Manifiesto de impacto ambiental.

Proyecto: Xiimbal Flamenco.

Ing. Mario Enrique López Carrillo.

Índice.

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. Pág. 3

2. INFORMACIÓN GENERAL. Pág. 5

3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. Pág. 23

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. Pág. 59

5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. Pág. 70

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. Pág. 78

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. Pág. 88

8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. Pág. 99

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

1.1 Datos generales del proyecto.

El proyecto denominado Xiímbal Flamenco consiste en el desarrollo de un conjunto inmobiliario ubicado en la localidad de Chelem, municipio de Progreso, estado de Yucatán. La superficie total será fraccionada en 14 lotes de distintas dimensiones, con el objetivo de que en cada uno se construya un inmueble bajo criterios de sustentabilidad, eficiencia energética y cumplimiento normativo. Cada construcción deberá acatar las disposiciones legales vigentes a nivel federal, estatal y municipal, incluyendo aquellas relacionadas con impacto ambiental, ordenamiento territorial, construcción y servicios.

El objetivo del proyecto es, promover el desarrollo de viviendas sustentables en un entorno costero, con enfoque en eficiencia ambiental, integración al contexto urbano y cumplimiento de la normatividad aplicable.

1.1.1 Nombre del proyecto.

El proyecto se denomina. **Xiímbal Flamenco.**

1.1.2 Ubicación del proyecto.

Calle 21 carretera Chelem-Chuburna, por 156 y 158 s/n parcela 40 en Chelem Puerto municipio de Progreso, estado de Yucatán.

1.1.3 Duración del proyecto.

La ejecución del proyecto Xiimbal Flamenco contempla una secuencia de fases técnicas que permiten su desarrollo ordenado y conforme a la normatividad ambiental vigente. La duración estimada se detalla a continuación:

- Fase de preparación del sitio:

Esta etapa incluye actividades de limpieza, delimitación, trazado, levantamientos topográficos y estudios preliminares. Se estima una duración de 2 meses.

- Fase de construcción:

Comprende la urbanización del predio, instalación de infraestructura básica (vialidades internas, acometidas de servicios, drenaje pluvial) y edificación de los inmuebles en cada lote. La construcción se realizará en etapas, con una duración total estimada de 12 meses, sujeta a ajustes conforme al avance físico y técnico de cada lote.

- Fase de operación:

Inicia una vez que los inmuebles estén habilitados para su uso por parte de los propietarios o usuarios. Esta fase no tiene una duración definida, ya que se trata de un proyecto inmobiliario de carácter permanente.

- Fase de mantenimiento:

Las actividades de mantenimiento serán continuas y estarán orientadas a conservar la infraestructura, los sistemas de tratamiento y las condiciones ambientales del sitio. Estas acciones forman parte de los compromisos establecidos en el programa de manejo ambiental del proyecto.

La duración total estimada para la ejecución del proyecto, excluyendo la fase de operación, es de 14 meses. Todas las actividades estarán sujetas a supervisión técnica y cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas en el presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

1.2 Datos generales del promovente.

1.2.1 Nombre o razón social.

Ing. Mario Enrique López Carrillo.

1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente.

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oir notificaciones.

1.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio.

2. Información general.

2.1.1 Naturaleza del proyecto.

El proyecto denominado Xiimbal Flamenco corresponde a una actividad de desarrollo inmobiliario de tipo habitacional, con enfoque en sustentabilidad y cumplimiento normativo. Su ejecución implica la división de una superficie predial en 14 lotes, cada uno destinado a la construcción de un inmueble que deberá cumplir con los criterios técnicos, ambientales y legales establecidos por las autoridades competentes.

Desde el punto de vista legal, el proyecto se clasifica como una obra de urbanización y edificación en zona costera, sujeta a evaluación de impacto ambiental conforme a lo dispuesto en el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Asimismo, se considera una actividad que puede generar modificaciones al entorno físico, por lo que requiere la presentación de un MIA en la modalidad particular, conforme a los criterios de la Guía Técnica para la Elaboración de Manifiestos de Impacto Ambiental emitida por SEMARNAT.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto contempla:

- Fraccionamiento del terreno en lotes con dimensiones variables.
- Construcción de viviendas sustentables, con sistemas de captación pluvial, eficiencia energética y manejo responsable de residuos.
- Instalación de infraestructura básica, incluyendo vialidades internas, acometidas de servicios, drenaje pluvial y conexión a redes existentes.

• Integración al entorno urbano y ecológico, respetando la vocación del suelo y las restricciones ambientales aplicables.

El proyecto no contempla actividades industriales, comerciales de alto impacto ni generación de residuos peligrosos. Su diseño responde a principios de ordenamiento territorial, desarrollo sustentable y compatibilidad ambiental, conforme a los instrumentos de planeación vigentes en el municipio de Progreso y el estado de Yucatán.

2.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto.

El proyecto *Xiimbal Flamenco* se localiza en la localidad de **Chelem**, municipio de **Progreso**, estado de **Yucatán**, México. Esta zona forma parte del corredor costero norponiente de la entidad, con vocación habitacional y turística, y características ambientales que requieren especial atención en el diseño y ejecución de obras.

Ubicación geográfica

- **Localidad:** Chelem
- **Municipio:** Progreso
- **Estado:** Yucatán
- La superficie total del terreno es de **5,221.982 m²**, equivalente a **0.522 ha**, y será fraccionada en **14 lotes habitacionales** con dimensiones variables. El diseño contempla una zonificación interna que distribuye el espacio de la siguiente manera:

- Cada lote contará con delimitación física y jurídica, y estará destinado a la construcción de un inmueble sustentable que cumpla con las disposiciones federales, estatales y municipales en materia ambiental, urbana y constructiva.

El predio cuenta con acceso mediante vialidades locales que conectan con la carretera costera Progreso–Chelem. La distancia aproximada al centro urbano de Progreso es de [por definir] km, y al puerto de Progreso de [por definir] km. La zona dispone de infraestructura básica como energía eléctrica, agua potable y red de telecomunicaciones, aunque algunos servicios requerirán ampliación o conexión conforme al avance del proyecto.

2.1.3 Inversión requerida.

La inversión estimada para la ejecución del proyecto Xiimbal Flamenco asciende a un monto aproximado de $14,000,000.00 MXN (catorce millones de pesos mexicanos). Este monto contempla las siguientes partidas generales:

- Urbanización del predio: vialidades internas, acometidas de servicios, drenaje pluvial y delimitación física.
- Infraestructura básica: instalación de redes de agua potable, energía eléctrica, telecomunicaciones y sistemas de manejo pluvial.
- Gestión legal y ambiental: elaboración del Manifiesto de Impacto Ambiental, estudios técnicos, permisos, licencias y cumplimiento normativo.
- Construcción de inmuebles sustentables: edificación de 14 unidades habitacionales con criterios de eficiencia energética, diseño bioclimático y manejo responsable de residuos.
- Administración y contingencias: gastos operativos, supervisión técnica, imprevistos y ajustes conforme al avance del proyecto.

Se tiene contemplada una partida destinada a mantenimiento y protección ambiental responde al compromiso del promovente con la sustentabilidad del proyecto, y será ejecutada conforme al programa de manejo ambiental, incluyendo acciones de conservación, monitoreo, revegetación, y control de impactos durante la operación del desarrollo.

2.1.4 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos.

El proyecto *Xiimbal Flamenco* contempla la ejecución de obras de urbanización y la provisión de servicios esenciales bajo un enfoque de **sustentabilidad, eficiencia energética y protección ambiental estricta**, en especial por la presencia de una **ría al sur del predio**, considerada un ecosistema sensible.

1. Urbanización del predio

La superficie total de **5,221.982 m²** será fraccionada en **14 lotes habitacionales**, con una zonificación interna que incluye vialidades, áreas de acceso y espacios de servicio. Las obras de urbanización incluyen:

- **Trazado y apertura de vialidades internas**, con una superficie total de **895.991 m²**, diseñadas para tránsito local, acceso a cada lote y conexión con vialidades existentes.

- **Delimitación física de lotes**, mediante mojoneras, cercado perimetral y señalización conforme a la normatividad municipal.
- **Nivelación y compactación del terreno**, respetando la topografía natural y evitando alteraciones al escurrimiento superficial.
- **Diseño de drenaje pluvial**, con rejillas, cunetas y pendientes que permitan el manejo adecuado del agua de lluvia, evitando encharcamientos y escurrimientos hacia la ría.

2. Servicios requeridos y criterios de sustentabilidad

Agua potable

Se contempla la conexión a la red municipal existente, complementada con sistemas de captación pluvial por vivienda. Cada lote contará con cisterna y sistema de almacenamiento para reducir la presión sobre la red pública.

Energía eléctrica

Cada vivienda deberá contar con un sistema fotovoltaico interconectado a la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), conforme a la NOM-001-SEDE-2012 y los lineamientos de generación distribuida. Este sistema permitirá reducir la huella de carbono del proyecto y fomentar el autoconsumo energético.

Drenaje sanitario y tratamiento de aguas residuales

Dado que el predio colinda al sur con una ría costera, se establece como criterio obligatorio la prohibición total de descargas de aguas residuales al cuerpo de agua. Para ello:

- Cada lote deberá instalar un sistema de tratamiento individual mediante biodigestor certificado, con capacidad suficiente para el número de ocupantes proyectado.
- Los sistemas deberán contar con trampa de grasas, cámara de sedimentación y pozo de absorción, con mantenimiento periódico documentado.
- Se establecerá una zona de amortiguamiento ecológico entre los lotes y la ría, sin construcciones ni instalaciones sanitarias, conforme a los criterios de la Ley General de Bienes Nacionales y la Ley de Aguas Nacionales.

Telecomunicaciones

Se prevé la instalación de infraestructura para servicios de internet, telefonía y televisión por cable, mediante proveedores autorizados en la zona.

Manejo de residuos sólidos

Se implementará un programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que incluirá separación en origen, almacenamiento temporal en contenedores cerrados y disposición conforme a los servicios municipales de recolección. Se promoverá el compostaje doméstico y la reducción de residuos no reciclables.

3. Compatibilidad con el entorno

Todas las obras de urbanización y servicios serán ejecutadas conforme a los principios de diseño ambientalmente responsable, evitando afectaciones a la ría y garantizando la compatibilidad con el entorno ecológico y urbano. Se dará cumplimiento estricto a la LGEEPA, la Ley de Medio Ambiente del Estado de Yucatán, y las NOMs aplicables en materia de aguas residuales, energía y construcción sustentable.

2.2 Características particulares del proyecto.

El proyecto inmobiliario Xiimbal Flamenco contempla tres etapas principales:

- Etapa de preparación del sitio

Incluye limpieza del terreno sin afectación a especies protegidas, trazado de vialidades internas, delimitación perimetral con materiales reciclables, y adecuación del subsuelo para cimentaciones superficiales.

- Etapa de construcción

Se desarrollarán unidades habitacionales unifamiliares de bajo impacto, con sistemas modulares y materiales locales (bloques de tierra compactada, madera certificada, piedra caliza). Se integrarán sistemas de captación pluvial, biodigestores, y techos verdes en áreas comunes.

- Etapa de operación

El conjunto residencial funcionará bajo un modelo de condominio ecológico, con gestión compartida de residuos, mantenimiento de áreas verdes, y protocolos de eficiencia energética. Se establecerá un comité vecinal para el monitoreo ambiental y cumplimiento normativo.

- **Obras asociadas**:
    - Vialidades internas permeables
    - Áreas verdes con vegetación nativa
    - Módulo de administración y vigilancia

- Estación de tratamiento de aguas residuales
- Centro comunitario con salón de usos múltiples

- **Servicios requeridos**:
- Energía eléctrica mediante red pública con respaldo solar
- Agua potable por conexión municipal y captación pluvial
- Drenaje sanitario con biodigestores y humedales artificiales
- Recolección de residuos sólidos con separación en origen.

Diseño sustentable y eficiencia energética

Se contempla la instalación de sistemas fotovoltaicos en áreas comunes (capacidad estimada: 10 kWp) y la opción de paneles individuales en cada vivienda. Los biodigestores aportarán energía térmica para calentamiento de agua.

Las viviendas estarán diseñadas con criterios bioclimáticos: orientación solar, ventilación cruzada, y aislamiento térmico. En caso de requerirse equipos de climatización, se seleccionarán modelos que cumplan con las NOM-011-ENER-2006, NOM-021-ENER/SCFI y NOM-023-ENER-2010.

El consumo promedio por vivienda se estima en 4,200 kWh/año, por debajo del LMCE para desarrollos residenciales. Se prioriza el uso de refrigerantes naturales (CO_2, amoníaco) en sistemas de refrigeración. Los calentadores de agua serán solares, con respaldo de gas LP en sistemas aislados y con control de temperatura ajustable.

Se aplicará una metodología comparativa de huella de carbono entre desarrollos convencionales y el modelo Xiimbal Flamenco, utilizando factores de emisión del INECC y herramientas como RETScreen. Se documentará la reducción proyectada de GEI en función del diseño, materiales y sistemas energéticos empleados.

