variable, las tierras abandonadas después del cultivo se cubren durante la estación de lluvias con una exuberante vegetación herbácea y más tarde con maleza y arbustos es te proceso es la dinámica de la sucesión secundaria

Aunado a lo anterior, al ubicarse en una zona de topografía muy plana y de alta incidencia de huracanes, la vegetación está expuesta al efecto destructivo de los fuertes vientos. Como resultado, actualmente la vegetación primaria prácticamente ha desaparecido del territorio, ya que sólo representa 3.5 % de la superficie forestal estatal ha esto se suma el tradicional aprovechamiento para abastecimiento de leña y carbón y materiales de construcción.

Impactos ambientales
Entre los impactos identificados en las selvas bajas, alrededor de 65 % inciden sobre la vegetación, destacando los daños ocasionados por incendios y huracanes como los más frecuentes. Al ubicarse en una zona de alta incidencia de huracanes, además de no contar con barreras topográficas que la protejan, la vegetación de estas selvas está muy expuesta al efecto destructivo de los fuertes vientos, los que además propician la acumulación de material combustible, incrementando los impactos ocasionados por incendios.

Fauna Silvestre:
Se reconoce que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat tales como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación entendida como la actividad atribuible al hombre. De acuerdo con lo anterior y a la ubicación de la Tablaje catastral Num.108606, se tiene que la fauna presente en el área en estudio es muy escasa, y mayormente se identifican aves e iguanas y en particular en esta parcela no se detectó la presencia de mamíferos.

Sin embargo, es importante mencionar que la vegetación existente en el predio esta perturbada en su gran mayoría desde hace muchos años, y con presencia continua de los pobladores del sitio, en el caso de la Tablaje catastral Num.108606 se ubica cercana a los límites de los centros de población de Hunucmá por su cercanía a la población y siendo adyacente a la carretera, donde existe un flujo vehicular y de circulación continua, característicos de la zona, es una condición que ocasiona que la poca fauna que podría establecerse en el área de estudio migre y busque otros sitios para su hábitat. La zona de estudio ha tenido desde hace mucho tiempo impactos sobre la fauna, por la presencia de pobladores que tradicionalmente hacen cacería de subsistencia, el impacto de actividades de ganadería, los incendios forestales y una vegetación perturbada dominada por la presencia de acahuales hacen del sitio un lugar con muy escasa fauna silvestre y condiciones poco propicias para el hábitat y reproducción de las especies silvestres.

En consecuencia, el área de estudio y su zona de influencia directa no conforman ninguna zona de reproducción y/o alimentación significativa de fauna terrestre relevante o en riesgo, debido a la perturbación previa y actual, así como las actividades que tienen lugar en el área y sus colindancias.

Las zonas de reproducción y/o anidaciones importantes para la fauna en el Estado de Yucatán, así como los corredores biológicos de importancia se encuentran hacia y en la costa norte, precisamente en los polígonos de las reservas naturales declaradas Áreas Naturales Protegidas, ANPs existentes de competencia estatal y federal, así como en la porción sur de la entidad.

Las Áreas Naturales Protegidas

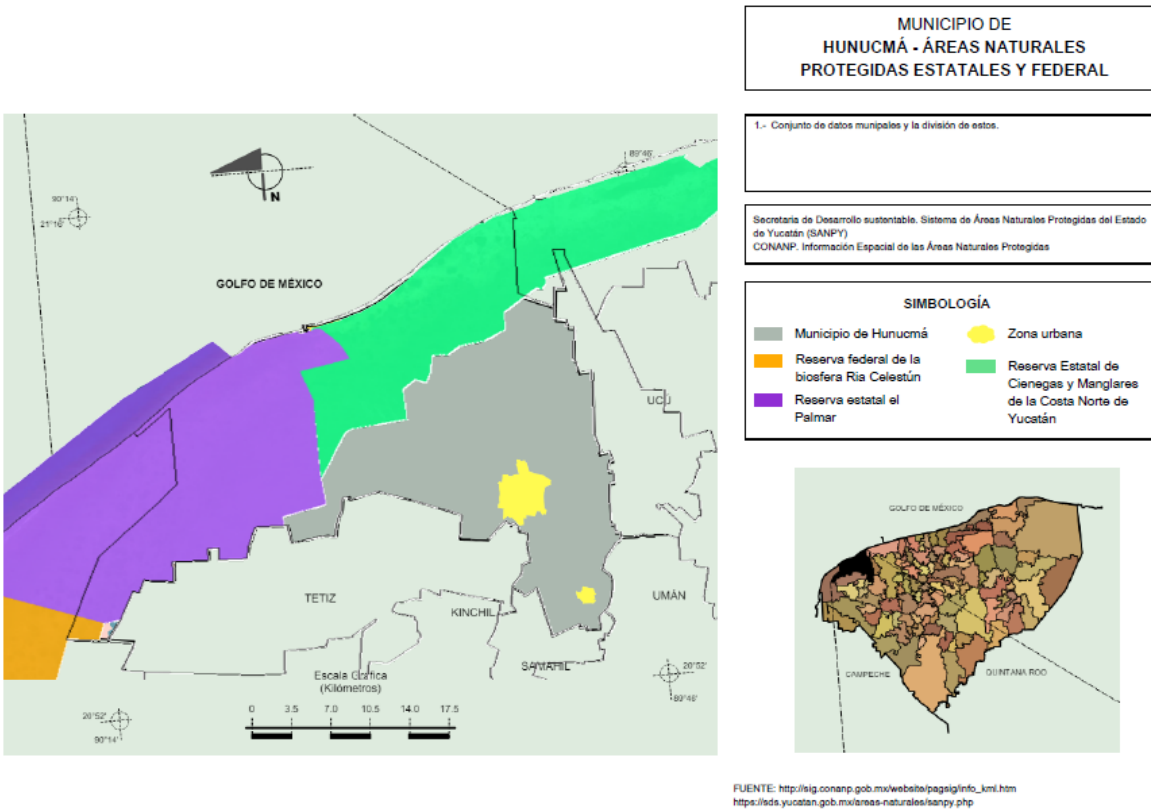
En el municipio de Hunucmá, aproximadamente 30–35% de su superficie total, cerca de 18,000–21,000 hectáreas de un total de 59,910 ha, se encuentra dentro de polígonos de Áreas Naturales Protegidas (ANP), principalmente en la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, con influencia adicional de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún y la Reserva Estatal El Palmar. Esta proporción coloca al municipio en un nivel de protección territorial que se aproxima a la Meta Global 30x30, adoptada en el Marco Global de Biodiversidad de Kunming-Montreal (2022) bajo el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), del cual México es Parte.

La Meta 30x30 establece que para el año 2030 los países deberán conservar al menos el 30% de sus áreas terrestres y marinas, con especial atención a zonas de alta biodiversidad y servicios ecosistémicos. En este sentido, Hunucmá ya refleja en su territorio un grado de protección alineado con este compromiso internacional, de cumplimiento de metas globales de conservación.

Asimismo, México ha ratificado compromisos en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París (2015), donde se reconoce el papel de los ecosistemas costeros, particularmente los manglares, como sumideros de carbono azul y como infraestructura natural para la adaptación al cambio climático. La presencia de extensos manglares y humedales en Hunucmá, bajo régimen de protección, convierte a este municipio en un territorio estratégico para la mitigación y adaptación climática, en concordancia con los compromisos internacionales asumidos por el país. En consecuencia, el análisis del sistema ambiental regional para el proyecto *Calmarea* toma en cuenta para su consideración y su posible impacto:

- La **alta proporción de superficie municipal bajo ANP** como un factor de sensibilidad ambiental.
- La **función de conectividad ecológica** que cumplen estas reservas en la costa norte de Yucatán.
- La **vinculación con compromisos internacionales** de México en materia de biodiversidad y cambio climático, particularmente la Meta 30x30 y el Acuerdo de París.

De esta manera, el proyecto Calmarea atiende la normatividad local y los requerimientos normativos nacionales, y también se alinea con los marcos internacionales de sustentabilidad y conservación, fortaleciendo la legitimidad técnica e institucional del proyecto.



MEDIO SOCIOECONÓMICO – Municipio de Hunucmá

Ubicación y extensión territorial.

El municipio de Hunucmá se localiza en la región poniente del estado de Yucatán, entre los paralelos 20° 54’ y 21° 10’ de latitud norte y los meridianos 89° 52’ y 90° 15’ de longitud oeste. Limita al norte con el Golfo de México, Puerto de Sisal, al sur con Samahil y Tetiz, al este con Ucú y Mérida, y al oeste con Celestún y Kinchil.

Su superficie oficial del municipio de Hunucmá varía según la fuente consultada. El INEGI y la Wikipedia reportan 599.10 km^2 , 59,910 hectareas, lo que lo convierte en uno de los municipios de mayor extensión del estado.

Población

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), Hunucmá cuenta con 35,137 habitantes, de los cuales el 49.7% son hombres y el 50.3% mujeres. Esto representa aproximadamente el 1.5% de la población estatal. La cabecera municipal concentra la mayor parte de la población, seguida por las comisarías de Sisal, San Antonio Chel, Hunkanab y Texán Palomeque.

Vivienda y servicios

- El municipio registra 9,000 viviendas habitadas aproximadamente.
- Más del 95% cuentan con energía eléctrica y agua entubada.
- El acceso a tecnologías de la información es creciente: alrededor del 40% de los hogares dispone de internet y más del 50% cuenta con al menos una computadora o dispositivo inteligente.

Educación

Hunucmá dispone de infraestructura educativa desde nivel preescolar hasta bachillerato en la cabecera municipal y comisarías principales. Para educación superior, la población se vincula con instituciones en Mérida, Progreso e Izamal. El promedio de escolaridad es de 8.9 años, equivalente a secundaria concluida.

El municipio de Hunucmá complementa su infraestructura educativa, que va de preescolar a bachillerato, con una oferta de educación superior especializada con la presencia de la UNAM en Sisal. Esta sede alberga la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI) Sisal, la Unidad de Química Sisal, y el Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros (LIPC**)** , entidades que se centran principalmente en la investigación en hidrodinámica, oceanografía y energías costeras, además de participar en programas de posgrado. En cuanto a la educación de pregrado, la oferta más destacada y directamente vinculada a la región es la Licenciatura en Manejo Sustentable de Zonas Costeras, si bien la mayoría de la población que busca una oferta superior más amplia sigue optando por vincularse con instituciones en Mérida, Progreso e Izamal.

Economía y empleo

- La actividad primaria incluye agricultura de subsistencia; maíz, hortalizas, ganadería menor y pesca en la zona costera de Sisal.
- La actividad secundaria es limitada, con talleres y pequeñas industrias locales.
- La actividad terciaria comercio, servicios y turismo es la más dinámica, especialmente en Sisal, que fue declarado Pueblo Mágico en 2020, lo que ha impulsado la llegada de visitantes y proyectos inmobiliarios.
- La Población Económicamente Activa (PEA) representa cerca del 60% de la población mayor de 12 años, con una tasa de ocupación superior al 95%.

Aspectos sociales y culturales

Hunucmá conserva una fuerte identidad cultural ligada a la tradición maya y a la influencia colonial. Las festividades religiosas, la gastronomía y la pesca artesanal en Sisal son elementos centrales de su vida comunitaria.