2.2.1 Programa de trabajo.

Actividad	Duración	Meses	Observaciones
Delimitación del predio y señalización	2 semanas	1	Uso de materiales reciclables
Limpieza selectiva del terreno	3 semanas	1–2	Sin afectación a especies protegidas
Trazado de vialidades internas	4 semanas	2–3	Vialidades permeables
Instalación de cercado perimetral	2 semanas	3	Malla ecológica y postes de madera tratada

Etapa de construcción (Meses 4–18)

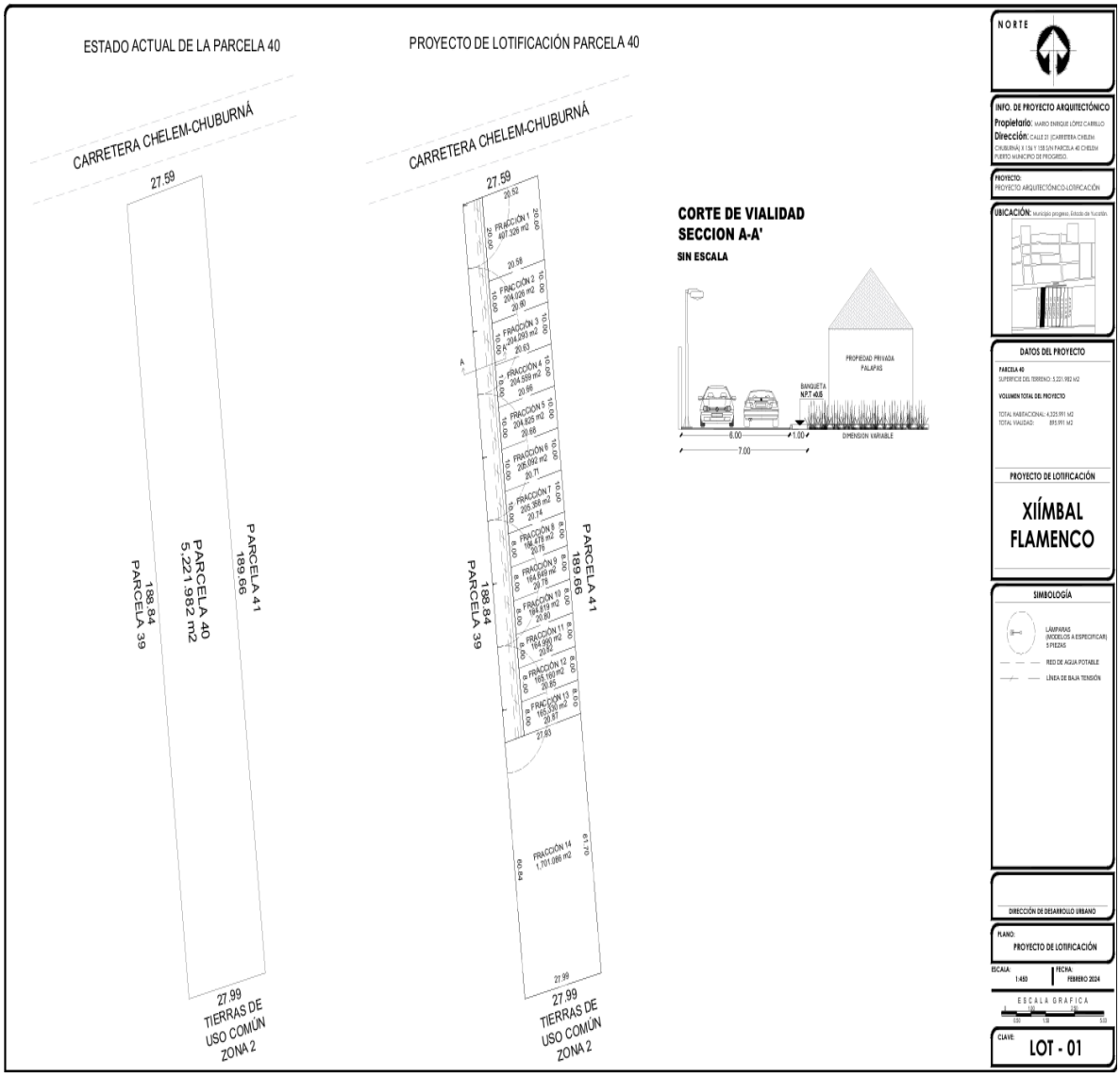
Actividad	Duración	Meses	Observaciones
Cimentación superficial y nivelación	6 semanas	4–5	Minimizar movimiento de tierras
Construcción de unidades habitacionales	9 meses	5–13	Materiales locales y diseño bioclimático
Instalación de sistemas de captación pluvial y biodigestores	2 meses	10–11	Cumplimiento de NOMs aplicables
Construcción de áreas comunes y centro comunitario	3 meses	12–14	Incluye salón de usos múltiples
Instalación de sistemas fotovoltaicos y calentadores solares	2 meses	14–15	En áreas comunes y viviendas
Reforestación con especies nativas	2 meses	16–17	Conforme al plan de restauración ecológica
Pruebas de funcionamiento y ajustes	1 mes	18	Validación de sistemas y protocolos

Etapa de operación y mantenimiento (Mes 19 en adelante – vida útil: 30 años)

Actividad	Frecuencia	Observaciones
Mantenimiento de sistemas de captación y tratamiento de agua	Trimestral	Limpieza de filtros, revisión de biodigestores
Monitoreo de consumo energético y eficiencia	Semestral	Reportes comparativos con LMCE
Evaluación de emisiones y huella de carbono	Anual	Aplicación de metodología INECC
Revisión de flora y fauna en áreas verdes	Semestral	Indicadores de biodiversidad

Actividad	Frecuencia	Observaciones
Capacitación ambiental a residentes	Anual	Talleres sobre separación de residuos, eficiencia energética
Auditoría ambiental interna	Cada 2 años	Verificación del cumplimiento de medidas de la MIA-P
Actualización del programa de manejo ambiental	Cada 5 años	Ajustes conforme a resultados de monitoreo

2.2.2 Representación gráfica local.



2.2.3 Etapa de preparación del sitio y construcción.

La etapa de preparación del sitio contempla un conjunto de obras y actividades fundamentales para garantizar el desarrollo ordenado, seguro y ambientalmente responsable del proyecto Xiimbal Flamenco. Estas acciones se ejecutarán conforme a la normatividad vigente, priorizando la conservación de los elementos naturales del entorno y la prevención de impactos negativos.

Delimitación del predio
Se realizará mediante señalización física con estacas de madera tratada y cinta biodegradable, respetando los límites establecidos en el plano catastral y evitando la afectación de vegetación nativa. Se incluirá orientación geográfica y puntos de referencia visibles.

Limpieza selectiva del terreno

Se llevará a cabo la remoción de residuos sólidos no peligrosos y vegetación secundaria no protegida, sin uso de maquinaria pesada. Se respetarán las especies nativas de valor ecológico conforme al listado de flora local y al artículo 28 de la LGEEPA.

Trazado de vialidades internas

Se marcarán los corredores de circulación peatonal y vehicular mediante calado superficial, sin compactación profunda. Las vialidades serán permeables, utilizando grava, piedra bola y geotextiles, conforme a criterios de infiltración establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Obras de nivelación y adecuación superficial
Se realizarán ajustes topográficos menores para facilitar el escurrimiento pluvial y la cimentación superficial de las viviendas, sin modificación de cauces naturales ni afectación de pendientes críticas.

Obras provisionales

- Caseta de obra y almacenamiento

Se instalará una estructura temporal de madera y lámina reciclada para resguardo de herramientas, materiales y documentación técnica. Esta caseta será desmontada al concluir la etapa constructiva.

- Sanitarios ecológicos para personal

Se colocarán baños secos portátiles con sistema de compostaje, conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002, evitando descargas al suelo o cuerpos de agua.

- Área de acopio temporal de materiales

Se delimitará una zona con base permeable para el almacenamiento de materiales de construcción, protegida con malla sombra y señalización visible. Se evitará el uso de concreto o impermeabilizantes en esta etapa.

Obras asociadas

- **Sistema de captación pluvial preliminar**
  Se instalarán canaletas y depósitos provisionales para recolectar agua de lluvia durante la obra, reduciendo el uso de agua potable y evitando escurrimientos contaminantes.
- **Barreras vivas y cortavientos**
  Se sembrarán especies nativas de rápido crecimiento en los perímetros expuestos para reducir el polvo y proteger la fauna local durante las actividades de obra.
- **Senderos de acceso controlado**
  Se habilitarán accesos temporales para maquinaria ligera y personal, con señalización ambiental y control de tránsito conforme a la NOM-086-SEMARNAT-SCFI-2010.

Servicios requeridos

- **Energía eléctrica provisional**
  Se utilizará una conexión temporal a la red pública con medidor independiente, exclusivamente para iluminación y herramientas menores. Se evitará el uso de generadores de combustión interna.
- **Abastecimiento de agua**
  El agua para obra será suministrada mediante pipas autorizadas, con registro de consumo y destino. No se realizarán extracciones directas del subsuelo en esta etapa.
- **Gestión de residuos**
  Se implementará un sistema de separación en origen, con recolección semanal por empresa autorizada. Los residuos peligrosos serán canalizados conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005.

2.2.4 Etapa de operación y mantenimiento.

La etapa de operación del proyecto Xiimbal Flamenco inicia una vez concluidas las obras de construcción y validación técnica, y se extiende durante toda la vida útil del desarrollo, estimada en 30 años. Esta fase contempla la ocupación de las unidades habitacionales, el uso de áreas comunes, y la implementación continua de medidas ambientales, conforme a lo establecido en la MIA-P y en cumplimiento con la legislación ambiental vigente.

Actividades principales de operación

- Gestión de servicios básicos

Se operarán los sistemas de energía eléctrica (con respaldo solar), abastecimiento de agua (por red municipal y captación pluvial), y tratamiento de aguas residuales (mediante biodigestores y humedales artificiales). Se mantendrá un registro mensual de consumo y eficiencia.

- Manejo de residuos sólidos urbanos

Se implementará un sistema de separación en origen, con recolección diferenciada y compostaje comunitario. Se promoverá la reducción de residuos mediante campañas internas y talleres vecinales.

- Mantenimiento de infraestructura

Se establecerán rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo para vialidades, sistemas hidráulicos, instalaciones eléctricas, y áreas comunes. Se priorizará el uso de materiales reciclables y técnicas de bajo impacto.

- Monitoreo ambiental

Se aplicará un programa de seguimiento de indicadores ambientales, incluyendo calidad del agua, eficiencia energética, biodiversidad en áreas verdes, y generación de residuos. Los resultados serán reportados semestralmente y servirán para ajustar el programa de manejo ambiental.

- Educación y participación comunitaria

Se realizarán actividades de capacitación ambiental para residentes, incluyendo talleres sobre eficiencia energética, manejo de residuos, y conservación de flora y fauna local. Se promoverá la conformación de un comité ambiental vecinal.

Medidas de mantenimiento ambiental

- Sistemas de captación y tratamiento de agua

Revisión trimestral de filtros, canaletas, biodigestores y humedales. Limpieza preventiva y ajuste de componentes conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997.

- Instalaciones solares y térmicas

Mantenimiento semestral de paneles solares, calentadores solares y sistemas de respaldo. Verificación de rendimiento conforme a la NOM-ENER aplicable.

- Áreas verdes y reforestación

Poda, riego y reposición de especies nativas conforme al plan de restauración ecológica. Monitoreo de cobertura vegetal y presencia de fauna.

- Auditoría ambiental interna

Evaluación bienal del cumplimiento de las medidas establecidas en la MIA-P, con reporte técnico y recomendaciones de mejora. Se incluirá revisión documental, inspección física y entrevistas comunitarias.

- Actualización del programa de manejo ambiental

Cada cinco años se revisará y ajustará el programa de manejo ambiental, incorporando nuevas tecnologías, normativas y resultados del monitoreo.

2.2.5 Etapa de abandono del sitio.

Dado que el proyecto Xiimbal Flamenco contempla una vida útil superior a 50 años, el abandono del sitio no se considera una etapa inmediata ni programada, sino una eventualidad sujeta a condiciones extraordinarias como desocupación total, cambio de uso del suelo, afectación legal o decisión estratégica de desmantelamiento. En ese contexto, se establece un protocolo tentativo de abandono orientado a la restitución ambiental, la disposición adecuada de materiales y equipos, y la rehabilitación integral del área intervenida.

Procedimientos generales

- Notificación oficial

Se emitirá un aviso formal a SEMARNAT, PROFEPA y autoridades municipales, indicando la intención de desactivación, el cronograma propuesto y los responsables técnicos del proceso.

- Evaluación ambiental del estado final

Se realizará un diagnóstico integral del sitio, incluyendo infraestructura, vegetación, calidad del suelo y agua, presencia de residuos, y condiciones de las obras asociadas. Este diagnóstico será base para el plan de rehabilitación.

Manejo y destino de materiales y equipos

- Infraestructura fija y desmontable

Las estructuras que puedan ser desmontadas (paneles solares, biodigestores, luminarias, señalética) serán retiradas y canalizadas para reciclaje o reutilización. Las viviendas, al ser permanentes, quedarán sujetas a conservación, reconversión o demolición controlada conforme a la legislación vigente.

- Equipos técnicos

Se entregarán a empresas autorizadas para su reacondicionamiento o disposición final conforme a la NOM-161-SEMARNAT-2011.

- Residuos y escombros

Se realizará una limpieza integral del sitio, con separación de residuos y canalización a centros de acopio autorizados. No se permitirá el abandono de materiales ni la formación de bancos de escombros.

Programa de rehabilitación y restitución ambiental

- Restitución de cobertura vegetal

Se aplicará un plan de revegetación con especies nativas, priorizando aquellas removidas durante la etapa constructiva. Se establecerán metas de cobertura y monitoreo post-abandono durante al menos 24 meses.

- Restauración del suelo

Se realizarán trabajos de descompactación, nivelación y enriquecimiento orgánico del suelo, especialmente en zonas de tránsito vehicular o almacenamiento de materiales.

- Desmantelamiento de vialidades

Las calles blancas serán descompactadas y reintegradas al paisaje mediante revegetación y control de erosión. Se eliminarán bordes artificiales y se restaurará el perfil natural del terreno.

- Compensación ambiental

En caso de afectación residual no reversible, se propondrán medidas de compensación como restauración de áreas externas equivalentes, donación de árboles, o financiamiento de proyectos de conservación local.

- Monitoreo post-abandono

Se establecerá un programa de seguimiento ambiental durante dos años posteriores al abandono, con indicadores de recuperación ecológica, calidad del suelo y presencia de fauna.

2.2.6 Utilización de explosivos.

El proyecto inmobiliario *Xiimbal Flamenco* **no contempla el uso de explosivos** en ninguna de sus etapas —preparación del sitio, construcción, operación ni abandono—. Todas las actividades de adecuación del terreno, excavación, cimentación y trazado de vialidades se realizarán mediante métodos mecánicos convencionales de bajo impacto, sin necesidad de fragmentación por medios explosivos.

Esta decisión responde a criterios de seguridad, normatividad ambiental y compatibilidad con el entorno urbano y ecológico. En consecuencia:

- No se generarán emisiones ni residuos asociados al uso de explosivos.
- No se requerirá autorización específica ante la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) ni protocolos de manejo de materiales explosivos conforme a la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.
- No se aplicarán medidas de mitigación relacionadas con vibraciones, ondas expansivas o afectación a fauna por detonaciones.

Por lo tanto, esta sección se declara **no aplicable** al proyecto *Xiimbal Flamenco*.

2.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.

El proyecto Xiimbal Flamenco, ubicado en la localidad costera de Chelem, municipio de Progreso, Yucatán, contempla la generación de residuos sólidos y líquidos en todas sus etapas, así como emisiones mínimas a la atmósfera. El manejo se realizará mediante sistemas internos de control, complementados con la infraestructura municipal disponible, evaluando su suficiencia para atender la demanda presente y futura.

Identificación y estimación de residuos por etapa

Etapa: Preparación del sitio

Tipo de residuo: Vegetación secundaria, residuos inorgánicos no peligrosos

Estimación: ~2.5 toneladas

Manejo propuesto: Separación en origen, compostaje, retiro por empresa autorizada

Etapa: Construcción

Tipo de residuo: Escombros, empaques, restos de materiales

Estimación: ~12 toneladas

Manejo propuesto: Acopio temporal, reutilización, retiro periódico

Etapa: Operación

Tipo de residuo: Residuos domésticos orgánicos e inorgánicos

Estimación: ~0.8 kg/vivienda/día

Manejo propuesto: Separación, compostaje, recolección municipal

Etapa: Mantenimiento

Tipo de residuo: Lodos de biodigestores, residuos de poda

Estimación: ~1.2 toneladas/año

Manejo propuesto: Compostaje, disposición controlada

Etapa: Abandono (eventual)

Tipo de residuo: Escombros, materiales desmontables

Estimación: Variable

Manejo propuesto: Retiro por empresa autorizada, reciclaje

Residuos líquidos

Residuos líquidos

- Aguas grises y negras serán tratadas mediante biodigestores certificados y humedales artificiales, sin descargas al subsuelo ni cuerpos de agua.
- Lodos residuales serán retirados semestralmente y compostados o canalizados a disposición controlada.

Emisiones a la atmósfera

- No se contemplan procesos industriales ni combustión continua.
- Las emisiones serán mínimas, limitadas a:

- Polvo durante la construcción (controlado con riego y barreras vivas)
- Uso ocasional de gas LP en calentadores (sistemas cerrados con válvulas de seguridad)

- No se generarán emisiones significativas de gases de efecto invernadero ni contaminantes criterio.

Infraestructura disponible en Chelem, municipio de Progreso

- Relleno sanitario municipal de Progreso: ubicado en la cabecera municipal, con capacidad para atender residuos sólidos urbanos de Chelem. Se requiere validación de cobertura para desarrollos nuevos.
- Planta de tratamiento de aguas residuales: no existe en Chelem; el proyecto operará con sistemas autónomos certificados.
- Servicio de recolección de residuos sólidos: operado por el Ayuntamiento de Progreso, con frecuencia semanal en Chelem. Se complementará con acopio interno y separación en origen.
- No existen centros de reciclaje ni confinamiento especializado en Chelem; se establecerán convenios con empresas regionales en Mérida o Progreso.
- **Evaluación de suficiencia**
- La infraestructura municipal actual no es suficiente para cubrir la totalidad de la demanda del proyecto y otros desarrollos turísticos en la zona costera. Por ello, *Xiimbal Flamenco* implementará un sistema interno de manejo de residuos, tratamiento de aguas y control de emisiones, conforme a la Ley para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Yucatán y la LGEEPA.

2.2.8 Generación de gases de efecto invernadero.

El proyecto Xiimbal Flamenco, ubicado en Chelem, municipio de Progreso, Yucatán, contempla la generación mínima de gases de efecto invernadero (GEI), congruente con su escala, diseño ecológico y número de lotes. Se identifican los principales gases generados en cada etapa, sus fuentes, estimaciones y medidas de mitigación.

Generación de GEI por etapa

Etapa: Preparación del sitio

Gases generados: CO_2 (maquinaria ligera), CH_4 (mínimo, por descomposición vegetal)

Fuentes: transporte de materiales, limpieza del terreno

Estimación: ~0.5 toneladas de CO_2 equivalente (tCO_2e)

Medidas de mitigación: maquinaria eficiente, compostaje, barreras vivas

Etapa: Construcción

Gases generados: CO_2 (transporte, mezcla de materiales), CH_4 y N_2O (mínimos)

Fuentes: traslado de materiales, uso de cemento, energía para herramientas

Estimación: ~2.5 tCO_2e por vivienda (~25 tCO_2e total)

Medidas de mitigación: materiales locales, reducción de concreto, logística optimizada

Etapa: Operación

Gases generados: CO_2 (uso ocasional de gas LP), CH_4 (residuos orgánicos), N_2O (compostaje)

Fuentes: consumo energético, manejo de residuos, mantenimiento

Estimación: ~0.3 tCO_2e por vivienda/año (~3 tCO_2e/año total)

Medidas de mitigación: paneles solares, biodigestores, compostaje, eficiencia energética

Etapa: Mantenimiento

Gases generados: CO_2 (transporte), CH_4 (residuos verdes)

Fuentes: poda, limpieza, revisión de sistemas

Estimación: ~1 tCO_2e/año

Medidas de mitigación: mantenimiento programado, herramientas manuales, control biológico.

Etapa: Abandono (eventual)

Gases generados: CO_2 (retiro de materiales), CH_4 (residuos orgánicos), N_2O (restauración vegetal)

Fuentes: desmontaje, transporte, revegetación

Estimación: ~10 tCO_2e (única vez)

Medidas de mitigación: reciclaje, revegetación, compensación ambiental.

Gases identificados y características

Gas: Dióxido de carbono (CO_2)

Fuente principal: transporte, energía, cemento

Potencial de calentamiento global (PCG): 1

Presencia en el proyecto: moderada

Gas: Metano (CH_4)

Fuente principal: residuos orgánicos, biodigestores

Potencial de calentamiento global (PCG): 25

Presencia en el proyecto: baja

Gas: Óxido nitroso (N_2O)

Fuente principal: compostaje, fertilización

Potencial de calentamiento global (PCG): 298

Presencia en el proyecto: muy baja

Conclusión

El proyecto Xiimbal Flamenco presenta una huella de carbono reducida, congruente con su escala y enfoque ecológico. Se implementarán medidas de mitigación, compensación y monitoreo conforme a la Guía Metodológica de Estimación de GEI en Vivienda de CONAVI y la Ley General de Cambio Climático (LGCC).

3. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo.

Introducción.

La presente sección tiene como objetivo establecer la congruencia normativa entre el proyecto Xiímbal Flamenco, ubicado en Chelem, Progreso, Yucatán, y el marco jurídico aplicable en materia ambiental, territorial y administrativa. Para ello, se identifican y analizan las disposiciones legales, reglamentarias y normativas que regulan el desarrollo de proyectos inmobiliarios en zonas costeras, con énfasis en la protección ambiental, el uso racional del suelo, la gestión de recursos naturales y el cumplimiento de los principios de prevención, precaución y sustentabilidad.

El análisis se realiza mediante la extracción directa de artículos relevantes de leyes federales, estatales y reglamentos específicos, los cuales son vinculados con las características técnicas, operativas y ambientales del proyecto. Cada disposición legal es interpretada en función de su objeto normativo y contrastada con las acciones previstas por el promovente, a fin de demostrar la congruencia entre el marco jurídico y la ejecución del proyecto.

Este ejercicio no se limita a una mención formal de leyes, sino que constituye una verificación sustantiva de cumplimiento, orientada a garantizar que el proyecto Xiímbal Flamenco se desarrolla dentro de los límites legales, éticos y técnicos establecidos por las autoridades competentes, en especial la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo 4o.- La mujer y el hombre son iguales ante la ley. Ésta protegerá la organización y el desarrollo de las familias. El Estado garantizará el goce y ejercicio del derecho a la igualdad sustantiva de las mujeres.

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

El proyecto y su correspondiente MIA se alinean con este principio al establecer medidas concretas de prevención, mitigación y control de impactos ambientales, garantizando que el desarrollo propuesto no comprometa el equilibrio ecológico ni el bienestar de la

población. La elaboración del manifiesto constituye un instrumento operativo para hacer efectivo este derecho, al permitir la evaluación previa de los efectos ambientales y la implementación de acciones correctivas.

Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

La Manifestación de Impacto Ambiental es una herramienta que permite al Estado ejercer su rectoría sobre el uso del territorio y los recursos naturales. El proyecto Xiímbal Flamenco, al ubicarse en una zona urbana con infraestructura básica y al proponer un desarrollo de baja densidad, se inscribe dentro de un modelo de crecimiento ordenado y compatible con los principios de sustentabilidad. La evaluación de alternativas y el pronóstico ambiental fortalecen esta congruencia.

Artículo 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o substancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten las entidades federativas.

El presente manifiesto responde a este mandato al establecer las condiciones bajo las cuales puede desarrollarse el proyecto, en función del interés ambiental y social. Las

medidas de conservación de vegetación, control de escurrimientos pluviales, tratamiento de aguas residuales y monitoreo ambiental constituyen modalidades impuestas al uso del suelo en favor del interés colectivo, conforme a lo dispuesto en este artículo.

Conclusión

Los artículos 4°, 25° y 27° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos fundamentan y legitiman la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto Xiímbal Flamenco, al establecer el derecho a un medio ambiente sano, la rectoría del desarrollo sustentable y la regulación del uso del suelo en función del interés público. En este sentido, el proyecto es congruente con el marco constitucional vigente y su evaluación ambiental se inscribe dentro de los principios de legalidad, prevención y sustentabilidad.

Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Artículo 28 — Evaluación previa de proyectos con impacto ambiental

Síntesis: Establece la obligación de someter a evaluación ambiental los proyectos que puedan causar desequilibrios ecológicos y determina la necesidad de evaluación previa a la autorización o inicio de obras.

Ámbito aplicable: Procedimiento preliminar y determinación de modalidad (MIA).

Congruencia: El promovente presentó la MIA modalidad 40 antes del inicio de obras. La documentación técnica incluye descripción detallada del proyecto, caracterización del sitio y análisis de impactos, cumpliendo la obligación de evaluación previa establecida por el artículo.

Artículo 29 — Modalidades de la evaluación de impacto ambiental

Síntesis: Define las modalidades y criterios para distinguir los tipos de manifestaciones (MIA y demás) y su contenido técnico mínimo.

Ámbito aplicable: Selección de modalidad MIA 40 y alcance documental.

Congruencia: La elección de la modalidad 40 se justifica por la ubicación, escala y potencialidad de afectación del área. El contenido del expediente cubre los elementos mínimos que este artículo exige: diagnóstico ambiental, matriz de impactos, medidas y programas de vigilancia.

Artículo 30 — Contenido esencial de la MIA

Síntesis: Señala los elementos que deben integrar la manifestación: descripción del proyecto, diagnóstico del sistema ambiental, identificación y valoración de impactos, medidas de mitigación y pronóstico.

Ámbito aplicable: Estructura del documento técnico.

Congruencia: Los capítulos IV–VII del manifiesto concatenan los elementos solicitados por el artículo 30; la metodología de identificación y valoración empleada es explícita y reproducible, permitiendo la evaluación técnica por parte de la autoridad.

Artículo 32 — Principio de prevención y oportunidad de la evaluación

Síntesis: Refiere que la evaluación debe realizarse con carácter preventivo, antes de realizar actividades que puedan causar daño ambiental.

Ámbito aplicable: Momento de presentación y carácter preventivo del instrumento.

Congruencia: La MIA se presenta previo a la ejecución del proyecto y establece medidas que deben implementarse en fases tempranas (preparación del sitio), atendiendo el principio preventivo.

Artículo 35 Bis — Vinculación con instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial

Síntesis: Dispone que la evaluación ambiental considere instrumentos de ordenamiento ecológico y otras políticas territoriales.

Ámbito aplicable: Compatibilidad con planes y programas territoriales locales/estatales.

Congruencia: Se verificó la compatibilidad con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local y con normativas municipales; la alternativa seleccionada respeta usos del suelo vigentes y no contraviene zonificaciones ni restricciones ambientales aplicables.

Artículo 78 — Prevención y control de la contaminación de recursos naturales

Síntesis: Obliga a prevenir y controlar la contaminación del agua, aire y suelo derivada de actividades humanas.

Ámbito aplicable: Diseño de sistemas de gestión ambiental (aguas, escurrimientos, residuos).

Congruencia: El proyecto incorpora medidas de control de escurrimientos pluviales, sistemas de tratamiento de aguas residuales a escala, y prácticas de manejo del suelo que disminuyen la erosión, alineándose con la obligación de prevención.

Artículo 79 — Manejo y control de residuos y emisiones

Síntesis: Regula el manejo adecuado de residuos y emisiones para evitar afectaciones al equilibrio ecológico.

Ámbito aplicable: Manejo de residuos de obra, residuos sólidos urbanos en operación y manejo de emisiones puntuales.

Congruencia: La MIA incluye un programa de gestión de residuos de construcción y operación con responsables, frecuencia de recolección y destino final; se ha verificado ausencia de fuentes significativas de emisiones industriales.

Artículo 98 — Participación social en la evaluación ambiental

Síntesis: Reconoce la participación de la sociedad en los procedimientos de evaluación y la posibilidad de expresar observaciones.

Ámbito aplicable: Mecanismos de comunicación y atención de observaciones.

Congruencia: Aunque la modalidad 40 no siempre exige consulta pública extensa, el expediente documenta canales de comunicación, compromiso de atención a observaciones locales y disponibilidad de información técnica para autoridades y actores interesados.

Artículo 110 — Facultades de inspección y vigilancia de la autoridad

Síntesis: Establece facultades para inspeccionar, vigilar y verificar el cumplimiento de las autorizaciones y condiciones impuestas.

Ámbito aplicable: Seguimiento del cumplimiento de condicionantes ambientales.

Congruencia: El programa de vigilancia ambiental del proyecto define indicadores, periodicidad, responsables y formatos de reporte que facilitan la fiscalización por parte de SEMARNAT y demás autoridades competentes.

Artículo 117 — Medidas preventivas y correctivas por parte de la autoridad

Síntesis: Permite a la autoridad imponer medidas preventivas y correctivas en situaciones de riesgo o incumplimiento.

Ámbito aplicable: Procedimientos en caso de contingencias o desviaciones.

Congruencia: El expediente incluye un plan de contingencia y acciones correctivas específicas (restauración, suspensión parcial de actividades, medidas de contención) que permiten responder a la aplicación de medidas por la autoridad si fuera necesario.

Artículo 121 — Procedimientos administrativos vinculados al incumplimiento

Síntesis: Regula los procedimientos administrativos para sancionar o corregir incumplimientos a la normativa ambiental.

Ámbito aplicable: Régimen sancionador y obligación de acatar disposiciones.

Congruencia: El promovente reconoce el marco sancionador y establece compromisos internos de cumplimiento normativo y de remediación que facilitan la ejecución de procedimientos en caso de incumplimiento.

Artículo 134 — Responsabilidad por daño ambiental

Síntesis: Determina la responsabilidad del sujeto que cause daño ambiental y la obligación de adoptar medidas de reparación.

Ámbito aplicable: Responsabilidad civil/administrativa por afectaciones ambientales.

Congruencia: El manifiesto contempla cláusulas de responsabilidad del promovente y procedimientos técnicos para la reparación/restauración en caso de daño, incluyendo criterios de alcance y responsables técnicos.

Artículo 136 — Restauración y reparación del daño ambiental

Síntesis: Establece la obligación de restaurar los ecosistemas afectados y reparar los daños causados.

Ámbito aplicable: Planes de restauración, medidas compensatorias y garantías financieras.

Congruencia: Se incluyen medidas de restauración ecológica para franjas vegetales y áreas afectadas durante obra, además de procedimientos de seguimiento que garantizan la efectividad de dichas acciones.

Artículo 151 — Tipificación de conductas constitutivas de delito ambiental

Síntesis: Define conductas que pueden calificarse como delitos ambientales graves.

Ámbito aplicable: Prevención de conductas que pudieran integrarse como delito; diseño seguro y conforme del proyecto.

Congruencia: El proyecto evita actividades de alto riesgo asociadas a delitos ambientales; las prácticas de obra y operación propuestas reducen la posibilidad de incurrir en conductas tipificadas.

Artículo 152 Bis — Consecuencias y sanciones por infracciones ambientales

Síntesis: Señala sanciones administrativas y penales aplicables a infracciones ambientales y la imposición de medidas reparatorias.