Niveles de Escolaridad en Hunucmá (Población de 15 años y más)

Nivel Académico	Población (Personas)	Porcentaje
Secundaria	7,850	32.9%
Primaria	7,260	30.5%
Preparatoria o Bachillerato General	4,810	20.2%
Licenciatura	**1,500**	**6.3%**
Posgrado (Maestría, Doctorado)	**100**	**0.4%**
Ninguno (Analfabetismo)	2,150	9.0%
Otros/No especificado	150	0.6%
TOTAL	**23,820**	**100.0%**

Servicios públicos y de salud en Hunucmá:

Salud: Hunucmá dispone de unidades médicas de primer nivel del IMSS-Bienestar y de la Secretaría de Salud de Yucatán (SSY), además de consultorios privados. En la cabecera municipal se ubica un Centro de Salud con servicios ampliados, y en la comisaría de Sisal existe una unidad médica de atención básica. Para servicios hospitalarios de mayor complejidad, la población se traslada a Mérida a 25 km.

- **Servicios básicos:** La cobertura de energía eléctrica y agua entubada supera el 95% de las viviendas. El municipio cuenta con red de telefonía fija y móvil, así como acceso creciente a internet de banda ancha.
- **Infraestructura urbana:** En la cabecera municipal existen plaza principal, iglesia, mercado, parques, canchas deportivas, biblioteca y oficinas administrativas. Las calles principales están pavimentadas y cuentan con alumbrado público.
- **Transporte y comunicación:** Hunucmá está conectado por carretera estatal con Mérida y con el puerto de Sisal. Existen rutas de transporte público y taxis colectivos que enlazan la cabecera con Mérida y con las comisarías.

Comisaría de Sisal

- Sisal, comisaría costera de Hunucmá, es una villa pesquera y turística que en 2020 fue declarada Pueblo Mágico, lo que ha impulsado la llegada de visitantes y la inversión en servicios turísticos.
- Cuenta con infraestructura básica de servicios, muelle pesquero, restaurantes, hospedaje y actividades recreativas vinculadas al mar y al paisaje costero.
- Su conectividad con Hunucmá y con localidades cercanas como Celestún y Progreso fortalece la integración regional.

Población Económicamente Activa (PEA) por sector

De acuerdo con el Censo INEGI 2020 y estimaciones municipales:

Sector	Actividades	Porcentaje aproximado
Primario	Agricultura, ganadería, pesca	~35-40%
Secundario	Industria manufacturera, construcción,	~18%
Terciario	Comercio, turismo, servicios	~42%
Otros	Administración pública, actividades no especificadas	~1%

El sector terciario es el más dinámico, impulsado por el turismo en Sisal, el comercio local y los servicios vinculados a Mérida. El sector primario mantiene importancia en pesca artesanal, agricultura de subsistencia y ganadería menor.

Contexto regional

Hunucmá forma parte de la región litoral centro de Yucatán, interconectada con municipios como Progreso, Celestún, además de su cercanía estratégica con Mérida forma parte de la región metropolitana. Esta red de interdependencia fortalece la dinámica socioeconómica y cultural de la zona, y explica la creciente presión inmobiliaria y turística en la franja costera.

4.2.3. Diagnóstico sobre el componente biótico del área de estudio

En conclusión, la vegetación presente en el área de estudio corresponde a vegetación secundaria de selva baja caducifolia en estado sucesional detenido, comúnmente denominada *acahual*. Este tipo de cobertura refleja un proceso de degradación y uso intensivo histórico, con limitada capacidad de regeneración natural en el mediano plazo. Su condición actual se explica principalmente por dos factores:

1. **Accesibilidad y ubicación del predio**: La localización del terreno frente a la carretera Hunucmá–Sisal ha facilitado el acceso y el aprovechamiento recurrente de los recursos vegetales. De acuerdo con el Inventario Estatal Forestal y de Suelos de Yucatán, la región que comprende desde Hunucmá hasta Dzidzantún se clasifica mayoritariamente como zona no forestal, con predominio de acahuales y terrenos de uso agropecuario.
2. **Historial de actividades productivas**: La zona ha estado sujeta a agricultura itinerante, ganadería extensiva y cultivo de henequén, prácticas que transformaron de manera significativa la estructura y composición de la vegetación original. Como resultado, la cobertura actual presenta un mosaico de estratos herbáceos y arbustivos, con escaso arbolado y baja diversidad estructural.

En este contexto, la fauna silvestre no encuentra condiciones adecuadas para establecerse de manera permanente, por lo que el área no constituye un hábitat relevante ni refugio para especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El deterioro observado responde a más de dos siglos de aprovechamiento intensivo y a la baja productividad agropecuaria de los suelos tipo *Leptosol* (Tzekel), lo que ha limitado la recuperación natural de la vegetación. Actualmente, el área mantiene un **estado de sucesión secundaria detenido**, sin potencial inmediato de regeneración hacia una selva madura.

Bajo estas condiciones, el proyecto propuesto no generará un deterioro ambiental significativo adicional, siempre que se implementen medidas de manejo y compensación acordes con la normatividad vigente. Por el contrario, su desarrollo ordenado puede contribuir a la provisión de servicios ambientales y sociales, mediante la incorporación de criterios de resiliencia climática, restauración paisajística y manejo sustentable de la vegetación secundaria.

Capitulo 5

V . Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

Se reconoce como impacto ambiental a las alteraciones de carácter positivo o negativo en las matrices ambientales de un territorio como consecuencia de acciones antropogénicas o producto de fenómenos naturales.

Para la selección de metodologías de evaluación de impacto ambiental primeramente se deben identificar cuáles son los posibles impactos subsecuentes del proyecto en cuestión. Siguiendo este razonamiento, se han desarrollado diferentes clasificaciones de impacto según el tipo, el área de perturbación, los componentes y la magnitud con la que repercutirán, por mencionar algunos. A continuación, se muestra un desglose de los distintos criterios de clasificación:

Por carácter: se distingue si el impacto se genera en un componente aislado **(simple)** o generan efectos que van incrementando entre componentes o escalas temporales **(acumulativos)**.

Por relación causa- efecto: depende si la causa-efecto ocurre en el mismo lugar y tiempo, es decir, consecuencia directa **(primarios)** o cuyos cambios son indirectos **(secundarios)**.

Momento en que se manifiestan: los que ocurren sin tardanza posterior a la acción **(inmediato)**, los que se dan a conocer tras un periodo de tiempo **(latentes)** y aquellos que representan el impacto en su grado más alto independiente del plazo de manifestación post-acción **(momento crítico)**.

Por la interrelación de acciones y/o alteraciones: cuyo modo de acción es individualizado **(simple)** o que el impacto incrementa en adicción a acciones ocurridas en otra temporalidad sobre algún recurso común **(acumulativos)**.

Por la extensión: cuál es el alcance del impacto en el terreno, es decir si es localizado **(puntual)**, con una incidencia apreciable **(parcial)**, con una gran magnitud **(extremo)** o se presenta de manera generalizada **(total)**.

Por la persistencia: determinada por si la alteración persiste en el tiempo **(permanente)** o no **(temporal).**

Capacidad de recuperación del ambiente: si la alteración es imposible de reparar **(irrecuperable),** con dificultad extrema de recuperación por medios naturales **(irreversible)** o, por el contrario, se puede recuperar **(reversible)** a través de los procesos naturales del entorno o que la recuperación sea inmediata y no requiere de medidas de mitigación **(fugaz).**

Para la descripción e identificación de los impactos ambientales de este proyecto se utilizarán las siguientes metodologías:

Lista de control (Check List): Método de identificación rápida que sirve para visualizar las etapas que ocurrirán durante el proyecto y de esta forma desglosar de manera más eficaz cada efecto que surgirá en cada una sus etapas.
Matriz Causa-Efecto: Establece la relación de causalidad entre las acciones y sus efectos y nos ayuda a darle objetividad a los impactos a pesar de no ser un método cuantitativo.
Matriz de Conesa: Según Conesa (2010) esta matriz concibe los componentes como un conjunto de factores ambientales y socioeconómicos, que se agrupan según sus características. Siendo entendidos como cualidades, elementos y procesos encontrados en el entorno que pueden verse perjudicados por la realización del proyecto. Es un método semicuantitativo que a su vez responde a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como: naturaleza, extensión, persistencia, sinergia, efecto, recuperabilidad, intensidad, momento, reversibilidad, acumulación, periodicidad. A continuación, se muestra una tabla donde se presenta la descripción de cada atributo junto con sus valores.

Atributos contemplados en la valoración de impactos mediante la matriz de Conesa y criterios correspondientes.

Atributos	Descripción
Signo o Naturaleza (±)	Indica si el impacto es **benéfico (+)** o **perjudicial (–).**
Intensidad (I)	Grado de afectación, de **1 (mínima)** a **12 (destrucción total).**
Extensión (EX)	Área de influencia: puntual (1), parcial (2), extenso (4), total (8).
Momento (MO)	Tiempo hasta que aparece el impacto: largo plazo (1), medio plazo (2), corto plazo (4).

Persistencia (PE)	Duración del impacto: fugaz (1), temporal (2), permanente (4).
Reversibilidad (RV)	Capacidad de volver al estado inicial: corto plazo (1), medio plazo (2), irreversible (4).
Recuperabilidad (MC)	Si se puede restaurar con acciones humanas: inmediata (1), medio plazo (2), mitigable (4), irrecuperable (8).
Sinergia (SI)	Si se potencia con otros impactos: no sinérgico (1), moderado (2), alto (4).
Acumulación (AC)	Si aumenta con el tiempo: no acumulativo (1), acumulativo (4).
Efecto (EF)	Directo (4) o indirecto (1).
Periodicidad (PR)	Regularidad del efecto: Continuo (4), periódico (2), irregular (1).

Fuente: Elaboración propia con datos de CONESA (2010)

Al final podemos obtener los valores de la ***importancia del impacto*** que se clasifican como bajo, medio, alto y crítico. Estos valores se obtienen a partir de la siguiente fórmula:

Grado de importancia del impacto = ±(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

En donde el signo **(±)** define si es positivo o negativo y se multiplican algunos atributos (Intensidad x3, Extensión x2) debido a que se consideran más determinantes. El resultado refleja el **grado de importancia del impacto**. A continuación, una tabla que puntualiza los valores que se usarán en la ponderación de impactos.

Rangos de ponderación de impactos positivos y negativos con clasificación de colores correspondiente.

Negativos			Positivos		
Critico	Mayor a 75		Critico	Mayor a 75	
Alto	Entre 50 y 75		Alto	Entre 50 y 75	
Medio	Entre 25 y 50		Medio	Entre 25 y 50	
Bajo	Entre 1 y 25		Bajo	Entre 1 y 25	

V.I Identificación y caracterización de las acciones del proyecto

a) Preparación del sitio

Antes de dar inicio a la remoción de la cobertura vegetal se delimitará físicamente el área de la obra para comenzar con un recorrido, para descartar completamente la presencia de alguna especie de flora y/o fauna mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en caso de observar algún ejemplar bajo algún estatus se implementará un programa de rescate y reubicación, posteriormente se comenzará el desmonte y despalme y por último el manejo de residuos orgánicos generados de las actividades anteriores, estos residuos serán picados y esparcidos en áreas verdes del proyecto para su reincorporación en el suelo:

- Delimitar físicamente el área de la obra.
- Rescate y reubicación de especies de flora y fauna de especial interés de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Remoción de la cobertura vegetal.
- Despalme para la reutilización de la capa edáfica fértil para favorecer la recuperación del suelo.
- Manejo de residuos generados por la remoción de vegetación.
- Apertura de caminos.
- Colocación de terracería.

b) Construcción

Durante la etapa de construcción se llevarán a cabo diversas acciones necesarias para el desarrollo del proyecto. Se iniciará con la contratación de personal y la incorporación de maquinaria, seguida de la nivelación del terreno para preparar el área de trabajo. Posteriormente, se realizará la excavación y cimentación, así como la construcción de la infraestructura hidráulica que permitirá el abastecimiento de agua potable.