Ámbito aplicable: Régimen de sanciones y obligaciones de cumplimiento.

Congruencia: El promovente manifiesta conocimiento del régimen sancionador y documenta medidas administrativas internas para asegurar cumplimiento, así como la disposición a aplicar medidas correctivas si se requiere.

Artículo 155 — Ejecución de sanciones y medidas por autoridad competente

Síntesis: Regula la manera en que la autoridad ejecuta sanciones, medidas precautorias y coactivas.

Ámbito aplicable: Procedimientos de ejecución de sanciones y cumplimiento forzoso.

Congruencia: La MIA incorpora mecanismos de trazabilidad documental y reporting que facilitan la ejecución de medidas por parte de la autoridad, reduciendo riesgos de incumplimiento por falta de información o trazabilidad.

Conclusión.

El análisis detallado demuestra que la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad 40 del proyecto Xiímbal Flamenco es coherente y congruente con las obligaciones, principios y procedimientos contenidos en los artículos seleccionados de la LGEEPA. Las actuaciones previstas en los capítulos técnicos (diagnóstico, matriz de impactos, medidas de mitigación, pronóstico, vigilancia y planes de contingencia) atienden las exigencias de prevención, evaluación previa, manejo de residuos, responsabilidad y reparación que la ley impone.

3.2 Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente — Artículos 5, 10 y 47

A continuación, se presenta la síntesis de los artículos seleccionados del Reglamento de la LGEEPA, el ámbito de aplicación relevante para la MIA 40 y el análisis de congruencia con las actuaciones y compromisos técnicos del proyecto Xiímbal Flamenco. El texto está redactado en formato institucional y listo para incorporarse al Capítulo 3 del manifiesto.

Artículo 5 — Principios de la evaluación ambiental y criterios técnicos aplicables

Síntesis: Establece los principios que deben orientar la evaluación ambiental (precaución, prevención, integridad, proporcionalidad y evaluación técnica) y determina criterios metodológicos generales para la valoración de impactos.

Ámbito aplicable: Metodología de identificación, valoración y jerarquización de impactos; criterios de proporcionalidad en medidas de mitigación.

Congruencia: La MIA incorpora una metodología explícita de identificación y valoración de impactos que aplica criterios de probabilidad, magnitud, extensión y reversibilidad, en consonancia con los principios reglamentarios. Las medidas propuestas son proporcionales a la escala y naturaleza del proyecto (baja densidad, sin procesos industriales) y están diseñadas para prevenir y minimizar efectos sobre suelo,

vegetación y servicios urbanos. Se recomienda que en el anexo metodológico se incluya la matriz de ponderación y los umbrales técnicos empleados para facilitar la revisión técnica por la autoridad.

Artículo 10 — Requisitos formales y técnicos de las manifestaciones de impacto ambiental

Síntesis: Señala los requisitos documentales y técnicos mínimos que debe contener la MIA, el formato y la presentación de la información, así como la obligación de aportar evidencia cartográfica, datos geoespaciales y metodologías empleadas.

Ámbito aplicable: Contenido documental del expediente; soportes técnicos (cartografía, coordenadas, fotografías, estudios complementarios).

Congruencia: El expediente del proyecto incluye descripción detallada, cartografía georreferenciada de las 14 fracciones, coordenadas, fotografías de campo y la documentación técnica requerida por la modalidad MIA 40. La presentación cumple con los criterios formales del artículo en cuanto a estructura y anexos. Para robustecer la congruencia se recomienda incorporar un índice de verificación documental y un certificado de concordancia geoespacial (planos en formato exigido por la autoridad) que facilite la validación administrativa.

Artículo 47 — Programas de seguimiento, vigilancia y cumplimiento de condicionantes

Síntesis: Establece la obligación de integrar programas operativos de seguimiento y vigilancia ambiental, indicadores de cumplimiento, responsables técnicos, periodicidad de monitoreos y mecanismos de reporte a la autoridad.

Ámbito aplicable: Diseño e implementación del programa de vigilancia ambiental y del sistema de reporte a SEMARNAT y autoridades competentes.

Congruencia: El Capítulo VI del manifiesto contempla un programa de vigilancia que define indicadores ambientales (calidad del agua, estabilidad del suelo, cobertura vegetal), responsables institucionales, frecuencias de muestreo y formatos de registro. Esto cumple con la obligación de establecer mecanismos de control y trazabilidad. Para asegurar plena congruencia con el artículo, se propone incluir en el programa: tablas de indicadores con valores umbral; responsables por entidad (promovente, contratista, laboratorio); formatos de reporte estandarizados; y un cronograma de entregas de informes a la autoridad.

Conclusión.

Los artículos 5, 10 y 47 del Reglamento de la LGEEPA proporcionan directrices metodológicas, formales y operativas que están debidamente atendidas por la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad 40 del proyecto Xiímbal Flamenco. La

estructura del expediente, la metodología de valoración de impactos y el diseño del programa de vigilancia se ajustan a los principios y requisitos reglamentarios.

3.3 Vinculación con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

A continuación, se presenta, para incorporación directa al Capítulo 3 del MIA, la síntesis y el análisis de congruencia entre el proyecto Xiímbal Flamenco (MIA modalidad 40) y los artículos 26, 27, 93, 95, 111 y 113 de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán. Cada artículo contiene una breve síntesis del alcance normativo y un análisis puntual que vincula el mandato legal con acciones concretas del expediente técnico.

Artículo 26 — Principios generales y competencias estatales en materia ambiental

Síntesis: Establece los principios que rigen la protección ambiental a nivel estatal y delimita las competencias y responsabilidades de las autoridades estatales y municipales para conservar y regular el uso del entorno.

Congruencia: El proyecto reconoce y respeta la jerarquía normativa estatal y las competencias municipales; las medidas propuestas (conservación de franjas vegetales, control de escurrimientos, tratamiento de aguas) se diseñan para dar cumplimiento a los principios estatales de prevención, protección y uso sustentable de los recursos, facilitando la coordinación con instancias locales en materia de verificación y gestión ambiental.

Artículo 27 — Planeación ambiental estatal y ordenamiento territorial

Síntesis: Vincula la política ambiental estatal con instrumentos de planeación y ordenamiento territorial que orientan usos del suelo, asentamientos y protección de áreas sensibles.

Congruencia: Se verificó la compatibilidad del proyecto con el ordenamiento territorial local y con los instrumentos de planeación municipal; la alternativa propuesta mantiene la densidad y usos compatibles con zonificación vigente, reduciendo riesgos de conflicto con directrices estatales sobre ocupación del litoral y protección de ecosistemas costeros.

Artículo 93 — Autorizaciones y requisitos para actividades que afecten el ambiente

Síntesis: Señala la obligación de tramitar autorizaciones, permisos o registros para actividades que puedan afectar componentes ambientales, y los requisitos técnicos asociados.

Congruencia: La presentación de la MIA modalidad 40 se realiza en atención a esta exigencia de autorización previa; el expediente contiene la documentación técnica

necesaria (diagnóstico ambiental, cartografía, medidas de mitigación y programa de vigilancia), permitiendo que la autoridad estatal y municipal evalúen y condicionen la autorización conforme a sus competencias.

Artículo 95 — Control de descargas y manejo de aguas residuales

Síntesis: Regula las descargas al suelo y cuerpos de agua, estableciendo requisitos para evitar contaminación y proteger recursos hídricos locales.

Congruencia: El proyecto incorpora sistemas de manejo de aguas pluviales y diseño de tratamiento doméstico para aguas residuales que evitan descargas directas sin tratamiento, reduciendo riesgos de salinización y contaminación de cuerpos de agua someros; estas medidas se alinean con los controles que el artículo exige y facilitan la emisión de condicionantes municipales o estatales.

Artículo 111 — Programas de vigilancia, monitoreo y reporte ante autoridades estatales

Síntesis: Obliga a integrar programas de seguimiento ambiental con indicadores, responsables y mecanismos de reporte a la autoridad estatal.

Congruencia: El capítulo de medidas y el programa de vigilancia del expediente definen indicadores (calidad de agua, estabilidad del suelo, cobertura vegetal), responsables técnicos y periodicidad de monitoreo; con ello se cumple la obligación de trazabilidad operativa y se facilita la supervisión por parte de las autoridades estatales conforme al artículo.

Artículo 113 — Sanciones y medidas administrativas por incumplimiento ambiental en el ámbito estatal

Síntesis: Establece el régimen sancionador estatal para infracciones ambientales y las medidas administrativas que pueden imponerse.

Congruencia: El promovente declara su conocimiento del régimen sancionador estatal y adopta compromisos de cumplimiento y medidas correctivas y de restauración que mitiguen riesgos de sanción; la inclusión de planes de contingencia, garantías técnicas y procedimientos de reparación fortalece la capacidad del expediente para responder a eventuales requerimientos administrativos.

Conclusión.

El análisis muestra que la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad 40 del proyecto Xiímbal Flamenco es congruente con los objetivos, requisitos y obligaciones de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en los artículos revisados. Las acciones propuestas en los capítulos técnicos (diagnóstico, medidas de mitigación, manejo de aguas, programas de vigilancia y planes de contingencia) atienden las exigencias estatales de prevención, autorización, control y supervisión.

3.4 Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos — Artículos 10, 18, 19, 20, 26, 68, 95, 99 y 100

Artículo 10 — Principios y enfoque de la gestión integral de residuos

Síntesis: Define los principios que orientan la gestión integral de residuos (jerarquía: prevención, reutilización, reciclaje, recuperación, disposición final) y la responsabilidad compartida entre autoridades, generadores y gestores.

Ámbito aplicable: Diseño de prácticas y programas de manejo de residuos durante obra y operación.

Congruencia: El proyecto incorpora un programa de manejo de residuos de construcción y operación basado en la jerarquía de residuos: acciones preventivas de reducción en la obra, segregación en origen, disposición controlada y planes de aprovechamiento de materiales reutilizables. Se identifica a responsables operativos y se establecen compromisos de coordinación con el municipio para disposición final adecuada.

Artículo 18 — Registro y obligaciones de generadores y gestores

Síntesis: Establece la obligación de registro, reporte y cumplimiento de requisitos para los generadores y gestores de residuos, así como la responsabilidad técnica en su manejo.

Ámbito aplicable: Identificación de los generadores (obra, operación) y requisitos para gestores contratados.

Congruencia: El expediente contempla la identificación de flujos generados (residuos de construcción, residuos sólidos urbanos), la contratación de gestores autorizados y la obligación de mantener registros de volumen, destino y evidencia de disposición o aprovechamiento, facilitando el cumplimiento de los requisitos de registro y reporte.

Artículo 19 — Programas institucionales y planes de manejo de residuos

Síntesis: Señala la obligación de integrar programas y planes de manejo específicos que detallen clasificación, recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.

Ámbito aplicable: Elaboración del Plan de Manejo de Residuos para obra y operación.

Congruencia: La MIA incluye un Plan de Manejo de Residuos que especifica rutas de segregación, puntos de acopio temporales en obra, responsabilidad contractual del gestor, frecuencia de recolección y criterios de destino final o aprovechamiento, en línea con lo dispuesto por este artículo.

Artículo 20 — Medidas para la minimización y aprovechamiento de residuos

Síntesis: Impulsa medidas técnicas para la minimización en la fuente y el aprovechamiento (reutilización y reciclaje), así como incentivos o mecanismos que promuevan cadena de aprovechamiento.

Ámbito aplicable: Diseño operativo para reducir generación de residuos y fomentar su recuperación.

Congruencia: En la etapa de obra se promueven procesos de separación y acopio para reutilización de materiales inertes; en operación se plantea esquema de recolección diferenciada y acuerdos con centros de acopio locales para reciclaje, demostrando la aplicación de medidas de minimización y aprovechamiento.

Artículo 26 — Sistema de responsabilidades y obligaciones administrativas

Síntesis: Define responsabilidades administrativas de generadores y autoridades para asegurar la gestión adecuada y la imposición de medidas en caso de incumplimiento.

Ámbito aplicable: Marco de responsabilidades internas y coordinación con autoridades municipales/estatales.

Congruencia: El promovente asume responsabilidades operativas y administrativas (nombres y roles en el programa de manejo), establece cláusulas contractuales con contratistas y gestores, y se compromete a colaborar con la autoridad ante requerimientos, en concordancia con las obligaciones que establece el artículo.

Artículo 68 — Manejo específico de residuos peligrosos (si aplicara)

Síntesis: Regula el manejo, transporte, tratamiento y disposición de residuos peligrosos, así como las obligaciones de gestión documental y medidas de seguridad.

Ámbito aplicable: Identificación de presencia o ausencia de residuos peligrosos y medidas específicas si se generan.

Congruencia: El diagnóstico técnico del proyecto no identifica generación significativa de residuos peligrosos durante obra u operación; no obstante, el Plan de Manejo incluye protocolos preventivos (almacenamiento temporal seguro, segregación, contratación de gestor autorizado) para cualquier manejo eventual, asegurando cumplimiento con las obligaciones del artículo.

Artículo 95 — Incentivos y mecanismos de fomento al reciclaje y aprovechamiento

Síntesis: Previene la promoción de programas, incentivos y mecanismos de mercado que faciliten el reciclaje, la valorización y la economía circular.

Ámbito aplicable: Estrategias de integración con esquemas locales de aprovechamiento y economía circular.

Congruencia: El proyecto propone vinculación con centros de acopio locales y programas de donación/reutilización de materiales recuperables de obra; se contempla coordinación con iniciativas municipales para incentivar el aprovechamiento, alineando acciones operativas con las políticas de fomento previstas en el artículo.

Artículo 99 — Sistemas de información y transparencia en gestión de residuos

Síntesis: Obliga a mantener sistemas de información sobre generación, manejo, transferencia y destino final de residuos, con transparencia en registros y reportes.

Ámbito aplicable: Registro documental y formatos de reporte para seguimiento y auditoría.

Congruencia: El expediente incorpora formatos de registro para volúmenes generados, evidencias de traslado y constancias de disposición/aprovechamiento; se propone la entrega periódica de informes internos y la disponibilidad de información para auditoría por la autoridad, atendiendo el requisito de sistemas de información.

Artículo 100 — Coordinación interinstitucional y responsabilidades compartidas

Síntesis: Establece la necesidad de coordinación entre autoridades federales, estatales y municipales y la corresponsabilidad entre actores para la gestión integral.

Ámbito aplicable: Interfase operativa entre promovente, municipio y gestores autorizados.

Congruencia: El Plan de Manejo define mecanismos de coordinación operativa (contactos municipales, acuerdos con gestores autorizados, cronogramas de recolección) para asegurar flujo de responsabilidades y cumplimiento, en congruencia con la previsión de coordinación interinstitucional del artículo.

Conclusión.

El Plan de Manejo de Residuos incluido en la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad 40 del proyecto Xiímbal Flamenco está **coherentemente alineado** con los principios, obligaciones y procedimientos previstos en los artículos revisados de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Las acciones propuestas cubren prevención en la fuente, segregación, contratación de gestores autorizados, registro y trazabilidad documental, y mecanismos de coordinación con autoridades locales y centros de aprovechamiento.

3.5 Vinculación con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán.

Disposiciones generales (objeto y definiciones)

Síntesis: Define el objeto de la ley estatal (regulación de la gestión integral de residuos), las categorías de residuos aplicables en el estado y las definiciones técnicas que delimitan responsabilidades y obligaciones.

Congruencia: El Plan de Manejo del MIA clasifica los flujos en las categorías estatales (residuos de construcción y demolición, residuos urbanos, inertes; y protocolos para posibles residuos peligrosos), utiliza definiciones compatibles y asigna responsabilidades claras a promovente, contratistas y gestores, alineándose con el alcance y la terminología de la ley estatal.

Competencias y coordinación entre órdenes de gobierno

Síntesis: Establece las atribuciones del Estado y de los municipios en materia de regulación, supervisión y coordinación operativa para la gestión de residuos.

Congruencia: El expediente documenta canales de coordinación con el municipio de Progreso y prevé notificaciones y mecanismos de cooperación para la gestión de residuos de obra y operación, permitiendo el cumplimiento de las competencias locales y la integración con programas estatales.

Programa Estatal de Gestión Integral de Residuos y programas municipales

Síntesis: Obliga a articular acciones mediante el Programa Estatal y los Programas Municipales de Gestión Integral de Residuos, fijando metas de reducción, aprovechamiento y manejo final.

Congruencia: El Plan de Manejo incorpora metas cuantificables de segregación y aprovechamiento, y se propone como compatible con objetivos estatales; se recomienda incluir una referencia explícita al Programa Estatal y al Programa Municipal en un anexo de correspondencia normativa.

Registro, obligaciones y responsabilidad de generadores y gestores

Síntesis: Impone obligaciones registrales y de reporte para generadores relevantes y gestores autorizados, y establece responsabilidades administrativas por el manejo inadecuado.
Congruencia: El expediente define responsables, registros operativos (volúmenes, destinos, comprobantes) y la contratación de gestores autorizados, facilitando el cumplimiento de registros estatales y la trazabilidad exigida para inspección.

Planes de manejo para obras (segregación, acopios y destino)

Síntesis: Exige planes de manejo específicos para obras de construcción y demolición que describan segregación en origen, puntos de acopio temporal, rutas de recolección y destino final o aprovechamiento.

Congruencia: El MIA incluye un Plan de Manejo de Obra con puntos de acopio, procedimientos de segregación, responsables y rutas, además de objetivos de reutilización de materiales inertes; se recomienda anexar planos de ubicación de acopios y fichas técnicas de aprovechamiento.

Manejo de residuos peligrosos y protocolos de contingencia

Síntesis: Regula identificación, almacenamiento temporal, transporte y entrega a gestores autorizados de residuos peligrosos, así como la activación de protocolos ante incidentes.

Congruencia: Aunque no se prevé generación corriente de residuos peligrosos, el Plan de Manejo incorpora protocolos preventivos, almacenamiento seguro temporal, segregación y el compromiso de entrega a gestores autorizados en caso de detectarse material peligroso, en concordancia con la normativa estatal.

Fomento del aprovechamiento, reciclaje y economía circular local

Síntesis: Promueve acciones y mecanismos que incentiven la recuperación y valorización de residuos, favoreciendo cadenas productivas locales.

Congruencia: El proyecto contempla reutilización de materiales de obra, acuerdos con centros de acopio locales y metas de reaprovechamiento; se sugiere formalizar convenios o cartas intención con gestores y recicladores locales para evidenciar la cadena de valorización.

Sistemas de información, transparencia y trazabilidad documental

Síntesis: Exige llevar registros y sistemas de información sobre generación, transferencia y destino de residuos, disponibles para supervisión y auditoría por autoridades estatales.

Congruencia: El expediente contiene formatos propuestos para registro de generación y remisiones de traslado; se recomienda incluir como anexo las plantillas exactas que se emplearán y la periodicidad de los reportes a la autoridad estatal y municipal.

Responsabilidades, supervisión y sanciones administrativas

Síntesis: Define el régimen sancionador estatal, medidas precautorias y obligaciones de colaboración con la autoridad en materia de verificación y corrección.

Congruencia: El promovente reconoce el régimen sancionador y ha previsto compromisos contractuales con contratistas y gestores; se recomienda incorporar un presupuesto estimado para medidas correctivas y una cláusula de garantía mínima que respalde la ejecución del Plan de Manejo.

3.6 Vinculación con la Ley de Aguas Nacionales

Artículo 14 Bis 5 — Reuso y disposición de aguas tratadas

Síntesis: Regula los criterios para la utilización, entrega y aprovechamiento de aguas residuales tratadas, así como las condiciones que deben cumplirse para su reúso seguro y su incorporación a los esquemas de abastecimiento o riego.

Ámbito aplicable: Posibilidad de incorporar aguas tratadas en sistemas de riego paisajístico, descarga controlada o procesos no potables del proyecto.

Congruencia: El proyecto prevé soluciones de tratamiento sanitario a escala doméstica y controla descargas; se establece que cualquier reúso de aguas tratadas se hará únicamente mediante acuerdos técnicos y administrativos con la autoridad competente (CONAGUA/SEMARNAT) y gestores autorizados, garantizando parámetros de calidad, trazabilidad y cumplimiento de condiciones de reúso establecidas por la normativa.

Artículo 20 — Usos, concesiones y autorizaciones para el aprovechamiento de aguas nacionales

Síntesis: Define el marco para otorgar concesiones, asignaciones u autorizaciones para el uso y aprovechamiento de aguas nacionales, y las obligaciones del concesionario o autorizado.

Ámbito aplicable: Extracción subterránea (pozos), captaciones superficiales, y cualquier toma de agua requerida para obra u operación.

Congruencia: El proyecto no contempla extracciones nuevas no autorizadas; en caso de requerir toma de agua se tramitarán las concesiones/autorizaciones correspondientes ante CONAGUA, se acompañará el balance hídrico y la justificación técnica, y se adoptarán medidas de eficiencia hídrica (dispositivos de bajo consumo, captación pluvial) para minimizar la demanda de agua potable y evitar afectaciones a recursos hídricos federales.

Artículo 44 — Protección y régimen jurídico de los bienes nacionales del dominio hidráulico

Síntesis: Establece obligaciones relativas a la protección del dominio público hidráulico, incluyendo límites de ocupación, afectaciones y obras que incidan en cauces, márgenes y zonas federales.

Ámbito aplicable: Obras, movimientos de tierra y construcción próximas a línea de costa, cauces intermitentes o zonas sujetas a servidumbre hidráulica.

Congruencia: La selección del área constructiva evita ocupaciones de zonas federales y márgenes de cuerpos de agua. Las obras se diseñan con franjas de protección, manejo de escurrimientos y control de erosión que impiden afectaciones al dominio hidráulico;

en caso de intervención en zona federal se tramitarán permisos específicos y se incluirán medidas correctoras exigidas por la autoridad.

Artículo 45 — Descargas y autorización de vertidos a cuerpos de agua nacionales

Síntesis: Regula la autorización de descargas y vertidos a cuerpos de agua, fijando requisitos técnicos para evitar contaminación y proteger la calidad del recurso.

Ámbito aplicable: Descargas puntuales o difusas derivadas de obra u operación (aguas pluviales con carga de sedimentos, vertidos sanitarios).

Congruencia: La MIA incorpora diseño de sistemas que evitan descargas directas sin tratamiento al dominio hidráulico; las descargas pluviales serán controladas mediante sistemas de retención, sedimentación y, en su caso, tratamientos primarios. Cualquier descarga sujeta a autorización será previamente regulada mediante la gestión de permisos de descarga ante CONAGUA y se acompañará con estudios de calidad y monitoreo periódico.

Artículo 47 Bis — Vigilancia, medición y registros hidrométricos; obligación de instalaciones y medidores

Síntesis: Establece la obligación de instalar equipos de medición, mantener registros de volúmenes extraídos o descargados y facilitar la vigilancia hidrométrica cuando la autoridad lo requiera.

Ámbito aplicable: Control de consumos, registros de descargas y la implementación de medidores en tomas autorizadas.

Congruencia: El plan operativo del proyecto incluye la instalación de dispositivos de medición cuando existan tomas con autorización; se registrarán consumos y volúmenes de descarga conforme a los formatos exigibles, y se facilitará el acceso a registros para auditoría por la autoridad, fortaleciendo la trazabilidad exigida por el artículo.

Artículo 86 Bis 2 — Medidas de protección de acuíferos y limitaciones a la extracción (prevención de sobreexplotación)

Síntesis: Dispone medidas para identificar, proteger y limitar actividades que provoquen la sobreexplotación o contaminación de acuíferos, incluyendo restricciones y medidas preventivas.

Ámbito aplicable: Potenciales impactos en niveles freáticos, intrusión salina en zonas costeras y extracción de agua subterránea.

Congruencia: Dada la sensibilidad costera del área, el proyecto evita la instalación de extracciones subterráneas indiscriminadas; incorpora análisis de riesgo de intrusión salina, medidas de impermeabilización, gestión de escurrimientos y eficiencia hídrica.

En caso de requerir pozo, se realizará estudio hidrogeológico y se acreditará que la extracción no incide en el régimen del acuífero ni en usuarios colindantes antes de tramitar autorización.

Artículo 88 Bis — Sanciones, medidas precautorias y responsabilidad administrativa en materia de aguas nacionales

Síntesis: Señala el régimen de sanciones y las facultades de la autoridad para imponer medidas precautorias y correctivas por alteraciones al régimen hidráulico o por incumplimiento de autorizaciones.

Ámbito aplicable: Riesgo de sanciones por extracciones, vertidos no autorizados, ocupación de zonas federales o incumplimiento de condicionantes de autorización.

Congruencia: El promovente reconoce el régimen sancionador aplicable y ha incorporado procedimientos internos de control, planes de contingencia y medidas correctivas que minimizan el riesgo de incumplimiento; se prevé la documentación técnica que facilite la respuesta administrativa y, en su caso, la reparación o mitigación exigida por la autoridad.

Conclusión.

Las medidas proyectadas en la MIA modalidad 40 para Xiímbal Flamenco (control de descargas, tratamiento sanitario, eficiencia en el uso del agua, restricciones a extracciones, monitoreo y trazabilidad) permiten una **adecuada congruencia** con los preceptos y obligaciones contenidas en los artículos seleccionados de la Ley de Aguas Nacionales.

3.6.1 Vinculación con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo 134 — Obligación de prevenir la contaminación y reintegración de aguas

Síntesis: Establece la obligación de las personas físicas y morales que explotan, usan o aprovechan aguas de ejecutar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, cuando corresponda, reintegrarlas en condiciones que permitan su reutilización y conserven el equilibrio de los ecosistemas.

Ámbito aplicable: Diseño, operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento sanitario, manejo de aguas pluviales, y cualquier disposición o reúso de aguas generadas por la obra y la operación.

Congruencia:

- *El proyecto incorpora sistemas de tratamiento sanitario doméstico y medidas de control de escurrimientos que evitan descargas sin tratamiento al dominio hidráulico.*

- *Se han definido parámetros operativos mínimos y procedimientos de mantenimiento preventivo para unidades de tratamiento, con responsables técnicos y frecuencia de verificación; ello permite garantizar calidad de efluentes y capacidad de reúso en aplicaciones no potables cuando sea técnicamente viable y autorizado.*

- *Se propone que todo reúso eventual de aguas tratadas se formalice mediante convenio técnico-administrativo con la autoridad competente y se sujete a monitoreo de parámetros de calidad, trazabilidad y límites operativos que permitan la reutilización segura y la protección del ecosistema costero.*

Artículo 151 — Responsabilidades administrativas y medidas en caso de contaminación o incumplimiento

Síntesis: Regula las responsabilidades administrativas, medidas precautorias y obligaciones de remediación que pueden imponerse cuando se cause contaminación de cuerpos de agua o cuando se incumplan condiciones de autorización relacionadas con el uso o aprovechamiento del agua.

Ámbito aplicable: Procedimientos administrativos por vertidos, ocupación indebida de zona federal, incumplimiento de condicionantes de autorización de descargas o extracción.

Congruencia:

- *El expediente reconoce el marco de responsabilidades administrativas y contiene un plan de contingencia operativa que describe acciones inmediatas ante eventuales incidentes (contención, suspensión de actividad, activación de contratos con gestores especializados).*

- *Se han previsto registros y bitácoras operativas para documentar actuaciones (remociones, reparaciones, reportes), lo que facilita la acreditación de buenas prácticas y la respuesta administrativa ante requerimientos.*

- *Se contempla la disponibilidad de recursos técnico-operativos y financieros mínimos para ejecutar medidas correctivas y de remediación en caso de afectación, incluyendo la coordinación con autoridades competentes para el cumplimiento de órdenes precautorias y la reparación del daño cuando proceda.*

Conclusión.

Los mecanismos técnicos y administrativos previstos en la MIA modalidad 40 (tratamiento y control de descargas, protocolos de mantenimiento, registros de operación, plan de contingencia y disposición a formalizar convenios de reúso) permiten una congruencia operativa con los artículos 134 y 151 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

3.7 Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre.

Síntesis

El artículo 4 reconoce el deber general de conservar la vida silvestre y prohíbe actos que impliquen su destrucción, daño o perturbación en perjuicio del interés nacional; reconoce, además, derechos de aprovechamiento sustentable a propietarios o poseedores sobre ejemplares, partes y derivados, sujetos a los términos de la ley y a los instrumentos internacionales aplicables.

Ámbito aplicable

- Actividades de obra y operación que puedan afectar ejemplares, hábitats, corredores o poblaciones de fauna y flora silvestre en el área de influencia.
- Derechos y obligaciones del propietario/promovente respecto al aprovechamiento sustentable y la conservación en predios donde exista vida silvestre.
- Necesidad de respetar obligaciones internacionales y condicionantes para aprovechamientos, rescates o traslocaciones.

Análisis de congruencia con Xiímbal Flamenco (MIA 40)

- *Prevención y mínima perturbación: El diseño del proyecto prioriza la ocupación de parcelas ya antropizadas y la conservación de franjas vegetales remanentes, lo que se alinea con el deber de conservación y la prohibición de causar daño o perturbación innecesaria a la vida silvestre.*
- *Medidas de mitigación y salvamento: La MIA incluye medidas de manejo de vegetación, protocolos de rescate y reubicación de fauna en obra (cuando aplique) y limitación de actividades en ventanas biológicas sensibles, cumpliendo con la obligación de evitar destrucción y perturbación.*
- *Aprovechamiento sustentable: No se prevé aprovechamiento extractivo de ejemplares; en caso de detectarse presencia de especies aprovechables, cualquier acción deberá sujetarse a la normativa de la LGVS y a permisos específicos, respetando límites y condicionantes técnicos.*
- *Responsabilidad del promovente: El promovente asume responsabilidades de conservación y compromete recursos técnicos y operativos para mitigar impactos, lo que coincide con la obligación general contenida en el artículo.*
- *Vinculación internacional: Si durante el proceso se identifican recursos genéticos o especies sujetas a tratados internacionales, la MIA contempla la obligación de respetar esos instrumentos y tramitar las autorizaciones que procedan.*

3.8 Vinculación detallada con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

Artículo 3 — Definiciones relevantes

Síntesis: Contiene definiciones técnicas y conceptuales (asentamiento humano, uso de suelo, ordenamiento territorial, desarrollo urbano, etc.) que determinan el alcance del resto de la Ley.