Una vez concluidas estas fases, se procederá con el trazo de lotes, la nivelación y pendiente de vialidades internas con materiales disponibles en el sitio (tierra y piedra). Finalizando con las obras secundarias, como el tendido de cableado eléctrico y otros servicios necesarios para la operación del desarrollo inmobiliario del tipo lotes.

- Contratación de personal y uso de maquinaria.
- Nivelación y preparación topográfica del sitio (incluyendo vialidades internas con materiales disponibles en el sitio: tierra y piedra).
- Excavación y cimentación.
- Construcción de obras hidráulicas para el abastecimiento de agua potable.
- Instalaciones secundarias de las obras como tendido de cableado eléctrico, sanitario, entre otros.

c) Operación y mantenimiento

Durante el funcionamiento del proyecto se estiman diversas acciones que procuren un correcto uso, así como un mantenimiento continuo de las instalaciones. Con el fin de procurar condiciones idóneas de vivienda y un manejo responsable del proyecto respecto al medio ambiente.

Generación de residuos y descargas sanitarias.

Prácticas comunes de limpieza, reparaciones y mantenimiento de las áreas verdes y su equipamiento.

Tratamiento de aguas residuales.

Recolección y disposición de residuos sólidos.

Revegetación y adecuamiento de áreas verdes.

d) Cierre y abandono del sitio

El proyecto no contempla actividades de cierre y abandono del sitio, al no incluir esta etapa el proyecto se considera continuo en su uso y mantenimiento, evitando los impactos ambientales que normalmente se asocian con el abandono de un sitio.

- El proyecto no tiene contemplado el cierre y abandono del sitio.

V.II Matriz causa y efecto

A partir del establecimiento de acciones previstas para la realización del proyecto, es asequible plantear una “Matriz de Causa y Efecto” como herramienta para facilitar el análisis de las repercusiones en el medio biótico y abiótico del área.

Tabla Matriz de Causa-Efecto para la identificación de efectos en componentes ambientales (bióticos y abióticos) y socioeconómicos durante las distintas etapas del proyecto.

Etapa del proyecto	Causa	Efecto
Preparación del sitio	Delimitar físicamente el área de la obra	**Agua.-** Disminución de la calidad del agua que se infiltra al manto por variaciones en el suelo superficial.
		Suelo.- Remoción del suelo orgánico.
		Vegetación.- Disminución de la cobertura vegetal.
		Aire: Emisión de ruidos (contaminación acústica) y olores provenientes de las maquinarias.
		Fauna.- Desplazamiento de fauna silvestre por perturbación de hábitats, pérdida de la cobertura vegetal y presencia de trabajadores.
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna de especial interés de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010	**Suelo.-** Remoción y modificación del suelo orgánico para retirar plantas.
		Vegetación.- Preservación de especies endémicas o en peligro en caso de encontrarse
		Fauna.- Preservación de especies endémicas o en peligro en caso de encontrarse
	Desmonte de cobertura vegetal	**Suelo.-** Modificación de su estructura.
		Vegetación.- Afectaciones sobre la cobertura.
		Fauna.- Perturbación de hábitats y desplazamiento de especies.
		Aire.- Incremento de la temperatura del microclima como consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal.
	Despalme para la reutilización de la capa edáfica fértil para favorecer la recuperación del suelo	**Suelo.-** Conserva la capa más rica en nutrientes.
		Vegetación.- Riesgo de erosión durante el tiempo que permanece sin cobertura.
		Agua.- Rápida infiltración del agua.
	Manejo de residuos generados por la remoción de vegetación	**Suelo**.- Modificaciones de la composición del suelo.
		Vegetación.- Pérdida de la cobertura vegetal.
	Apertura de caminos	**Suelo.-** Compactación del suelo
		Fauna.- Fragmentación y desplazamiento del hábitat de especies.

	Colocación de terracería	**Suelo.-** Compactación del suelo.
		Vegetación.- Pérdida de cobertura vegetal.
		Fauna.- Perturbación de hábitats.
		Aire.- Dispersión de partículas de polvo.
Construcción	Contratación de personal eventual y uso de maquinaria	**Suelo.-** Compactación del suelo por el uso de maquinaria pesada.
		Aire.- El uso de maquinaria generará contaminación acústica.
		Socioeconómicos.- Genera empleo temporal y movimiento económico local.
	Nivelación y preparación topográfica del sitio (incluyendo vialidades internas tipo camino blanco)	**Paisaje.-** Modificaciones en los elementos de la composición del paisaje natural.
		Suelo.- Modificaciones de la topografía y cobertura del terreno. Obstrucción de la permeabilidad natural del suelo. Pérdida de la capa fértil.
		Agua.- Modificación del drenaje superficial.
		Fauna.- Somete a un estado de estrés a los organismos que habitan de manera eventual o transitan
		Socioeconómico.- Mejora la infraestructura y el flujo vehicular.
	Excavación y cimentación	**Suelo**.- Modificaciones de la composición del suelo.
		Aire.- Emisión de polvos y gases por el uso de maquinaria.
		Vegetación.- Pérdida de la cobertura vegetal.
		Fauna.- Perturbación de hábitats y desplazamiento de fauna silvestre.
		Paisaje.- Perturbación de la calidad paisajística y valor escénico.
	Construcción de obras hidráulicas para el abastecimiento de agua potable	**Suelo.-** Perforación del suelo y subsuelo.
		Agua.- Alteración temporal por cambios de presión al acuífero y riesgo de modificar continuidad de flujos subterráneos.
		Vegetación.- Pérdida de diversidad de flora silvestre.
		Socioeconómico.- Genera empleo temporal.
	Instalaciones secundarias de las obras como tendido de cableado	**Suelo.-** Modificaciones de la composición y uso del suelo. Contaminación del sitio.
		Agua.- Alteración de los patrones de drenaje e hidrodinámica
		Aire.- Deterioro de la calidad por generación de partículas contaminantes.

	eléctrico, sanitario, entre otros.	Emisión temporal de ruidos por empleo de maquinaria.
Operación y mantenimiento	Generación de residuos y descargas sanitarias	**Suelo**.- Riesgo potencial de contaminación del suelo debido a la generación y/o filtración de lixiviados durante las fases de operación y uso del proyecto.
		Aire.- Emisión de gases de efecto invernadero por procesos de descomposición hasta el uso y acumulación de residuos
	Prácticas comunes de limpieza, reparaciones y mantenimiento de las áreas verdes y su equipamiento, drenaje y energía eléctrica.	**Socioeconómico.-** Calidad de vida, salud pública y ambiental.
	Tratamiento de aguas residuales	**Suelo.-** Menor riesgo de infiltración de agua contaminada.
		Agua.- Se evita el desperdicio de agua y no se limita a un solo uso (el agua se reutiliza para otras actividades como riego).
		Socioeconómico.- Beneficia la salud sanitaria y ambiental de los habitantes.
	Recolección y disposición de residuos sólidos	**Fauna.-** El correcto sistema de recolección evitará atraer a fauna nociva
		Suelo.- Menor riesgo de contaminación.
		Aire.- Mantenimiento de la calidad del aire sin malos olores.
		Socioeconómico.- Generación de empleos, bienestar a la salud sanitaria y ambiental de la población.
	Revegetación y adecuamiento de áreas verdes	**Fauna.-** Recuperación de hábitats de manera parcial.
		Vegetación.- Recuperación de cobertura vegetal.
		Aire.- Amortiguación del aumento de temperatura por cobertura vegetal.
		Paisajística.- Valor estético agregado.

		Socioeconómico.- Mejora la calidad de vida y la plusvalía de la zona.
Cierre y abandono del sitio	El proyecto no tiene contemplado el cierre y abandono del sitio.	

V.III Matriz de Conesa

Para la elaboración de la matriz de Conesa los indicadores se dividen en dos sistemas principales; Ambientales y Socioeconómicos. Cada uno con subsistemas, componentes e indicadores respectivamente, a manera de dar mayor especificidad a cada matriz afectada.

Seguido a esto, es necesario evaluar cada una de las acciones previamente contempladas para el Desarrollo Inmobiliario de tipo lotes “Calmarea”. Esto, a partir de los atributos y fórmula considerados en el diseño de la matriz previamente establecidos.

De tal forma, es posible identificar el nivel de importancia que conlleva cada etapa del proyecto. Destacando las acciones que generan impactos negativos y positivos más significativos, así como los componentes de cada sistema mayormente afectados:

V.III. I. Matriz de Conesa etapa de Preparación

Tabla x. Identificación de impactos ambientales y socioeconómicos durante la etapa de preparación.

Sistema	Subsistema	Componente	Indicador	Preparación						
				Delimitar físicamente el área de la obra	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna de especial interés de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	Desmonte de cobertura vegetal	Despalme para la reutilización de la capa edáfica fértil para favorecer la recuperación del suelo.	Manejo de Residuos generados por la remoción de vegetación.	Apertura de caminos	Colocación de terracerías
Ambiental	Atmósfera	Calidad del aire	Emisiones de GEI	0	0	-12	-12	-20	-34	-34
		Olores	Contaminación odorífera	0	0	0	0	-10	0	0
		Ruido	Sonidos de 70 o más decibeles	0	0	-30	-30	-12	-48	-48
	Suelo	Geomorgología	Relieve	-12	-12	-44	-44	-18	-60	-60
		Edafología	Cambio de uso de suelo	-12	-12	-60	-60	-18	-68	-68
			pH	-10	-10	-38	-38	-18	-48	-48
			Fertilidad	-10	-10	-65	-65	-18	-60	-60
			Filtración	-10	-10	-55	-55	-18	-68	-68
	Hidrología	Aguas subterráneas	pH	-10	-10	-30	-30	-18	-48	-48
			Salinidad	-10	-10	-30	-30	-18	-48	-48
	Fauna	Avifauna	Cambios poblacionales	-12	15	-54	-54	-10	-62	-62
		Fauna terrestre	Cambios poblacionales	-12	15	-58	-58	-10	-65	-65
	Flora	Vegetación	Cobertura	-12	-10	-72	-60	-20	-65	-65
			Cambios poblacionales de especies nativas	-12	15	-77	-70	-20	-70	-70
			Soporte	-12	-8	-68	-62	-20	-65	-65
Socioeconómico	Económicos	Plusvalía		0	0	0	0	0	0	0
		Ingresos públicos		0	0	0	0	0	0	0
		Empleo		0	0	0	0	0	0	0
		Economía local y municipal		0	0	0	0	0	0	0
	Sociales	Calidad de vida		0	0	0	0	0	0	0
		Demografía		0	0	0	0	0	0	0
		Salud pública		0	0	0	0	0	0	0
	Infraestructura	Urbanización		0	0	-30	-30	-10	-10	0
		Infraestructura y servicios		0	0	0	0	0	0	0
	Acciones	Flujo vehicular		0	0	0	0	0	-10	0
		Generación de residuos		0	0	0	0	-24	0	0
Suma de importancia por acción				-134	-47	-723	-698	-829	-829	-809
Suma de importancia por etapa				-4069						

Los resultados de la Matriz Conesa en la primera etapa (*preparación del sitio)* nos arrojan 98 impactos negativos y 3 positivos. Teniendo la actividad de mayor impacto es el desmonte de cobertura vegetal con una ponderación de (-77) y se refleja a través del indicador: “Cambios poblacionales de especies nativas”. Asimismo, podemos observar que la actividad con el mayor impacto positivo es el “Rescate y reubicación de especies de flora y fauna de especial interés de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010”, y puede ser evidenciada a partir de tres indicadores: Cambios poblacionales de avifauna, cambios poblacionales de fauna terrestre y cambios poblacionales de especies nativas (+15).