Ámbito aplicable: Uso preciso de terminología legal y técnica en el MIA (p. ej., definición de "uso del suelo", "zonificación", "franja de protección").

Congruencia: El MIA debe emplear las definiciones de la Ley para evitar ambigüedad jurídica y para que la comparación con instrumentos locales sea homogénea. El expediente ya usa terminología técnica; conviene referenciar explícitamente estas definiciones en la sección normativa.

Artículo 4 — Principios rectores de la política de asentamientos

Síntesis: Establece principios (sostenibilidad, equidad territorial, resiliencia, coordinación) que rigen la planeación y el desarrollo urbano.

Ámbito aplicable: Justificación de criterios de diseño urbano, medidas de mitigación y enfoque de sostenibilidad del proyecto.

Congruencia: Las medidas de mitigación ambiental, manejo de servicios y criterios de baja densidad del proyecto se alinean con estos principios; conviene explicitar cómo cada principio fue aplicado en la selección de alternativas y en las medidas propuestas.

Artículo 5 — Competencia y concurrencia entre órdenes de gobierno

Síntesis: Define la distribución de responsabilidades entre Federación, Estado y Municipio en planeación, regulación y ejecución.

Ámbito aplicable: Determinación de autoridades a quienes presentar trámites, condicionantes y coordinación operativa.

Congruencia: El expediente debe mostrar la ruta administrativa (qué se tramita ante SEMARNAT/CONAGUA, qué ante municipio de Progreso, qué ante instancias estatales) y la coordinación prevista.

Artículo 22 — Suficiencia y provisión de infraestructura y servicios urbanos

Síntesis: Obliga que proyectos consideren disponibilidad, suficiencia y planeación de agua potable, alcantarillado, drenaje pluvial, energía, vialidad y equipamiento público. Ámbito aplicable: Evaluación de impacto sobre redes existentes y justificación de factibilidad técnica de servicios para obra y operación.

Congruencia: Xiímbal Flamenco debe demostrar balance de demanda de servicios, medidas de eficiencia hídrica y propuestas de tratamiento sanitario; si el MIA contiene el balance y compromisos de conectividad/gestión, la congruencia es directa. Se recomienda anexar cartas de factibilidad o planes de abastecimiento.

Artículo 23 — Condiciones de habitabilidad y equipamiento urbano

Síntesis: Señala obligaciones sobre dotación de espacios públicos, equipamiento urbano mínimo y condiciones de habitabilidad.

Ámbito aplicable: Diseño de áreas verdes, espacios comunitarios, accesos y servicios básicos dentro del predio/proyecto.

Congruencia: Si el proyecto incluye disposición de equipamiento o asume convenios con el municipio para compensar demandas, se cumple el artículo; en caso contrario, debe explicitar cómo se atenderán estas obligaciones (p. ej., aportaciones, convenios).

Artículo 46 — Ordenamiento y regulación de zonas costeras y franjas de protección

Síntesis: Regula el tratamiento especial de zonas costeras, franjas de protección, servidumbres y restricciones sobre la franja federal.

Ámbito aplicable: Ocupación de litoral, protección de playas, restricciones de edificación y distancias mínimas a zona federal.

Congruencia: Dado que Xiímbal Flamenco se ubica en Chelem/Progreso (área costera), es imprescindible acreditar que no se ocupan franjas federales ni se vulneran servidumbres; el MIA debe incluir planos georreferenciados y distancias a la línea de playa/análogos.

Artículo 48 — Procedimientos de autorización urbana y condicionantes de obra

Síntesis: Describe trámites, requisitos y condicionantes que municipios o autoridades competentes pueden imponer para autorizar obras y usos del suelo.

Ámbito aplicable: Licencias de uso de suelo, permisos de construcción y condicionantes municipales que interactúan con condicionantes ambientales.

Congruencia: El expediente debe reflejar las licencias a solicitar y condicionantes esperados; incluir cronograma y responsables para cumplir condicionantes.

Artículo 52 — Instrumentos de evaluación de congruencia urbana (compatibilidad con programas)

Síntesis: Exige la evaluación de compatibilidad del proyecto con programas de ordenamiento territorial, desarrollo urbano y zonificación.

Ámbito aplicable: Verificación de congruencia con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, Programa de Ordenamiento Territorial y demás instrumentos locales.

Congruencia: El MIA debe incorporar un cuadro de compatibilidad que compare usos, densidades y parámetros urbanos del proyecto con los instrumentos locales; si ya existe, la congruencia está cubierta.

Artículo 56 — Gestión del riesgo en asentamientos humanos (zonas de riesgo y mitigación)

Síntesis: Obliga a incorporar medidas de prevención y gestión de riesgos naturales y antrópicos en la planeación y en proyectos de desarrollo.

Ámbito aplicable: Evaluación de riesgo por inundación, marejadas, erosión litoral e intrusión salina; medidas de mitigación y adaptación climática.

Congruencia: Para proyecto costero, el MIA debe incluir análisis de riesgo (frecuencia de inundación, modelación de oleaje/erosión si aplica) y medidas de diseño (elevaciones, drenaje, franjas vegetadas). Si estos están presentes, cumple el artículo.

Article 60 — Participación ciudadana en instrumentos de planeación urbana

Síntesis: Establece mecanismos de consulta pública, información y participación en la formación y modificación de instrumentos de planeación urbana.

Ámbito aplicable: Mecanismos de divulgación del proyecto, atención de observaciones y registro de opiniones durante procesos municipales o estatales.

Congruencia: Aunque la MIA 40 puede no requerir consulta amplia, documentar mecanismos de información y recepción de observaciones fortalece la legitimidad del expediente; se recomienda incluir registro de comunicaciones y respuestas.

Artículo 62 — Evaluación de impacto urbano y medidas correctoras

Síntesis: Regula la necesidad de evaluar impactos urbanos de proyectos (tránsito, servicios, usos del suelo) y establecer medidas correctoras y condicionantes.

Ámbito aplicable: Estudios de movilidad, cargas en servicios públicos, externalidades urbanas y medidas de mitigación socio-urbanas.

Congruencia: El MIA debe integrar, o referenciar, estudios de capacidad de servicios y plan de mitigación urbana (p. ej., gestión de residuos, conectividad vial, provisión de agua). Si estos estudios están en el expediente o se comprometen, se da la congruencia.

3.9 Vinculación con la Ley de Desarrollo Inmobiliario del Estado de Yucatán.

Artículo 5 — Principios y fines de la política inmobiliaria estatal

Síntesis: Establece los principios que orientan la política de desarrollo inmobiliario (ordenamiento territorial, sostenibilidad, accesibilidad, provisión de servicios, coordinación entre órdenes de gobierno).

Ámbito aplicable: Fundamentación legal para justificar criterios de diseño, vocación de uso y alineamiento con políticas estatales de desarrollo urbano.

Congruencia: Xiímbal Flamenco incorpora criterios de baja densidad, respeto a franjas vegetales y medidas de eficiencia en servicios, lo que armoniza con los principios estatales; conviene explicitar en el MIA cómo cada principio fue operacionalizado en el diseño y en las medidas de mitigación.

Artículo 8 Bis — Regulación de desarrollos inmobiliarios y requisitos mínimos (registro y documentación)

Síntesis: Suele establecer obligaciones de registro, documentación mínima y autorización previa para proyectos inmobiliarios, incluidos planes, estudios técnicos y obligaciones de cumplimiento.

Ámbito aplicable: Procedimiento administrativo para el reconocimiento del desarrollo ante autoridades estatales y municipales; exigencia de documentación técnica complementaria.

Congruencia: El expediente MIA contiene estudios técnicos principales; debe complementarse con la documentación administrativa exigida por la Ley (registro del desarrollo, planos, anexo de cumplimiento de obligaciones) y señalar responsables para trámites.

Artículo 9 — Programación y vinculación con instrumentos de planeación (programas estatales y municipales)

Síntesis: Indica la obligación de ajustar proyectos inmobiliarios a los Programas Estatales y Municipales, y a instrumentos de ordenamiento territorial.

Ámbito aplicable: Compatibilidad espacial y funcional con Programas de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Territorial.

Congruencia: El MIA debe mostrar cuadro de compatibilidad con el Programa Municipal de Progreso y demás instrumentos locales; si ya existe comprobante de compatibilidad, anotar referencias.

Artículo 10 — Obligaciones sobre provisión y coordinación de servicios urbanos

Síntesis: Establece que los desarrollos deben garantizar la provisión y coordinación de servicios urbanos (agua, drenaje, energía, vialidad, residuos) y no perjudicar la infraestructura pública.

Ámbito aplicable: Balance de demanda de servicios, conexión a redes, y medidas autónomas (tratamiento, captación pluvial) para suplir o disminuir carga sobre la red pública.

Congruencia: Xiímbal Flamenco contempla medidas de eficiencia hídrica y tratamiento sanitario; se recomienda anexar cartas de factibilidad o compromisos técnicos con prestadores de servicios y el balance de cargas previsto.

Artículo 12 — Responsabilidades del desarrollador y garantías para obras y servicios

Síntesis: Señala obligaciones del desarrollador respecto a la ejecución de obras, entrega de infraestructura, mantenimiento inicial y garantías técnicas/financieras para asegurar cumplimiento.

Ámbito aplicable: Cláusulas contractuales, garantías financieras o fianzas, y responsabilidad frente a autoridades y terceros por cumplimiento de compromisos.

Congruencia: El promovente debe acreditar mecanismos de garantía (cláusulas contractuales, estimaciones de costo para mitigación y remediación y/o garantía financiera) que respalden las medidas propuestas en el MIA.

Artículo 14 — Obligaciones relativas a áreas verdes, espacios libres y equipamiento en desarrollos inmobiliarios

Síntesis: Regula la dotación mínima de áreas verdes, espacios públicos y equipamiento urbano que deben incorporar los desarrollos para garantizar habitabilidad y calidad urbana.

Ámbito aplicable: Diseño del predio, porcentaje de áreas libres, y compromiso de entrega/gestión de espacios de uso público o amenidades.

Congruencia: Si el proyecto propone áreas verdes y franjas de conservación, debe cuantificar su superficie y justificar que cumple o supera mínimos estatales/municipales; también indicar régimen de mantenimiento.

Artículo 15 — Mecanismos de participación y mecanismos de mitigación socio-urbana (vinculación con comunidades)

Síntesis: Señala la obligación de considerar la participación social, mecanismos de información y medidas para mitigar impactos socio-urbanos (movilidad, servicios, integración comunitaria).

Ámbito aplicable: Estrategia de divulgación, gestión de observaciones y medidas de mitigación social.

Congruencia: El MIA debe describir cómo se ha informado a la comunidad y qué medidas se adoptarán para mitigar impactos sociales (p. ej., plan de movilidad temporal, gestión de ruidos, espacios comunitarios). Documentar comunicaciones y respuestas fortalece la congruencia.

Artículo 16 — Sanciones, supervisión y mecanismos de verificación para desarrollos inmobiliarios

Síntesis: Define facultades de supervisión de autoridades, régimen sancionador y medidas de ejecución forzosa o correctiva cuando el desarrollador incumple obligaciones.

Ámbito aplicable: Riesgos administrativos por incumplimiento de condicionantes urbanas o ambientales, procedimientos de vigilancia y sanciones.

Congruencia: El promovente debe demostrar conocimiento del régimen sancionador e incluir procedimientos internos de control, bitácoras y disposición de recursos para atender requerimientos o sanciones; la existencia de garantías técnicas/financieras reduce riesgos.

Vinculación Normas oficiales mexicanas.

NOM-001-SEMARNAT-1996 — Límites máximos permisibles en descargas de aguas residuales

Síntesis técnica

Establece los límites máximos permisibles (LMP) de contaminantes en descargas a cuerpos receptores nacionales y exige muestreo, laboratorio acreditado, registros y, cuando corresponda, autorización de descarga.

Análisis de congruencia con el MIA

- Incluye tratamiento sanitario a escala del desarrollo y medidas de control de escurrimientos (retenedores, sedimentadores y prácticas de manejo de sedimentos).

NOM-004-SEMARNAT-2002 — Lodos y biosólidos. Especificaciones para su aprovechamiento en suelos

Síntesis técnica

Define requisitos para caracterización, tratamiento, límites permisibles de metales y patógenos, estabilización y condiciones para uso agronómico o disposición segura de lodos y biosólidos.

el MIA prevé entrega de lodos a gestor y medidas de manejo sanitario.

NOM-045-SEMARNAT-2006 — Emisión de gases de vehículos en circulación (verificación)

Síntesis técnica

Define límites de emisiones para vehículos en circulación y criterios de verificación ambiental; aplica operacionalmente como requisito de control de emisiones de flotas asociadas a actividades de obra.

Ámbito aplicable al proyecto

Vehículos de obra (movimiento de materiales, transporte de personal, maquinaria ligera), transporte de residuos y logística de abastecimiento durante obra y operación.

Análisis de congruencia con el MIA

- Cubierto: medidas generales de optimización de rutas y mantenimiento preventivo previstas en el plan operativo.

NOM-059-SEMARNAT-2010 — Especies nativas de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo

Síntesis técnica

Lista especies sujetas a protección (categorías: extinta, en peligro, amenazada, sujeta a protección especial) y determina obligaciones sobre manejo, rescate, autorización y medidas precautorias para proyectos que afecten hábitats o ejemplares.

Ámbito aplicable al proyecto

Cualquier hallazgo de especies listadas en la zona de influencia —incluye vegetación, aves, reptiles, mamíferos y especies de interés local— y medidas de salvamento, reubicación y seguimiento pos-intervención.

Análisis de congruencia con el MIA

- Cubierto: inventario básico y protocolos de salvamento en obra presentes en el MIA; compromiso de coordinar con autoridad y especialistas.

NOM-060-SEMARNAT-1994 — Especificaciones para mitigar efectos adversos por aprovechamiento forestal (aplicación a remoción de vegetación)

Síntesis técnica

Aunque orientada al aprovechamiento forestal comercial, la norma contiene principios y medidas (control de erosión, conservación de material biológico, técnicas de corta, revegetación) aplicables para mitigar impactos de remoción de cobertura vegetal.

Ámbito aplicable al proyecto

Remoción de arbustos, árboles y vegetación costera en obra; manejo de residuos vegetales y programas de revegetación y estabilización de suelos.