V.III.II. Matriz de Conesa etapa de Construcción.

Identificación de impactos ambientales y socioeconómicos durante la etapa de construcción.

Sistema	Subsistema	Componente	Indicador	Construcción				
				Contratación de personal eventual y uso de maquinaria.	Nivelación y preparación topográfica del sitio (incluyendo vialidades internas tipo camino blanco).	Excavación y cimentación.	Construcción de obras hidráulicas para el abastecimiento de agua potable.	Instalaciones secundarias de las obras como tendido de cableado eléctrico, sanitario, entre otros.
Ambiental	Atmósfera	Calidad del aire	Emisiones de GEI	-51	-32	-42	-22	-20
		Olores	Contaminación odorífera	-24	-10	0	-10	0
		Ruido	Sonidos de 70 o más decibeles	-62	-42	-51	-28	-24
	Suelo	Geomorgología	Relieve	-48	-50	-68	-40	-20
		Edafología	Cambio de uso de suelo	-52	-50	-70	-50	-24
			pH	-50	-30	-50	-40	-10
			Fertilidad	-50	-30	-70	-40	-30
			Filtración	-60	40	-77	-60	-30
	Hidrología	Aguas subterráneas	pH	-40	-24	-77	-65	-40
			Salinidad	-40	-24	-77	-65	-40
	Fauna	Avifauna	Cambios poblacionales	-48	-48	-58	-40	-30
		Fauna terrestre	Cambios poblacionales	-50	-58	-68	-48	-30
	Flora	Vegetación	Cobertura	-50	-30	-68	-40	-30
			Cambios poblacionales de especies nativas	-52	-40	-72	-45	-35
			Soporte	-50	-40	-70	-40	-30
Socioeconómico	Económicos	Plusvalía		58	58	58	65	58
		Ingresos públicos		50	50	50	58	50
		Empleo		65	65	65	60	50
		Economía local y municipal		58	58	58	65	58
	Sociales	Calidad de vida		42	42	42	50	42
		Demografía		50	50	50	58	50
		Salud pública		10	-10	-12	-12	42
	Infraestructura	Urbanización		-34	-20	-60	-65	42
		Infraestructura y servicios		0	42	0	58	50
	Acciones	Flujo vehicular		10	30	-30	-28	-24
		Generación de residuos		-20	-12	-12	-25	-20
Suma de importancia por acción				-438	-115	-709	-349	5
Suma de importancia por etapa				-1606				

Para las actividades propias de la etapa de construcción, el sistema ambiental nos arroja resultados negativos que a su vez son compensados con los resultados positivos del sistema socioeconómico. Interferir en el suelo siempre arrojará una ponderación negativa y se debe principalmente a la fragilidad del suelo kárstico, tipo de suelo que se ubica en el polígono del proyecto. Sin embargo, para esta etapa no se contempla la pavimentación por lo que la actividad de Nivelación y preparación topográfica del sitio incluyendo vialidades internas tipo camino blanco, compensa las demás actividades que se puedan considerar negativas. Esto debido a que el camino blanco permite la

adecuada filtración del agua al manto acuífero, además genera mayor plusvalía (58), empleos (65) y mejora la economía local (58).

V.III.III. Matriz de Conesa etapa de Operación y mantenimiento

Identificación de impactos ambientales y socioeconómicos durante la etapa de operación y mantenimiento.

				Operación y mantenimiento					Cierre y abandono del sitio
Sistema	Subsistema	Componente	Indicador	Generación de residuos y descargas sanitarias.	Prácticas comunes de limpieza, reparaciones y mantenimiento de las areas verdes, equipamiento, drenaje y energía eléctrica.	Tratamiento de aguas residuales.	Recolección y disposición de residuos sólidos.	Revegetación y adecuamiento de áreas verdes.	El proyecto no tiene contemplado el cierre y abandono del sitio.
Ambiental	Atmósfera	Calidad del aire	Emisiones de GEI	-48	-18	-12	-10	42	N/A
		Olores	Contaminación odorífera	-48	-16	-10	-10	0	N/A
		Ruido	Sonidos de 70 o más decibeles	-34	-30	-12	-12	10	N/A
	Suelo	Geomorgología	Relieve	-12	-12	0	0	18	N/A
		Edafología	Cambio de uso de suelo	-12	-12	0	0	18	N/A
			pH	-54	-48	-10	-10	18	N/A
			Fertilidad	-10	-10	0	0	65	N/A
			Filtración	-65	-60	-10	-10	18	N/A
	Hidrología	Aguas subterráneas	pH	-77	-68	-25	-25	18	N/A
			Salinidad	-68	-60	-25	-25	18	N/A
	Fauna	Avifauna	Cambios poblacionales	-12	-12	0	0	48	N/A
		Fauna terrestre	Cambios poblacionales	-12	-12	0	0	48	N/A
	Flora	Vegetación	Cobertura	-12	-12	0	0	72	N/A
			Cambios poblacionales de especies nativas	-12	-12	0	0	77	N/A
			Soporte	-12	-12	0	0	70	N/A
Socioeconómico	Económicos	Plusvalía		0	50	60	42	65	N/A
		Ingresos públicos		20	45	60	42	0	N/A
		Empleo		20	42	63	50	0	N/A
		Economía local y municipal		0	50	42	42	0	N/A
	Sociales	Calidad de vida		0	60	65	45	55	N/A
		Demografía		0	45	42	42	0	N/A
		Salud pública		-20	65	60	50	55	N/A
	Infraestructura	Urbanización		-20	20	0	0	0	N/A
		Infraestructura y servicios		0	20	50	0	50	N/A
	Acciones	Flujo vehicular		-10	10	0	-12	0	N/A
		Generación de residuos		-60	-48	-25	-25	0	N/A
Suma de importancia por acción				-558	-35	313	174	765	N/A
Suma de importancia por etapa				659					

Para la etapa en la que el proyecto se encuentre en funcionamiento *(Operación y mantenimiento),* se contemplan 53 impactos negativos y 55 positivos. Esta será la etapa con impactos positivos presentes en ambos sistemas.

En el rubro ambiental la "Revegetación y el adecuamiento de áreas verdes" es la acción con implicaciones para beneficiar las distintas matrices ambientales y amortiguar el impacto derivado por las acciones anteriores. Asimismo, es la que favorece mayormente a la vegetación, siendo los valores positivos más altos: 77, 72 y 70, en los

indicadores de cambios poblaciones de especies nativas, cobertura y soporte respectivamente.

Por otra parte, se puede observar que la generación de residuos y descargas sanitarias generará el impacto más perjudicial en esta etapa, sobre todo, en los cambios de pH de los cuerpos de agua subterráneos con un valor de -77.

Debido a que, si bien el proyecto tiene contemplado la implementación del sistema SITAR DLD-14 para el tratamiento de las aguas residuales. De acuerdo con las páginas oficiales de la compañía, el agua tratada cumplirá los requerimientos normativos de calidad del agua establecidos por la SEMARNAT (NOM 001,002 y 003), lo que permitirá su reutilización para uso directo (Aclara, 2025). No obstante, dadas las condiciones de alta permeabilidad del suelo kárstico es posible la filtración de agentes químicos y biológicos que no pueda tratar el sistema.

Cabe agregar que debido a que el proyecto no tiene contemplado el cierre no hay ningún tipo de impacto correspondiente a tal etapa (Cierre y abandono del proyecto).

V.III.IV. Matriz de Conesa importancia por indicador total

. Suma de los valores totales obtenidos en la matriz Conesa por indicador.

Sistema	Subsistema	Componente	Indicador	Suma de importancia por indicador
Ambiental	Atmósfera	Calidad del aire	Emisiones de GEI	-325
		Olores	Contaminación odorífera	-138
		Ruido	Sonidos de 70 o más decibeles	-453
	Suelo	Geomorgología	Relieve	-482
		Edafología	Cambio de uso de suelo	-550
			pH	-494
			Fertilidad	-463
			Filtración	-598
	Hidrología	Aguas subterráneas	pH	-617
			Salinidad	-600
	Fauna	Avifauna	Cambios poblacionales	-439
		Fauna terrestre	Cambios poblacionales	-483
	Flora	Vegetación	Cobertura	-474
			Cambios poblacionales de especies nativas	-495
			Soporte	-484
Socioeconómico	Económicos	Plusvalía		514
		Ingresos públicos		425
		Empleo		480
		Economía local y municipal		431
	Sociales	Calidad de vida		443
		Demografía		387
		Salud pública		228
	Infraestructura	Urbanización		-217
		Infraestructura y servicios		270
	Acciones	Flujo vehicular		-64
		Generación de residuos		-271
Suma de importancia por acción				-5016
Suma de importancia por etapa				

Si bien es evidente que la elaboración del proyecto tendrá repercusiones en el sistema ambiental, estos se verán reflejados principalmente en los cambios de pH en las aguas subterráneas con un valor negativo total de -617, seguido de los cambios de salinidad en estas con un valor final de -600.

Mientras tanto, se proyecta que la obra favorecerá el sistema socioeconómico, lo que se ve reflejado en los totales donde la gran mayoría tienen valores positivos y los más significativos son la plusvalía que tendrá la zona (+514) y la generación de empleos (+480).

En general, el análisis permitió identificar 442 interacciones, de las cuales 118 valoraciones no tuvieron ningún impacto y fueron expresadas con cero (0). En total se obtuvieron 238 impactos negativos de los cuales fueron: Crítico (5) Alto (66) Medio (64) y bajo (103), de los cuales la mayoría fueron impactos negativos de baja incidencia.

De los impactos positivos se contabilizó un total de 86, siendo: Crítico (1) Alto (35) Medio (33) Bajo (17).

Clasificaciones del grado de importancia de interacciones obtenido en la matriz CONESA.

Interacciones	Ponderación de impacto	No° de interacciones
Ningún impacto	0	118
Impactos Negativos	Crítico (5) Alto (66) Medio (64) Bajo (103)	238
Impactos positivos	Crítico (1) Alto (35) Medio (33) Bajo (17)	86
Interacciones totales		442

V.IV Descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales.

Descripción de los impactos residuales del proyecto.