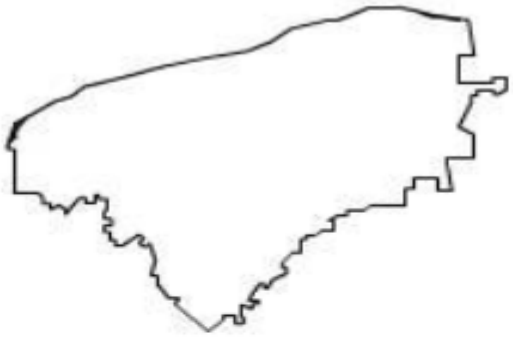
Análisis de congruencia con el MIA

- Cubierto: compromisos de remoción selectiva, revegetación y uso de especies nativas mencionados en el MIA.

POETY

UGA

Clave Uga	1.a
Nombre	Cordones litorales
Area	55.43 km2
Municipio Referencia	Celestún



Municipios	• Tizimin • Celestún • Dzemul • Dzidzantun • Dzilam de Bravo • Hunucma • Ixil • Motul • Progreso • Rio Lagartos • Sinanche • Telchac Puerto • Yobain

Descripción:

Planicie costera de cordones litorales, playas arenosas y dunas, < 5 m de altura sobre el nivel del mar. Relieve plano y ligeramente ondulado (0-0.2 grados de pendiente) formado

por acumulación de arena, sobre depósitos cuaternarios origen marino con desarrollo de dunas y playas, suelos incipientes del tipo de los Regosoles. Vegetación de dunas costeras, plantaciones de coco y asentamientos humanos.

Usos.

Predominantes:

- Conservación de Ecosistemas en la Zona Costera.

Compatibles:

- Turismo alternativo y de playa.

Condicionados:

- Asentamientos humanos (Suelo urbano)
- Extracción de sal.
- Infraestructura básica y de servicios.

Incompatibles:

- Industria de la transformación.
- Extracción de materiales pétreos.

Criterios de conservación:

1- Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	Aplicar diseños ecológicos que reduzcan el impacto sobre los hábitats, Realizar evaluaciones de impacto ambiental detalladas y monitorear continuamente las actividades para ajustar y mitigar impactos.
2- Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	La plantación de especies nativas en áreas susceptibles es fundamental. Estas especies, adaptadas al entorno local, ayudan a consolidar el suelo con sus

	raíces, reduciendo la pérdida de sustrato durante las lluvias intensas o el flujo de agua. Además, la vegetación actúa como una barrera natural que frena el avance del agua en áreas expuestas.
3- Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	Se tiene contemplado de acuerdo a las normas establecidas que lo regulen.
5- No se permite la ubicación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.	No se tiene contemplado y no aplica para el desarrollo del proyecto.
6- Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	Es un proyecto de desarrollo inmobiliario que contará con la medidas de ingeniería aplicables.
7-Se deberán establecer programas de manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	Se contempla desarrollar el manejo adecuado de los residuos solidos urbanos así como el aprovechamiento o reúso en su caso así como la disposición final.
8- No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	Se evitará está práctica así como dañar terrenos u otras superficies.
9- Las vías de comunicación deberán contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	Se tiene contemplado y no se tienen lugares de represamiento.

10- El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	Se considera aplicar normas de ingeniería apegadas a las normas vigentes.
11- Para la ubicación de infraestructura sobre las playas y dunas, se deberá establecer una zona de restricción de construcción, basada en un estudio de procesos costeros de la zona de acuerdo a los Ordenamientos Ecológicos Regionales y locales.	Por la ubicación no aplica.
13- Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	Se van a incluir medidas específicas que eviten impactos directos en estos ecosistemas. Esto puede implicar, por ejemplo, establecer limitaciones en la construcción o definir áreas en las que solo se permitan actividades de bajo impacto ambiental.
4-En el desarrollo de proyectos, se deben mantener los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros, así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	Se contempla seguir todas las regulaciones con respecto a este criterio.

Criterios de protección:

1- Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos, de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de la protección del territorio.	Respetar u aplicar las regulaciones que se establecen por las autoridades.
2 - Crear las condiciones que generen el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales, que sea compatible con la protección.	Se considera que el desarrollo será positivo desde el aspecto socioeconómico para la comunidad de Chelem
4- No se permiten los asentamientos humanos en ecosistemas altamente deteriorados con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos salvo que hayan sido saneados.	El desarrollo no se encuentra en este supuesto.
5- No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.	No aplica, de ninguna forma se tienen contemplado el uso de materiales tóxicos o peligrosos.
6- No se permite la construcción a menos de 20 mts., de cuerpos de agua salvo autorización de la autoridad competente.	No se encuentra en este supuesto.
7-La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas, línea costera, dunas que la rodean, así como la vegetación en buen estado de conservación.	Se tiene contemplado completo apego a leyes, normas y regulaciones que las autoridades consideren.

8- No se permitirá la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén reconocidas dentro de las áreas de alto riesgo en los Ordenamientos Ecológicos locales y Regionales.	El desarrollo no se encuentra en este supuesto.
9- No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	Se tienen normas para evitar y prohibir este tipo de prácticas.
10- Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.	Para el caso, se tendrán contempladas medidas estrictas y de control de acuerdo a las normas vigentes.
12- Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	Se tiene contemplado y además se dará importancia a un proyecto de remediación según el caso.
13- No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que forman parte de los corredores biológicos.	No habrá y o se permitirán actividades de este tipo.
15- No se permite el pastoreo y la quema de vegetación en las dunas costeras.	Para el desarrollo del proyecto estas actividades no son necesarias y por lo tanto al no ser compatibles quedan prohibidas.

Criterios de aprovechamiento.

7- Se permite el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	No se contempla para el proyecto
8- En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	No aplica para el proyecto.
10- Se permiten las actividades de pesca deportiva recreativa de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica para el proyecto.
12- Se deben utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas	Se considerarán si aplica para alguna de las actividades del desarrollo.
17- No se permite la ganadería extensiva en dunas, sabanas, selvas inundables, manglares salvo previa autorización de la autoridad competente.	No aplica para el proyecto.
18- Se permite la extracción de arena en sitios autorizados exclusivamente para programas y proyectos de recuperación de playas. Para otros fines, deberá de contar con la autorización de las autoridades competentes.	No se contempla y no aplica para el desarrollo del proyecto.
19. No se permite la construcción de espigones, espolones o estructuras que modifiquen el acarreo litoral salvo	No aplica, no se tienen contempladas ninguna de estas actividades.

aquellas que se sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.	

Criterios de restauración:

1- Deben recuperarse las tierras no productivas y degradadas.	Se realizarán actividades para mejorar el paisaje.
3- Deben restaurarse las áreas de extracción de sal o arena.	No aplica para el proyecto.
4- Se debe promover la recuperación de la dinámica costera y acarreo litoral.	No aplica para el proyecto.
5- Se debe recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	Se han contemplado planes de restauración y de reforestación.
6- Se debe promover la recuperación de poblaciones silvestres.	Restaurar áreas degradadas plantando vegetación autóctona que reconozca las dinámicas ecológicas del entorno, lo que refuerza la resiliencia del hábitat y favorece a la fauna local.
7- Debe promoverse la recuperación de playas, lagunas costeras y manglares.	No aplica para el proyecto.
8- Se debe promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	No aplica para el proyecto.
9- Deben restablecerse y protegerse los flujos naturales de agua.	No aplica.

Secciones relevantes del Plan Municipal de Desarrollo de Progreso (2024–2027)

1. Eje 3: Progreso con Economía Sostenible

- Este eje establece como prioridad el desarrollo económico equilibrado y sustentable, con énfasis en proyectos inmobiliarios y turísticos en las comisarías costeras como Chelem.

- Se menciona la necesidad de ordenar el crecimiento urbano y aprovechar la vocación turística de Chelem para atraer inversión responsable y generar empleo.

2. Eje 4: Progreso Azul (Medio Ambiente y Sustentabilidad)

- Vincula los proyectos inmobiliarios con la obligación de respetar el entorno costero, proteger recursos naturales y aplicar criterios de sustentabilidad.

- En Chelem, esto significa que cualquier desarrollo debe alinearse con el POET Costero de Yucatán y las regulaciones ambientales vigentes.

3. Consulta ciudadana “Vamos a Darle Fuerza a tu Voz”

- El documento señala que la población de Chelem identificó la necesidad de mejorar infraestructura urbana y servicios básicos para acompañar el crecimiento inmobiliario.

El Plan Municipal de Desarrollo de Progreso 2024–2027 menciona explícitamente la promoción de proyectos inmobiliarios en Chelem dentro del Eje de Economía Sostenible, y lo vincula con sustentabilidad en el Eje Progreso Azul. Esto ofrece un marco político y programático favorable para Xiímbal Flamenco.

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto Xiímbal Flamenco

Introducción general del capítulo

El presente capítulo tiene como objetivo ofrecer una descripción exhaustiva y técnica del sistema ambiental en el área de influencia del proyecto Xiímbal Flamenco, ubicado en la Parcela 40 de Chelem, municipio de Progreso, Yucatán. Se abordan la delimitación del área

de influencia directa e indirecta, la caracterización del sistema ambiental costero-suburbano con influencia marina, y el análisis detallado de los componentes abióticos, bióticos, sociocomunitarios y paisajísticos. Asimismo, se realiza un diagnóstico ambiental que identifica riesgos, presiones y problemáticas ambientales, considerando la vulnerabilidad hídrica, la presión sobre hábitats costeros, la calidad del agua, la fragmentación ecológica, la percepción paisajística y la presión sobre los servicios urbanos. El análisis se fundamenta en información oficial y estudios regionales recientes, siguiendo los lineamientos metodológicos de la SEMARNAT y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), con el fin de establecer una base sólida para la evaluación de impactos y la propuesta de medidas de manejo ambiental.

4.1 Delimitación del área de influencia (directa e indirecta)

La delimitación del área de influencia del proyecto Xiímbal Flamenco se realizó considerando criterios ambientales, socioeconómicos y de uso de servicios, en concordancia con la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico y los lineamientos del POETCY. El predio se localiza en las coordenadas 21°15'41.69" N, 89°45'59.68" W, con una elevación promedio de 2 metros sobre el nivel del mar, en una franja costera caracterizada por la presencia de 14 fracciones inmobiliarias, vialidad interna y un entorno urbano-costero consolidado.

El área de influencia directa comprende la superficie donde se desarrollarán las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, abarcando tanto el polígono de desplante como las zonas de tránsito y servicios inmediatos. Esta área se estima en aproximadamente 2,240 m², incluyendo los espacios de intervención física y las áreas de tránsito de personal y materiales. En esta zona, los impactos ambientales serán puntuales y temporales, principalmente sobre el suelo, la vegetación remanente y la calidad ambiental local.

Por su parte, el área de influencia indirecta se extiende a una superficie aproximada de 8,060 m², abarcando los espacios colindantes que pueden verse afectados de manera secundaria por el proyecto, ya sea por la demanda de servicios urbanos, la generación de residuos, la movilidad de personas o la modificación de flujos ambientales. Esta delimitación considera la conectividad ecológica, la interacción con cuerpos de agua salobre (laguna de Chelem), la infraestructura urbana circundante y la dinámica socioeconómica local.

El entorno inmediato se caracteriza por una matriz urbana de uso mixto (habitacional permanente y veraniego, comercios y servicios turísticos), vialidades pavimentadas y de arena, y la proximidad a la zona federal marítimo-terrestre (ZOFEMAT) y la laguna de Chelem. La urbanización ha generado una continuidad de asentamientos desde Progreso

hasta Telchac Puerto, con una marcada presión sobre los ecosistemas costeros y la infraestructura de servicios.

4.2 Delimitación del sistema ambiental

El sistema ambiental en el área de influencia del proyecto se define como costero-suburbano, con marcada influencia marina y presencia de vegetación halófita, cuerpos de agua salobre y una infraestructura urbana consolidada. De acuerdo con el POETCY, el predio se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) PRO04-BAR-URB, que abarca las localidades de Chelem, Yucalpetén y Chuburná Puerto, en el municipio de Progreso.

Este sistema ambiental se caracteriza por la interacción de componentes naturales y antrópicos: la plataforma costera de origen calcáreo, la presencia de dunas y playas, la influencia de cuerpos de agua salobre (laguna de Chelem), la vegetación adaptada a condiciones de salinidad y la infraestructura urbana y turística que ha modificado el paisaje original. La matriz urbana ocupa aproximadamente el 85% de la superficie de la UGA, mientras que las áreas con vegetación de duna costera representan el 8% y los manglares el 7%; el resto corresponde a cuerpos de agua y zonas acuáticas.

La delimitación del sistema ambiental considera la conectividad ecológica entre la zona marina (Golfo de México), la laguna de Chelem y los remanentes de vegetación costera, así como la influencia de la urbanización y las actividades turísticas y pesqueras. El sistema ambiental es, por tanto, un mosaico de ambientes costeros, urbanos y cuerpos de agua interconectados, sujetos a presiones y riesgos ambientales específicos.

4.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental

4.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental (SA)

4.3.1.1 Medio abiótico: clima y fenómenos meteorológicos, geología y geomorfología, suelos, agua, zona marina y aire

Clima y fenómenos meteorológicos

El clima de la región es cálido subhúmedo, con lluvias en verano y una marcada estacionalidad en la precipitación. La temperatura media anual en Chelem es de 26.5°C, con máximas promedio de 28.7°C en mayo y mínimas de 23.0°C en enero. La precipitación anual promedio es de 631 mm, concentrándose entre junio y octubre, periodo que coincide con la temporada de huracanes y tormentas tropicales en el Caribe y el Golfo de México.

La región experimenta una temporada de lluvias de aproximadamente 4.8 meses, con septiembre como el mes más lluvioso (125 mm y 14 días de lluvia en promedio). La temporada seca se extiende de noviembre a mayo, con mínimos de precipitación en marzo (14 mm). La humedad relativa varía entre 59% y 78%, siendo más alta en septiembre y más baja en abril.

Los vientos predominantes son del este y sureste durante la primavera y el verano, y del norte durante el otoño e invierno, asociados a los frentes fríos conocidos como "nortes". La velocidad promedio del viento oscila entre 11.8 km/h en agosto y 15.7 km/h en abril. La región está expuesta a fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes y tormentas tropicales, que han causado daños significativos en el pasado (ej. huracanes Gilbert en 1988 y Wilma en 2005).

Geología y geomorfología

El área se asienta sobre la plataforma carbonatada de la Península de Yucatán, compuesta principalmente por rocas calizas del Terciario y Cuaternario. La geomorfología es predominantemente llana, con una elevación promedio de 2 metros sobre el nivel del mar y pendientes suaves hacia la costa. El relieve es resultado de procesos de disolución kárstica, meteorización superficial, erosión y acumulación de sedimentos marinos y continentales.

La zona costera presenta playas de barrera, dunas, lagunas de inundación y depósitos recientes de arenas, arcillas y turbas. La presencia de una capa de caliche (calcita precipitada por evaporación) de 0.5 a 1.4 m de espesor actúa como barrera semiconfinante para el acuífero costero. El subsuelo es altamente permeable, favoreciendo la infiltración rápida del agua de lluvia y la recarga del acuífero.