Factores susceptibles de impacto		Componentes para la valoración de impacto	Descripción
A B I Ó T I C O	**Atmósfera**	Calidad del aire	Las etapas de preparación del sitio y construcción implican una intensificación del flujo vehicular y el constante uso de maquinaria pesada. Esto se traduce en la emisión de gases de combustión y partículas suspendidas (polvo y humo) que provocará una disminución temporal de la calidad del aire.
		Olores	La etapa de Operación y mantenimiento desprende olores temporales y únicamente en ciertas actividades lo cual provocará una ligera contaminación odorífera
		Ruido	Se generará ruido en la etapa de construcción debido al uso de maquinaria, excavación y cimentación y al aumento del tráfico vehicular. Asimismo, con la urbanización aumentará el ruido por la ocupación.
	Suelo	Geomorfología	El microrelieve se modificará durante la preparación del sitio y la construcción pues implica la remoción de vegetación, rocas, suelo fértil, previamente a que se realice la nivelación del terreno, la excavación y la cimentación.
		Edafología	La excavación y cimentación tienen un impacto directo en la edafología ya que se considera al suelo kárstico como la única

S			barrera de protección al acuífero
	Hidrología	Aguas subterráneas	La calidad y cantidad de agua subterránea se modificará debido a dos factores: 1) el impacto producido por la alteración en la capacidad de infiltración y percolación del sitio producto de la remoción de la vegetación y posterior construcción; 2) la extracción de agua subterránea para el uso y consumo humano. Ambos factores incidirán en la dinámica hidrológica.
B I Ó T I C O S	**Fauna**	Avifauna	La avifauna se verá afectada en la etapa de preparación del sitio con el desmonte de la cobertura vegetal serán desplazadas algunas especies nativas.
		Fauna terrestre	La remoción de la cobertura vegetal implica una defaunación, es decir un desplazamiento forzado de especies animales. Las actividades propias del desarrollo del proyecto también provocarán ruido que ahuyentará a las especies de fauna cercanas al área, por ello la importancia del rescate y reubicación de especies.
	Flora	Vegetación	La vegetación será reducida por actividades propias del proyecto, sin embargo, esto se puede compensar con la revegetación y adecuamiento de áreas verdes.
S O	**Económicos**	Plusvalía	La plusvalía está proporcionalmente relacionada con la construcción, equipamiento de infraestructura y ocupación habitacional. Una vez establecido el proyecto los bienes materiales desarrollados generarán activos que aumentarán el valor económico del sitio en beneficio de sus habitantes.

C I O E C O N O M I C O S		Ingresos públicos	En las distintas etapas se requerirá una inversión para poner en marcha el proyecto. Lo que contribuirá en la dinámica de la economía local y la llegada de ingresos para el adecuamiento del área para la ocupación humana.
		Empleo	Habrá un incremento en el número de empleos durante toda la trayectoria del proyecto, además de remuneraciones locales
		Economía local y municipal	La finalización y consecuente ocupación de viviendas tendrán un efecto en la reactivación económica constante en el municipio y su región de influencia. Por lo que, el proyecto no sólo aumentará la actividad local, sino que también garantiza la entrada de nuevas divisas.
	Sociales	Calidad de vida	Está diseñado para elevar la calidad de vida al ubicar el desarrollo habitacional en un entorno libre de la congestión vehicular y otros problemas asociados a la urbe.
		Demografía	Es congruente que la instauración de las viviendas aumente la población y, por ende, las demandas urbanísticas inherentes en el área; no obstante colabora a un crecimiento más estructurado en la zona metropolitana.
		Salud pública	Al implementar las medidas sanitarias adecuadas, se brindará un entorno saludable y óptimo para el desarrollo de quienes ocupen las viviendas.
	Infraestructura	Urbanización	Dado el lugar en el que se creará el proyecto, contribuirá a descentralizar el crecimiento urbano en Mérida y la zona metropolitana y promoviendo la ocupación

			de terrenos planificados que aseguran la sostenibilidad en la región.
		Infraestructura y servicios	Se impulsará la creación de infraestructura y servicios esenciales, diseñados para garantizar que la ocupación sea saludable, armónica y sostenible.
	Acciones	Flujo vehicular	Si bien la ocupación del sitio aumentará el flujo vehicular, las vialidades planificadas garantizarán la conectividad y el desplazamiento eficiente de la población.
		Generación de residuos	La disposición de residuos que se generarán durante la realización del proyecto se manejan conforme el programa de manejo estatal y se dispondrán a los encargados correspondientes.

En conclusión, a lo largo del capítulo se identificó y desglosó de manera cualitativa y cuantitativa la magnitud de los distintos impactos que traerá el Desarrollo Inmobiliario privado “Calmarea”. Considerando, además, las acciones subsecuentes que conlleva para su idóneo funcionamiento.

El desarrollo del proyecto implica repercusiones ambientales dentro del área designada, en todo caso podemos observar que hay acciones contempladas para en su desarrollo mitigar los aspectos mayormente afectados. Tal como el adecuamiento de áreas verdes con especies vegetales nativas y la adecuación de vialidades interiores del tipo camino blanco, misma que proporciona mayor capacidad para la permeabilidad del agua y menor absorción de radiación solar, efecto isla de calor.

Asimismo, los impactos que generará el proyecto en el sector socioeconómico serán beneficiosos a largo plazo, por lo cual se anticipa que compensarán los costos ambientales.

Capítulo 6

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

Una manifestación de impacto ambiental permite identificar los impactos de la ejecución de diversas obras o actividades en el territorio. Sin embargo, es necesario establecer acciones para minimizar los impactos a los niveles más elementales posibles. Este capítulo tiene como finalidad la protección del entorno que podría ser afectado por las actividades del proyecto para cada componente ambiental y socioeconómico. Por ello, a continuación se presentan las medidas de prevención y mitigación que se llevarán a cabo para prevenir, reducir y compensar los impactos adversos provocados por el proyecto en sus diferentes etapas (Preparación del sitio, Construcción, y Operación y mantenimiento).

VI.1. Medidas de mitigación o correctivas aplicables para todos los componentes ambientales.

- Antes de las etapas de preparación del sitio y construcción, se deberán utilizar vías de acceso existentes, para evitar la creación de otras y minimizar los impactos ambientales que esto conlleva. En el caso del proyecto Calmarea el acceso es por la carretera principal ya existente y también existe senderos o brechas que facilitan el inicio de los trabajos previos.
- Se realizará un plan de contingencia para situaciones de emergencia en bioseguridad, manejo de residuos peligrosos y ambientales. Esto con la finalidad atender posibles accidentes en la obra y evitar afectaciones en la salud humana, bienes y servicios ambientales.
- Se colocaran letreros informativos para la prevención de incendios forestales.
- El contratista responsable de la obra deberá capacitar correctamente al personal para la adecuada gestión de residuos sólidos urbanos y e información adecuada sobre los residuos peligrosos que se podrían generan con las diferentes actividades.
- Los residuos peligrosos, si se legaran a presentar, serán entregados a empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales cumpliendo con la normatividad establecida en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

- Toda la maquinaria requerida deberá acreditar que está en óptimas condiciones, por que necesitará contar con verificación y último servicio de mantenimiento.

- Se establecerán señalamientos preventivos, informativos y restrictivos en el área del proyecto para evitar incidentes que puedan afectar al personal de la obra.
- Está prohibido que los trabajadores enciendan fogatas, por lo que se deberá contar con un área para la preparación de alimentos.
- La remoción y el despalme de la vegetación solamente estará permitida en el área destinada a la construcción del proyecto.
- Para minimizar los efectos negativos asociados con la obra, el supervisor ambiental establecido por el promovente hará una inspección regularmente para evaluar la eficacia de las medidas de mitigación establecidas y podrá proponer cambios cuando lo considere.

VI.2. Descripción de las medidas y/o programas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Tabla VI.1. Medidas de mitigación propuestas por componente ambiental en cada etapa de desarrollo del proyecto.

Factores susceptibles de impacto		Medidas de mitigación	Etapa
Factores abióticos	Aire	Toda la maquinaria deberá estar en óptimas condiciones de operación para disminuir la generación de ruido y emisión de gases contaminantes.	Preparación y construcción
		Se cubrirán los vehículos con lonas durante el transporte de los materiales, especialmente los pétreos. Esto con el objetivo de evitar la dispersión de partículas.	Preparación y construcción

		Para evitar dejar áreas desprotegidas de vegetación por largo tiempo y disminuir la dispersión del polvo, todas las actividades de construcción serán programadas en un cronograma de trabajo.	Construcción
		Estará prohibida la remoción de la vegetación con el uso de fuego, y además, la quema de elementos como neumáticos y basura para evitar la contaminación del aire por dispersión de CO^2.	Preparación y construcción
		Se deberán mantener húmedas las zonas de excavación y también todos los accesos de terracerías durante las horas de trabajo, mediante un riego con agua tratada. Esto para evitar la dispersión de partículas en el ambiente.	Preparación y construcción
		Medidas de mitigación	**Etapa**
	Suelo	Se evitarán excavaciones y remociones innecesarias del suelo para evitar que se incrementen la inestabilidad y los procesos erosivos.	Preparación y construcción
		La remoción de la cubierta vegetal se llevará a cabo de manera gradual con base en los avances de la obra, para evitar dejar áreas desprotegidas de vegetación por tiempo prolongado y prevenir la erosión por aire e hídrica.	Preparación
		El material resultante del despalme será utilizado para la nivelación del terreno y el suelo será compactado para evitar agrietamientos, procesos erosivos y de escurrimiento superficial.	Preparación

		En el sitio del proyecto no se podrán almacenar combustibles, aceites, lubricantes, aditivos automotrices, etc., para prevenir derrames que pudieran contaminar el suelo.	Preparación y construcción
		La maquinaria deberá estar en óptimas condiciones para evitar escurrimientos de lubricantes, aceites y combustibles que pudieran alterar las características naturales del suelo.	Preparación y construcción
		Si se realiza algún mantenimiento imprevisto en la maquinaria y/o transporte, los residuos que se generen como aceites, lubricantes, estopas, etc, deberán ser colocados en contenedores con tapa para su manejo y tratamiento por una empresa autorizada.	Preparación y construcción
	Agua	La maquinaria deberá estar en óptimas condiciones para evitar escurrimientos de lubricantes, aceites y combustibles que pudieran contaminar el manto acuífero.	Preparación y construcción
		Habrá contenedores para que se depositen los residuos generados por el personal del proyecto, para su posterior traslado por una empresa autorizada, y así evitar su dispersión y la afectación en el escurrimiento.	Preparación y construcción
		Está prohibida la descarga de aguas residuales dentro del área del proyecto. Para ello el contratista estará encargado de implementar un programa de manejo de aguas residuales.	Preparación y construcción
		Se instalarán baños portátiles, específicamente un baño por cada diez trabajadores. De esta manera se evitará que el lixiviado se dirija hacia el manto acuífero.	Preparación y construcción

		Se reforestarán las zonas destinadas a áreas verdes según se requiera, para favorecer la filtración de agua pluvial.	Construcción
	Paisaje	Con el objetivo de minimizar el impacto visual, las actividades de limpieza se llevarán a cabo diariamente en toda el área del proyecto.	Preparación y construcción
		Se rehabilitarán las zonas perturbadas mediante un programa de paisajismo, haciendo uso de especies nativas del ecosistema.	Construcción
Factores susceptibles de impacto		**Medidas de mitigación**	**Etapa**
Factores bióticos	Flora	Se deberá delimitar el área del proyecto para evitar afectaciones a la vegetación de terrenos colindantes.	Preparación
		Antes de realizar la remoción de la vegetación, se llevarán a cabo trayectos para descartar la presencia de especies protegidas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Si se encuentra alguna especie, se deberá implementar un programa de rescate y reubicación.	Preparación
		El personal encargado de realizar el desmonte y despalme de la vegetación será capacitado, así como los encargados de la ejecución del programa de rescate y reubicación de la flora.	Preparación
		Está prohibida la introducción de especies exóticas que puedan desplazar las especies nativas de la zona. De esta manera la integridad de las especies originarias estará asegurada.	Preparación y construcción

		La vegetación se removerá haciendo uso de maquinaria y herramientas manuales, atendiendo a las medidas precautorias pertinentes. De esta forma no se utilizará fuego y se evitarán incendios forestales.	Preparación
		Los residuos generados del desmonte y despalme serán triturados y esparcidos en el suelo de zonas destinadas a áreas verdes. Esto servirá como composta para el establecimiento de flora.	Preparación y construcción
		Medidas de mitigación	**Etapa**
	Fauna	Antes de realizar la remoción de la vegetación, se implementará un programa de reubicación de fauna silvestre local con la finalidad de evitar muertes y el estrés faunístico en toda el área del proyecto.	Preparación
		Se llevarán a cabo transectos para descartar la presencia de especies protegidas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Si se encuentra alguna especie bajo esta norma, se deberá procederá conforme al Programa de rescate y reubicación de Fauna.	Preparación
		Las actividades relacionadas con la captura y reubicación de fauna seran realizadas por un especialista, con la finalidad de manipular correctamente a la fauna que será rescatada y de reubicar a las especies a otra área con características ambientales similares al lugar de extracción.	Preparación y construcción

		Se darán pláticas a los trabajadores de la obra sobre concientización ambiental. Además se colocarán lonas informativas sobre especies locales y acciones para su conservación.	Preparación y construcción
		Para todo el personal está prohibida la captura, extracción, cacería y/o comercialización de cualquier ejemplar que pueda encontrase en el área del proyecto	Preparación y construcción
		Para evitar el estrés de especies de fauna que tengan hábitos nocturnos, las actividades de construcción se realizarán únicamente durante el día.	Construcción
		Las actividades de despalme se realizarán de forma paulatina y gradualmente con base en los avances del proyecto, lo cual permitirá el desplazamiento de la fauna silvestre que pudiera encontrase en el área de la obra.	Preparación y construcción
		De manera general, la conservación de la vegetación y la creación de áreas verdes mediante un programa de paisajismo, originará condiciones para el establecimiento de aves principalmente en el área del proyecto.	Construcción
Factores susceptibles de impacto		**Medidas de mitigación**	**Etapa**
Factores socioeconómicos		Se procurará que la mano de obra para las actividades del proyecto sea local. Esto incluye a la empresa constructora, los obreros y especialistas.	Preparación y construcción

	Para lo relacionado con proveedores de materiales de construcción, se procurará que sean locales. De esta forma se apoyará el desarrollo de la economía en el ámbito regional.	Construcción

En el caso de las actividades realizadas durante la operación y mantenimiento del proyecto, los impactos se perciben de forma inmediata. Se realzará un programa de monitoreo sobre los factores que puedan generar afectaciones a largo plazo.

VI.3. Impactos residuales

1. Impacto en la Fauna Desplazamiento

El desplazamiento de la fauna ocurrirá, pero al ser un área con baja calidad de hábitat pre-proyecto. El impacto es Negativo Residual Moderado a Bajo.

La fauna presente probablemente oportunista y adaptada a ambientes perturbados será desplazada. Sin embargo, dado que se conserva el 30% de la vegetación, esta área puede funcionar como un refugio temporal o corredor biológico, mitigando la magnitud del desplazamiento total. El impacto es menos grave que si se tratara de un área de alto valor de biodiversidad selva virgen o zona núcleo de conservación.

2. Impacto en el Microclima Aumento de Temperatura

La remoción del 70% de la vegetación por despalme, ineludiblemente aumentará la temperatura local. El impacto es Negativo Residual, Moderado.

La pérdida del dosel y la cobertura vegetal 70%, reduce la evapotranspiración y aumenta la radiación solar directa sobre el suelo y las nuevas superficies urbanas efecto de "isla de calor".
El 30% de conservación ayudará a moderar el impacto, proporcionando zonas de sombra y frescura.
Este impacto residual puede ser compensado a largo plazo con un programa de reforestación o paisajismo intensivo dentro del 30% restante y las áreas de amortiguamiento, lo cual es parte de las "mejores condiciones ambientales" en el sitio del proyecto.

3. Impacto en el Ecosistema General Transformación
Este es el impacto más significativo desde una perspectiva ecológica.
Transformación o Cambio de Uso de Suelo.
El proyecto no está degradando un ecosistema conservado, sino transformando un ecosistema previamente degradado, campo de cultivo henequenero en un ecosistema urbano-antropogénico. El impacto residual es el cambio permanente en la vocación del suelo y en la matriz del paisaje.

La remoción del 70% de la cobertura vegetal y el despalme de la capa fértil, en una zona previamente degradada por uso agrícola henequenero, tendrán como impacto residual primario la Transformación del Uso de Suelo, de un sistema agrícola abandonado a un sistema urbano-antropogénico. Las consecuencias directas de esta transformación se consideran Negativas Residuales Moderadas:
Desplazamiento de Fauna Local: Ocurrirá el desplazamiento de la fauna silvestre adaptada a ambientes perturbados, aunque se mitigará parcialmente con la conservación del 30% de la cobertura vegetal como refugio.
Incremento del Gradiente Térmico: Se generará un aumento en la temperatura micro climática debido a la pérdida de cobertura vegetal. Este efecto residual será

compensado a largo plazo con la implementación del plan de paisajismo, reforestación y áreas verdes compensatorias.

Medidas de Mitigación para un Impacto Residual Bajo

Las medidas se pueden agrupar por el componente ambiental que buscan proteger:

1. Medidas para la Fauna Desplazamiento

El objetivo principal es asegurar la supervivencia y el refugio de la fauna que no pudo ser reubicada o que regresa al sitio.

- Programa de Rescate y Reubicación Planificada:
  - Acción: Implementar un protocolo estricto de rescate de fauna antes y durante el despalme, llevado a cabo por biólogos y veterinarios.
  - Específico: La reubicación debe ser a un hábitat adyacente similar de mayor valor de conservación o al 30% de la vegetación **conservada** dentro del polígono.
- Delimitación y Señalización de la Zona de Conservación (30%):
  - Acción: La zona de reserva debe ser delimitada físicamente con vallas temporales y señalizada claramente como "Área de Refugio y Exclusión" para evitar la intrusión de maquinaria y personal de construcción.
  - Específico: Esta área debe ser manejada para maximizar su funcionalidad como refugio y corredor biológico, priorizando la conectividad con otras masas de vegetación cercanas.
- Fases de Remoción:
  - Acción: Realizar la remoción de la vegetación de forma gradual y direccional (por ejemplo, desde el centro hacia la zona de conservación), permitiendo que la fauna se desplace naturalmente hacia el refugio seguro.

2. Medidas para el Microclima Incremento de Temperatura

El objetivo es compensar la pérdida del dosel y reducir el efecto de "isla de calor" dentro del desarrollo.

- Programa de Arborización y Paisajismo Intensivo:
  - Acción: Compensar la pérdida de biomasa mediante la plantación inmediata de especies nativas de la región como; el Tzalam, Chukum, Ramón, ceiba o balché con alta capacidad de sombra y evapotranspiración.
  - Específico: Priorizar la plantación de árboles de porte alto y rápido crecimiento en las zonas de estacionamiento y calles para maximizar la sombra y reducir la temperatura del asfalto.
- Uso de Materiales Reflejantes Albedo Alto:
  - Acción: Utilizar pavimentos, techos y fachadas de colores claros o con tecnología que refleje la radiación solar, alto albedo, en lugar de

absorberla. Esto reduce significativamente la transferencia de calor al aire.

- Creación de Áreas Verdes Funcionales:
    - Acción: Diseñar el 30% de área verde conservada, más los parques y jardines dentro del 70% desarrollado, como "pulmones verdes" interconectados para crear un efecto refrescante a escala local.

3. Medidas para el Suelo y el Agua Erosión y Calidad

Aunque no se menciona explícitamente, la remoción de la capa fértil en un suelo degradado puede aumentar el riesgo de erosión y lixiviación de contaminantes.

- Manejo y Resguardo de la Capa Orgánica (Tierra Negra):
    - Acción: La capa fértil removida debe ser separada y resguardada en bancos temporales protegidos (con geotextiles o revegetación provisional) para evitar su arrastre por viento o lluvia.
    - Específico: Esta tierra debe ser reutilizada para el paisajismo y la revegetación del 30% de área conservada y las áreas verdes del proyecto, mejorando la calidad del suelo residual.
- Control de la Erosión durante la Obra:
    - Acción: Instalación de filtros, barreras de sedimento o zanjas perimetrales para captar la tierra suelta y evitar que sea arrastrada fuera del polígono o hacia el sistema de drenaje natural.
- Sistema de Captación de Agua Pluvial:
    - Acción: Implementar un sistema de captación y recarga al subsuelo (como pozos de absorción, zanjas de infiltración o áreas de biorretención) para ´favorecer el drenaje natural y mantener la recarga hídrica local.

Al implementar este conjunto integral de medidas, el impacto residual puede ser clasificado como Bajo, ya que la mitigación supera o compensa la magnitud del impacto generado, incluso llegando a un Impacto Positivo si se logra una mejor calidad de hábitat y microclima que la que existía en el campo henequenero degradado.

Capítulo 7

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

VII.1. Pronóstico del escenario

El pronóstico de escenarios implica la descripción de una situación futura y de las posibles trayectorias que se pueden presentar desde el origen del evento hasta los impactos que ocasione (Bluet y Zemor, 1970).

Las proyecciones de escenarios se fundamentan en la descripción realizada del sistema ambiental, la identificación, descripción y evaluación de los impactos definidos una vez que se implemente el proyecto. Estas proyecciones plantean un análisis de los atributos ambientales y su pronóstico en caso de que se apliquen o no se apliquen las medidas de mitigación. Por lo tanto, el análisis nos brinda una perspectiva sobre cómo la afectación de los elementos ambientales es controlada y subsanada con aplicación de las medidas propuestas.

Para estructurar la información se diseñó una tabla donde se ubican los elementos ambientales a impactar durante la implementación del proyecto; posteriormente se elabora el análisis en torno al escenario ambiental sin la aplicación de medidas preventivas y de mitigación y con la aplicación de las medidas. De esta manera es posible identificar que los probables impactos pueden ser reducidos, controlados y subsanados con la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación.

VII.2. Escenario sin la ejecución del proyecto

El área donde se propone establecer el proyecto se encuentra adyacente a una carretera que conecta la localidad de Hunucmá cabecera municipal del mismo nombre, con la localidad y puerto de Sisal, perteneciente al municipio de Hunucmá. Esta vialidad brinda accesibilidad plena al predio propuesto para el establecimiento del proyecto.

La accesibilidad del sitio lo vuelve vulnerable a la presencia y acumulación de basura por manejo inadecuado de residuos urbanos pues se encuentra adyacente a una carretera de flujo vehicular constante.

Actualmente en el terreno en cuestión no se realizan actividades de aprovechamiento, en tiempos anteriores se realizaron aprovechamiento doméstico de apicultura, extracción de para leña y carbón. Sin embargo, en los últimos años adicionalmente se han establecido actividades de agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo, en las inmediaciones del sitio se establecieron granjas avícolas. El indicador más importante que permite reconocer esta característica es la presencia de vegetación secundaria de tipo arbustiva y de manera incipiente arbórea. Además, existen trazos bien marcados de brechas y veredas que conectan distintas partes del área del proyecto.

El área se encuentra en una etapa de sucesión secundaria detenida producto de las actividades agrícolas henequeneras y ganadería de ramoneo que se realizó durante décadas en la zona. Además, dada la cercanía y la accesibilidad al sitio existe evidencia de un aprovechamiento doméstico de flora y fauna pues ocurre una tala selectiva doméstica, es decir extracción de leña como fuente de combustible. Este escenario muestra que el proceso de degradación de la flora se mantendrá reduciendo la estructura y composición de las selvas secas del sitio.

Finalmente, de no realizarse el proyecto existe la probabilidad generar problemáticas de crecimiento poblacional desordenado pues el establecimiento humano comúnmente se realiza sin planeación para el establecimiento de viviendas unifamiliares con escasos servicios e infraestructura que reducen la calidad de vida de sus habitantes, tal como ocurre en el área metropolitana de Mérida, así como en los municipios colindantes a la capital del estado. Por lo tanto, la no ejecución del proyecto podría mantener la presión que existe actualmente sobre los recursos naturales en la zona metropolitana de Mérida y en la zona costera.

VII.3. Escenarios con la ejecución del proyecto con medidas de mitigación y sin medidas de mitigación.

Para resumir la información se elaboró la siguiente tabla para estructura la información correspondiente.

Tabla VII.1. Pronóstico de los escenarios posibles relacionados con el presente proyecto.

Factores susceptibles de impacto		Escenario ambiental del proyecto	
		Ejecución del proyecto sin medidas de mitigación	Ejecución del proyecto con medidas de mitigación
Factores abióticos	Aire	Si la remoción de la vegetación se realiza completamente en un solo momento aumentará la emisión temporal de partículas, humos, gases y ruidos. Asimismo, la aportación de oxígeno se reducirá drásticamente al igual que la captura de dióxido de carbono que proveen las selvas arbustivas y arbóreas secundarias presentes. Además, una remoción total en un solo momento	Con la remoción gradual de la vegetación de selva secundaria conforme avance el proyecto se asegura la presencia de los servicios de aportación de oxígeno y captura de dióxido de carbono. Asimismo, se mantienen condiciones microclimáticas que favorecen la presencia de pequeños organismos, así como una dinámica climática local y regional que podría modificarse gradualmente y

		generaría una modificación climática local que impactará en la temperatura y posiblemente en la precipitación del sitio.	reducir el impacto en la temperatura.
	Suelo	Si la remoción de la vegetación se realiza completamente en un solo momento se reducirá drásticamente la capa fértil así como la calidad del suelo debido a la compactación. La erosión del suelo es un factor relevante que será afectado con la total remoción de la vegetación. La ausencia de áreas verdes impedirá la retención de suelos propiciando la erosión hídrica en el área del proyecto.	Las medidas propuestas de protección al suelo desnudo como su reubicación y retiro del material que no se reutilizará se controlarán la erosión y la mayor pérdida del suelo. El desmonte gradual minimizará la erosión hasta el momento en que los futuros propietarios de los lotes realicen la construcción de sus viviendas. Para reducir la erosión se humedecerán suelos secos evitando su desplazamiento por la acción del viento. Además, se planeará el desarrollo de las actividades del proyecto en épocas diferentes a la temporada de lluvias, sobre todo torrenciales.
		Escenario ambiental del proyecto	
		Ejecución del proyecto sin medidas de mitigación	**Ejecución del proyecto con medidas de mitigación**
	Agua	El desmonte total de la vegetación en una sola fase modificará negativamente la captación de agua pluvial, la infiltración a los cuerpos de agua subterráneos. Asimismo, se verá afectada parcialmente la hidrodinámica subterránea. Si no se consideraran áreas verdes la infiltración y la recarga de acuíferos se nulificaría. La ausencia de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas provocaría una contaminación de los cuerpos de agua subterráneos.	El desmonte gradual de la vegetación conforme avance el proyecto mantendrá la captación de agua pluvial, la infiltración y la recarga del acuífero. Asimismo, la construcción y mantenimiento de áreas verdes puede mantener la infiltración y recarga del acuífero, así como reducir el impacto de las islas de calor en los espacios aledaños. La presencia de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas provocaría un manejo adecuado y mejoraría la sanidad ambiental en el sitio, así como el mantenimiento

			de la calidad de los cuerpos de agua subterráneos.
	Paisaje	La remoción completa de la vegetación en una sola exhibición tiene un impacto negativo en la visibilidad, la fragmentación del hábitat y la conectividad del hábitat. Esto repercute directamente en los factores bióticos.	La eliminación gradual de la vegetación es una medida que puede favorecer una modificación gradual sobre el paisaje. Esta gradualidad puede favorecer el desplazamiento de la fauna y el mantenimiento de diversos servicios que promueve la presencia de la cobertura vegetal.
		Escenario ambiental del proyecto	
		Ejecución del proyecto sin medidas de mitigación	**Ejecución del proyecto con medidas de mitigación**
Factores bióticos	Flora	El desmonte total de la vegetación del área de manera súbita favorecerá una pérdida inmediata de flora silvestre y una pérdida de recursos genéticos. Además, la ausencia de un programa de reubicación favorecerá la eliminación de especies de importancia ecológica y presentes en la NOM-059-Semarnat. La falta de cobertura limitará el desplazamiento de fauna silvestre aumentando el riesgo de desaparición local. La ausencia de áreas verdes impedirá el mantenimiento de servicios de estabilidad del suelo, pérdida de material genético, aportación de oxígeno y captación de dióxido de carbono.	El desmonte gradual de la vegetación permitirá un mantenimiento de las condiciones abióticas por la presencia de la vegetación. Asimismo, se favorecerá el mantenimiento del germoplasma y la presencia del recurso genético que puede favorecer la variabilidad genética. El rescate y reubicación de especies silvestres de importancia ecológica y presentes en la NOM-059 Semarnat. La presencia de áreas verdes en el área del proyecto promoverá la presencia del recurso genético local para promover la variabilidad genética entre las especies de flora local y el área de influencia. Asimismo permitirá la aportación de oxígeno a la atmósfera y mantendrá la capacidad de absorción de dióxido de carbono.

	Fauna	El retiro total de la vegetación de manera inmediata provocaría un desplazamiento de la fauna de manera inmediata, manteniendo baja probabilidad de que se desplacen exitosamente hacia áreas aledañas. Además, tendría un impacto súbito en la abundancia y diversidad de fauna.	El retiro gradual de la vegetación como está planeado el proyecto permitirá que las especies de fauna establecidas en el área se desplacen hacia áreas colindantes y encuentren refugios para su establecimiento. Esta transición gradual favorecerá que la abundancia y diversidad de especies de fauna se mantenga para la región pues los individuos podrán desplazarse y encontrar nuevos hábitats.
Factores susceptibles de impacto		**Escenario ambiental del proyecto**	
		Ejecución del proyecto sin medidas de mitigación	**Ejecución del proyecto con medidas de mitigación**
Factores socioeconómicos		La ausencia de un programa de recolección de residuos sólidos provocará una acumulación de basura y escombros. La ausencia de permisos y programas de recolección de residuos puede generar una acumulación de basura y favorecer la presencia de enfermedades de salud pública asociada con la basura. La falta de planeación puede favorecer un crecimiento desordenado de la población e incidir en la disminución de la calidad de vida por la ausencia de servicios e infraestructura.	Para mantener la calidad de vida de los habitantes, la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales permitirá un manejo adecuado de las aguas residuales domésticas. Además, la recolección de residuos sólidos estará a cargo del servicio de limpia municipal lo que reducirá la posibilidad de problemas de salud ambiental en la zona. El proyecto favorecerá la creación de nuevas fuentes de empleo temporal y permanente en las diversas etapas de ejecución. Las medidas a implementar potenciarán el impacto positivo mejorando la economía local, incrementando la calidad de vida, atrayendo infraestructura y servicios y la captación de recursos públicos en la zona.

VII.4. Programa de vigilancia ambiental

El programa de vigilancia ambiental se realiza considerando los requisitos ambientales indicados en las legislaciones ambientales aplicables, de acuerdo con las resoluciones proporcionadas por la SEMARNAT en torno a la presente Manifestación de impacto ambiental.

Para realizar un control en la vigilancia ambiental se recomienda considerar una bitácora con folio consecutivo para mantener los registros de las acciones propuestas en este programa. Asimismo, debe existir una persona que supervise el seguimiento de las medidas propuestas, así como las adecuaciones correspondientes que se presenten durante la ejecución de la obra. Esta persona apoyará y acompañará durante las supervisiones correspondientes que las autoridades realicen durante la ejecución del proyecto. Además, como parte medular los encargados de obra deben verificar que los empleados que participen en el proyecto conozcan y estén capacitados para realizar las medidas de prevención y mitigación. Finalmente, se realizarán informes en los tiempos indicados por la autoridad, de manera que permitan mantener un control y asegurar el seguimiento de las medidas propuestas.

VII.4.1. Objetivos del programa

El programa de vigilancia ambiental tiene como objetivo principal establecer un sistema que asegure el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas para cada componente ambiental en cada una de las etapas del presente proyecto. Además, el presente programa será un indicador de la efectividad en la mitigación de impactos y auxiliará en el establecimiento de medidas adaptativas a los resultados existentes de manera que permitan corregir las trayectorias hacia las condiciones planeadas y presentes en la presente manifestación.

VII.5. Levantamiento, interpretación y retroalimentación de la información

Tabla VII.2. Levantamiento, interpretación y retroalimentación de la información durante la ejecución del proyecto.

Componente ambiental	Medida preventiva o de mitigación	Medida de supervisión
Aire	Irrigación con agua cruda para la reducción de las emisiones de polvo y partículas	Registro de comprobantes de adquisición de agua de riego para las áreas de circulación de maquinaria para el desmonte de la vegetación. Se tomará evidencia fotográfica de los momentos de riego.
		Se llevará un registro de vehículos que transitan e ingresan al área. Se revisará que cuenten con lonas para evitar la dispersión de partículas de polvo que reduzcan la calidad del aire. Se llevarán registros fotográficos de estas acciones.
	Verificación y mantenimiento de equipos y vehículos para la minimización de las emisiones de dióxido de carbono por parte de la maquinaria empleada	El encargado de la supervisión revisará las condiciones del funcionamiento de la maquinaria y equipo utilizado y llevará un registro a partir de la bitácora del proyecto para considerar acciones preventivas y correctivas.
		Se solicitará la obligatoria portación de las calcomanías de verificación que aseguren que las maquinarias se encuentran en óptimas condiciones para el desarrollo del proyecto y evitar la aportación de gases de efecto invernadero innecesarios.
	Mantenimiento de los niveles de ruido para su control	Los contratistas encargados de la obra deben presentar evidencia del mantenimiento de las maquinarias y equipos que aseguren su correcto funcionamiento.

		Los niveles de ruido no excederán lo indicado en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Debe ser evaluado con un sonómetro y deben aplicarse medidas para reducir el ruido en caso de ser superior a los niveles indicados en la norma. De esta forma se evitará el impacto excesivo a la fauna en el área de influencia.
	Medida preventiva o de mitigación	**Medida de supervisión**
Suelo	Contención de la erosión del suelo	Se realizará un registro de las actividades de remoción de la vegetación que incluirá la información de localización a partir de registros GPS de las superficies trabajadas. Se tomará registro fotográfico de la actividad.
	Gestión de los sedimentos	Se realizará una recopilación de las copias de los comprobantes de la disposición de residuos en sitios autorizados y se revisará que no se dispongan en ubicados en el área de influencia.
	Conservación del suelo y mantenimiento de la estructura	La construcción de áreas verdes y el mantenimiento de las mismas favorecerán la presencia de suelos estables que apoyen la infiltración y la recarga del acuífero.
	Conservación y protección del suelo	Las capas edáficas retiradas en el proyecto estarán disponibles para su uso en otras etapas del proyecto como la construcción y mantenimiento de las áreas verdes. Se llevarán registros fotográficos y en bitácora de las actividades realizadas.

		En situaciones inesperadas que requieran un mantenimiento de la maquinaria o equipo, para evitar la contaminación del suelo por aceites y lubricantes se cubrirá el suelo con material impermeable. Se recopilará copia de los comprobantes de disposición de residuos especiales.
	Gestión de los residuos de la obra y materiales sobrantes	Se verificará que no existe disposición de residuos producidos por el proyecto en las zonas aledañas a la obra. Se llevará un registro de la disposición de residuos sólidos. Se tomarán registros fotográficos de las zonas aledañas para demostrar la existencia de ninguna afectación.
	Medida preventiva o de mitigación	**Medida de supervisión**
Agua	Realizar una correcta disposición de los residuos fisiológicos de los trabajadores de la obra para evitar filtraciones al acuífero	Registro en bitácora del mantenimiento de sanitarios por una empresa especializada. Se recopilarán recibos por el servicio proporcionado.
	Protección de la calidad de las aguas del medio	Las aguas residuales de las viviendas unifamiliares a establecer serán manejadas a partir de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema SITAR DLD-14.
		Se verificará que no existen escurrimientos que puedan afectar las zonas de influencia de la obra. Se tomarán registros fotográficos de las zonas aledañas para demostrar la existencia de ninguna afectación.

		Se revisará que la disposición de residuos sólidos y especiales se realice de acuerdo a lo planeado para evitar un impacto en el suelo y el agua subterránea.
Paisaje	Generación de valor escénico, de recreación y cultural a través del establecimiento de las áreas verdes	La persona responsable de la obra realizará o designará a los especialistas requeridos para la habilitación de las áreas verdes del proyecto. Este proceso conlleva una selección, mantenimiento o replantación de especies autóctonas de la selva, así como el mantenimiento de las mismas. Se realizará un registro en bitácora de las actividades realizadas en las fechas, ejemplares replantados, especies y porcentaje de éxito en el establecimiento. Se registrará evidencia fotográfica de las actividades.
Flora	**Medida preventiva o de mitigación**	**Medida de supervisión**
	Conservación de la flora	Se realizará un registro de las actividades de remoción de la vegetación que incluirá la información de localización a partir de registros GPS de las superficies trabajadas. Se incluirá la fecha de inicio y término de las actividades en las etapas propuestas. Se tomará registro fotográfico de la actividad.
		Se contratará un especialista que implemente el Programa de conservación, rescate y reubicación de flora en el sitio del proyecto. Se solicitarán informes semanales que reporten las actividades realizadas, las especies incluidas, el éxito de la reubicación de los individuos y la localización con GPS de los mismos.

	Gestión de los residuos de la obra y materiales sobrantes	Se verificará que no existe disposición de residuos producidos por el proyecto en las zonas aledañas a la obra. Se llevará un registro de la disposición de residuos sólidos. Se tomarán registros fotográficos de las zonas aledañas para demostrar la existencia de ninguna afectación.
Fauna	**Medida preventiva o de mitigación**	**Medida de supervisión**
	Conservación de la fauna silvestre	El encargado de la obra contratará a un especialista para implementar el Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre. Se solicitarán informes semanales que reporten las actividades realizadas, las especies capturadas, el éxito de la reubicación de los individuos y la localización con GPS de las áreas de reubicación.
	Reducción del daño a la fauna	Las actividades propias del proyecto se realizarán durante el día para evitar ruidos que impacten a la fauna silvestre local.
		Se realizarán revisiones preventivas antes de realizar labores con la maquinaria para evitar el daño de especies de fauna.

VII.6. Conclusiones

El promovente propone realizar un desarrollo inmobiliario denominado proyecto Calmarea en un predio con una superficie de casi 30 hectáreas ubicado en el municipio de Hunucmá, Yucatán. El predio se encuentra conectado y adyacente a través de una vialidad tipo carretera que conecta con la localidad de Hunucmá, cabecera municipal del mismo nombre, a escasos 4.5 Km, y también se conecta con la localidad y puerto de Sisal, perteneciente al municipio de Hunucmá. Esta vialidad brinda accesibilidad plena al predio propuesto para el establecimiento del proyecto.

El proyecto se desarrollará en un área de 300,004.07 m^2 de las cuales 48,345.2 m^2 (16.11%) corresponden a áreas verdes, 10,492.59 m^2 (3.5%) que corresponden a áreas comerciales, 51,099.23 m^2 (17.03%) planificadas como calles y 181,330.60 m^2 (60.44%) propuestas como áreas vendibles.

Debido a su ubicación, el predio se encuentra regulado por el Decreto 160/2014 por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán. El predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA HUM-15-SEL-AP1, Y La UGA-HUM-16 SEL-AP2 , dicha Unidad de Gestión Ambiental expresa como usos actuales los siguientes entre otros:

Los correspondiente que expresan diversos usos compatibles y condicionados relacionados

con el presente proyecto entre los que resaltan los siguientes:

- Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).
- Vivienda Unifamiliar.
- Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).
- Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

Las actividades compatibles se pueden realizar siguiendo los Criterios de Regulación Ecológica señalados en el mismo Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán. Por lo anterior, el proyecto cumple con la normatividad ambiental vigente y se considera jurídicamente viable.

A partir de las visitas a campo y el trabajo de muestreo de vegetación forestal se observó que en el predio se ha realizado en décadas anteriores actividades de aprovechamiento como son: ex ´planteles de henequén, aprovechamiento doméstico de la vegetación, para obtener leña y carbón, y actividades de apicultura. Sin embargo, en los últimos años en predios circundantes se han establecido actividades de agricultura tradicional, milpa y ganadería de ramoneo.

El indicador más importante que permite reconocer esta característica es la presencia de vegetación secundaria de tipo arbustiva y de manera incipiente arbórea.

También, dada la cercanía y la accesibilidad al sitio existe evidencia de un aprovechamiento doméstico de flora y fauna pues ocurre una tala selectiva doméstica, es decir extracción de leña como fuente de combustible. Este escenario muestra que el proceso de degradación de la flora se mantendrá reduciendo la estructura y composición de las selvas secas del sitio.

El presente estudio realiza una descripción detallada del sistema ambiental regional que se refleja en los datos cuantitativos y cualitativos con relación a la flora, fauna, suelo y agua que posibilitan una caracterización y diagnóstico adecuados del área propuesta para el proyecto incluyendo el análisis de vulnerabilidad a riesgo climático y de acuerdo con el Atlas de Riesgo el sitio del proyecto presenta baja vulnerabilidad a inundaciones y es apto para el desarrollo que se propone Construcción y Operación de un Desarrollo inmobiliario suburbano denominado Calmarea.

Se realizaron una serie de evaluaciones cualitativas y cuantitativas para la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales. A partir de los cuales fue posible determinar medidas preventivas y de mitigación que pueden medirse en campo y que pueden facilitar un manejo adaptativo que permitan seguir las propuestas para reducir el impacto adverso del proyecto.

La aplicación de las medidas de prevención y mitigación, así como las actividades de supervisión planeadas permitirán reducir, mitigar y compensar los impactos que se generarán con el desarrollo del proyecto.

El desarrollo del proyecto trae consigo una serie de beneficios debido a que proporciona áreas para el establecimiento de viviendas con las características necesarias para el confort y habitabilidad con una buena calidad de bienestar para las familias, asimismo el desarrollo generará empleos temporales y permanentes. Cabe resaltar que el desarrollo del proyecto puede coadyuvar en la resolución de problemáticas asociadas al crecimiento poblacional desordenado en el área metropolitana de Mérida y municipios colindantes, pues el establecimiento humano comúnmente se realiza sin planeación para el establecimiento de viviendas unifamiliares con escasos servicios e infraestructura que reducen la calidad de vida de sus habitantes. Por lo tanto, la ejecución del proyecto podría reducir la presión que existe actualmente sobre los recursos naturales en la zona metropolitana de Mérida y en la zona costera.

La adecuada implementación propuesta en el presente documento permitirá un desarrollo ordenado y amigable con el ambiente, una mejora a la calidad de vida de los habitantes, la protección de los recursos bióticos y abióticos, así como una mejora a la economía local y regional favoreciendo un desarrollo benéfico en materia socioeconómica.

Capítulo 8

VIII. IDENTIFICACION DE LOS INTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

8.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

Se entrega un ejemplar de la Manifestación de Impacto Ambiental se incluye como ANEXO los planos topográficos. Se presenta todo el estudio grabado en memoria magnética en un USB, incluyendo imágenes, planos e información en formato PDF.

ANEXOS:

1) Planos topográficos y Cuadros de construcción.
2) Copia simple de la Autorización del Uso del Suelo del Ayuntamiento del municipio de Hunucmá, Yucatán.
3) Copia simple de la escritura de fecha seis de septiembre del año dos mil veinte y tres, con número de acta mil cuarenta, pasada ante la fe del licenciado y maestro en derecho José Enrique Gutiérrez López, Notario Público ochenta y siete del Estado de Yucatán.
4) Copia simple del INE y RFC del promovente.
5) Copia simple Cedula Profesional Responsable Técnico del Estudio y Carta
6) Resumen Ejecutivo de la MIA

8.2. BIBLIOGRAFÍA.

Bluet, J. C., & Zemor, J. (1970). La prospective: une nouvelle attitude devant l'avenir. Paris: Presses Universitaires de France.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, Decreto 692/2023, Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán. POETY.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, Decreto 692/2023, POETY 2023, actualiza el Decreto 793/2007 por el que se formuló y expidió el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, Decreto POETCY, 2007, Decreto 801 publicado en el D.O.E. el 31 de julio de 2007.

Durán García R. y M. Méndez González eds. 2010, Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, PPD del Fondo para el Medio Ambiente, CONABIO, SEDUMA del Gobierno del Estado de Yucatán.

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.

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.

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 / CONABIO / SEDUMA del Gobierno del Estado de Yucatán, 4–6.

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.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2018). Proyectos de restauración de manglares en Quintana Roo. México: CONABIO. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares

Ley General de Cambio Climático [LGCC]. (2012). Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación. Incluye disposiciones sobre el Fondo para el Cambio Climático. Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgcc.htm

https://snmf.cnf.gob.mx/infys/

http://www.sefoet.yucatan.gob.mx/secciones/ver/yobain

https://poblacion.com.mx/yucatan/yobain-informacion-del-municipio-yucatan/

https://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/

http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales

SGM, CENAPRED, 2013, Atlas de Peligros por fenómenos naturales del Estado de Yucatán.

Semarnat 2014, CONAFOR, Primera Edición, Inventario Estatal Forestal y de Suelos del estado de Yucatán 2013.