Suelos

Los suelos dominantes en la zona costera son Arenosol, Solonchak y Leptosol. Los Arenosoles son suelos poco desarrollados, de textura arenosa, baja retención de agua y escaso contenido de nutrientes, ubicados en planicies marinas y dunas. Los Solonchak presentan altos contenidos de sales solubles, baja permeabilidad y drenaje deficiente, y se localizan en planicies fluvio-marinas sujetas a inundación por agua salina. Los Leptosoles son suelos someros sobre roca dura, con buena materia orgánica pero susceptibles a la erosión.

La susceptibilidad a la salinización y erosión es alta, especialmente en las zonas de contacto con el mar y en áreas donde la cobertura vegetal ha sido removida por urbanización o actividades antrópicas. La baja altitud y la proximidad al mar incrementan la vulnerabilidad a la intrusión salina y la degradación edáfica.

Agua: hidrología superficial y subterránea

En la región no existen corrientes superficiales permanentes; el único recurso hídrico relevante es el acuífero subterráneo de la Península de Yucatán, que constituye la principal

fuente de abastecimiento para la población y las actividades productivas. El acuífero es de tipo kárstico, libre en la mayor parte del territorio, pero semiconfinado en la franja costera por la presencia de la capa de caliche.

La profundidad al nivel freático en la zona costera varía entre 2 y 5 metros, con una dirección de flujo radial desde el interior hacia la costa. La recarga anual promedio es de 21,813 hm^3, con una disponibilidad media anual de 2,059 hm^3 para nuevas concesiones. Sin embargo, la vulnerabilidad a la contaminación es muy alta debido a la alta permeabilidad del subsuelo, la escasa cobertura de suelos y la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

La calidad del agua subterránea presenta problemas de salinidad, especialmente en la franja costera, con concentraciones de sólidos disueltos totales (STD) que pueden superar los 1,000 mg/l en algunos puntos, clasificándose como agua salobre. Se han detectado contaminantes como nitratos, coliformes fecales, metales pesados y compuestos orgánicos, asociados a la infiltración de aguas residuales, lixiviados de residuos sólidos y actividades agropecuarias.

Zona marina y cuerpos de agua salobre

La zona marina inmediata corresponde al Golfo de México, con una plataforma continental somera y una dinámica influida por corrientes, mareas y oleaje. La laguna de Chelem, ubicada al sur del predio, es un cuerpo de agua salobre de aproximadamente 15 km^2, con profundidades de 0.5 a 1.5 m y salinidades que varían de oligohalinas a hipersalinas según la temporada y la ubicación.

La laguna presenta una boca artificial que conecta con el mar, permitiendo el intercambio de agua y la regulación de la salinidad. La calidad del agua en la laguna de Chelem muestra signos de eutrofización, con concentraciones elevadas de nutrientes (nitratos, fosfatos, silicato), clorofila-a y presencia de metales pesados y arsénico, especialmente en la temporada de "Nortes". El oxígeno disuelto puede descender a niveles hipóxicos en algunos puntos, afectando la biota acuática.

Aire y calidad atmosférica

La calidad del aire en la zona está influida por fuentes de emisión locales, principalmente el tránsito vehicular, la quema de residuos, actividades de construcción y emisiones asociadas a la actividad portuaria y turística. La dirección predominante del viento es del este, lo que favorece la dispersión de contaminantes atmosféricos hacia el interior. La velocidad del viento varía estacionalmente, con máximos en primavera (hasta 15.7 km/h) y mínimos en verano (11.8 km/h).

No se han reportado niveles críticos de contaminantes criterio (PM10, PM2.5, NOx, SO2, O3) en la zona, pero la quema de residuos y la generación de polvo por actividades de construcción pueden afectar la calidad del aire de manera puntual y temporal. La NOM-172-

SEMARNAT-2019 establece los lineamientos para el monitoreo de la calidad del aire en zonas urbanas e industriales, aplicables a la región.

4.3.1.2 Medio biótico: vegetación, fauna, biodiversidad y ecosistemas

Vegetación

La vegetación original de la zona corresponde a comunidades halófitas adaptadas a condiciones de alta salinidad, como el matorral de duna costera, manglares y vegetación secundaria derivada de la perturbación antrópica. La urbanización ha provocado la fragmentación y reducción de la cobertura vegetal, quedando remanentes de vegetación en franjas estrechas y áreas no urbanizadas.

Las especies dominantes en las dunas costeras incluyen Ipomoea pes-caprae, Sesuvium portulacastrum, Suriana maritima, Tournefortia gnaphalodes, Agave angustifolia, Thrinax radiata y Coccoloba uvifera. En los manglares se encuentran Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Conocarpus erectus. En el área de influencia se han registrado especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como Beaucarnea pliabilis y Thrinax radiata (amenazadas).

La vegetación secundaria y ornamental incluye especies introducidas y adaptadas al ambiente urbano, como Cocos nucifera, Hymenocallis littoralis, Cordia sebestena y diversas gramíneas y malezas. La pérdida de cobertura vegetal ha reducido la capacidad de protección contra la erosión costera y la intrusión salina, así como la provisión de servicios ecosistémicos.

Fauna, biodiversidad y ecosistemas

La fauna silvestre en la zona ha sido desplazada por la urbanización, quedando principalmente especies adaptadas a ambientes urbanos y costeros. Se han registrado reptiles como Ctenosaura similis y Sceloporus cozumelae (enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010), así como aves residentes y migratorias, como el pelícano café (Pelecanus occidentalis), la paloma de alas blancas (Zenaida asiatica) y el zenzontle tropical (Mimus gilvus).

La laguna de Chelem y los manglares asociados constituyen hábitats críticos para peces, crustáceos, moluscos y aves acuáticas. Se han identificado especies de importancia comercial y ecológica, como el pez xlavita (Lagodon rhomboides), camarones del género Penaeus, jaibas del género Callinectes y el cangrejo moro (Menippe mercenaria). La biodiversidad de la región es alta, pero se encuentra amenazada por la fragmentación de hábitats, la contaminación y la presión antrópica.

Los ecosistemas presentes incluyen dunas costeras, manglares, lagunas costeras, vegetación secundaria y ambientes urbanos. Los manglares y humedales costeros brindan servicios

ambientales esenciales, como la protección contra tormentas, la captura de carbono, la regulación hídrica y el hábitat para especies de flora y fauna. Sin embargo, la pérdida de cobertura y la degradación de estos ecosistemas han reducido su funcionalidad y resiliencia.

4.3.1.3 Medio sociocomunitario: población, servicios, infraestructura, uso del suelo

Población y dinámica urbana

Chelem es una localidad del municipio de Progreso con una población de 4,862 habitantes según el Censo 2020, de los cuales el 49.5% son hombres y el 50.5% mujeres. La estructura demográfica muestra un 24.3% de población menor de 14 años, 66.4% entre 15 y 64 años y 9.3% de 65 años y más. La tasa de alfabetización es del 93.8% en mayores de 15 años.

La dinámica urbana está marcada por la presencia de viviendas de segunda residencia, ocupadas principalmente en temporada vacacional, lo que incrementa la población flotante y la demanda de servicios en periodos pico. El crecimiento urbano ha sido difuso y poco planificado, con una expansión de la mancha urbana hacia áreas de dunas y manglares, generando presión sobre los ecosistemas y la infraestructura.

Servicios e infraestructura

La cobertura de servicios básicos es alta: el 98.7% de las viviendas dispone de agua entubada, el 99% de energía eléctrica y el 97.4% de drenaje, aunque la mayoría de las viviendas utiliza fosas sépticas o pozos de absorción debido a la ausencia de una red de drenaje sanitario integral. La infraestructura de captación y distribución de agua potable presenta deficiencias, especialmente en temporada alta, cuando la demanda supera la capacidad instalada y se generan problemas de presión y abasto.

El manejo de residuos sólidos se realiza mediante recolección domiciliaria y disposición en el relleno sanitario municipal de Progreso, aunque persisten problemas de disposición inadecuada y presencia de tiraderos clandestinos, especialmente en áreas de manglar y cuerpos de agua. La infraestructura vial incluye calles pavimentadas y de arena, con conectividad hacia Progreso y otras localidades costeras.

Uso del suelo

El uso del suelo en el área de influencia es predominantemente urbano (70%), con presencia de vialidades (15%) y vegetación secundaria (16%). La urbanización ha sustituido la vegetación original en la mayor parte del territorio, quedando remanentes en franjas y lotes no urbanizados. El crecimiento de la infraestructura turística y habitacional ha modificado el paisaje y la funcionalidad ecológica de la zona.

4.3.1.4 Paisaje: natural y urbano, valor escénico, exposición visual

El paisaje en el área de influencia es una combinación de elementos naturales y urbanos, con un valor escénico asociado a la proximidad al mar, la presencia de la laguna de Chelem y los remanentes de vegetación costera. Sin embargo, la urbanización ha reducido la naturalidad y la continuidad del paisaje, fragmentando los hábitats y alterando la percepción visual.

La exposición visual es alta en las zonas de playa y frentes de mar, donde la visibilidad es amplia y el horizonte marino constituye el principal fondo escénico. La presencia de construcciones, vialidades y servicios urbanos modifica la calidad visual, generando contrastes entre áreas naturales y urbanizadas. La percepción paisajística de los residentes y visitantes valora positivamente la naturalidad, la presencia de vegetación y cuerpos de agua, y la ausencia de residuos y elementos discordantes.

La fragilidad visual es moderada a alta, especialmente en las zonas donde la cobertura vegetal ha sido removida y la infraestructura es dominante. La capacidad de absorción visual del paisaje es limitada, por lo que nuevas intervenciones pueden generar impactos perceptibles y afectar la calidad escénica.

4.4 Diagnóstico ambiental: riesgos, presiones, problemáticas detectadas, vulnerabilidad hídrica, presión sobre hábitats costeros, calidad del agua, fragmentación ecológica, percepción paisajística, presión sobre servicios urbanos

El diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto Xiímbal Flamenco identifica una serie de riesgos, presiones y problemáticas ambientales que afectan la funcionalidad y la resiliencia del sistema ambiental costero-suburbano.

Riesgos naturales

La región es altamente vulnerable a fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes, tormentas tropicales, inundaciones y erosión costera. La baja altitud (2 m snm), la topografía llana y la proximidad al mar incrementan el riesgo de inundaciones y daños a la infraestructura y los ecosistemas. La pérdida de barreras naturales, como dunas y vegetación costera, agrava la exposición a estos riesgos.

Presiones antropogénicas

La urbanización acelerada, el desarrollo turístico y la expansión de viviendas de segunda residencia han generado una presión significativa sobre los hábitats costeros, la calidad del agua y los servicios urbanos. La fragmentación y pérdida de vegetación de dunas y manglares han reducido la capacidad de protección natural y la provisión de servicios ecosistémicos. La disposición inadecuada de residuos sólidos y aguas residuales contribuye a la contaminación de suelos, cuerpos de agua y el acuífero.

Vulnerabilidad hídrica y contaminación del acuífero

El acuífero costero de la Península de Yucatán presenta una vulnerabilidad muy alta a la contaminación, debido a la alta permeabilidad del subsuelo, la escasa cobertura de suelos y la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales. La infiltración de aguas residuales, lixiviados de residuos sólidos y agroquímicos ha generado la presencia de nitratos, coliformes fecales, metales pesados y compuestos orgánicos en el agua subterránea. La intrusión salina es un problema creciente, agravado por la sobreexplotación del acuífero y el aumento del nivel del mar.

Presión sobre hábitats costeros y fragmentación ecológica

La pérdida y fragmentación de dunas costeras, manglares y vegetación halófita han reducido la conectividad ecológica y la capacidad de los ecosistemas para brindar servicios ambientales. La urbanización y la infraestructura han generado barreras físicas y alterado los flujos hidrológicos y biológicos, afectando la biodiversidad y la resiliencia del sistema ambiental.

Calidad del agua en cuerpos salobres y laguna de Chelem

La laguna de Chelem presenta signos de eutrofización, con concentraciones elevadas de nutrientes, clorofila-a y metales pesados, especialmente en la temporada de "Nortes". La presencia de residuos sólidos, descargas urbanas y actividades portuarias e industriales contribuyen a la degradación de la calidad del agua y los sedimentos, afectando la biota acuática y los servicios ambientales.

Percepción paisajística y afectación visual por el proyecto

La intervención del proyecto puede alterar el valor escénico y la percepción paisajística, especialmente en áreas con alta visibilidad y exposición visual. La pérdida de naturalidad, la presencia de residuos y la fragmentación del paisaje son factores que afectan negativamente la percepción de residentes y visitantes.

Presión sobre servicios urbanos y capacidad de carga

El crecimiento urbano y turístico ha incrementado la demanda de agua potable, energía, drenaje y manejo de residuos, superando en ocasiones la capacidad instalada y generando deficiencias en la prestación de servicios, especialmente en temporada alta. La falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales y la disposición final de residuos sólidos representa un riesgo para la salud pública y el ambiente.

Síntesis del diagnóstico: identificación de problemáticas ambientales detectadas

A partir del análisis integral del sistema ambiental y la identificación de riesgos y presiones, se destacan las siguientes problemáticas ambientales en el área de influencia del proyecto Xiímbal Flamenco:

- **Alta vulnerabilidad a inundaciones y erosión costera**, agravada por la pérdida de barreras naturales y la urbanización en zonas de riesgo.
- **Presión sobre hábitats costeros** (dunas, manglares, vegetación halófita) por expansión urbana, turística y de infraestructura, con pérdida de cobertura y fragmentación ecológica.
- **Contaminación del acuífero costero** por infiltración de aguas residuales, lixiviados de residuos sólidos y agroquímicos, con presencia de nitratos, coliformes fecales, metales pesados y compuestos orgánicos.
- **Intrusión salina** en el acuífero, asociada a la sobreexplotación, el aumento del nivel del mar y la reducción de la recarga.
- **Degradación de la calidad del agua** en la laguna de Chelem y cuerpos de agua salobre, con procesos de eutrofización y contaminación por metales y residuos.
- **Deficiencias en la infraestructura de servicios urbanos** (agua potable, drenaje, manejo de residuos), especialmente en temporada alta, con riesgo de desabasto y afectación a la salud pública.
- **Pérdida de valor escénico y afectación visual** del paisaje costero-urbano, por la fragmentación, la presencia de residuos y la intervención antrópica.
- **Incremento de la presión sobre los servicios urbanos y la capacidad de carga** del sistema ambiental, con riesgo de sobrepasar los límites de resiliencia y sostenibilidad.

Recomendaciones técnicas preliminares.

Con base en el diagnóstico ambiental y las problemáticas identificadas, se proponen las siguientes recomendaciones técnicas preliminares:

1. **Implementar medidas de protección y restauración de dunas costeras y manglares**, priorizando la conservación de remanentes y la revegetación con especies nativas halófitas, para fortalecer la resiliencia frente a inundaciones y erosión costera.
2. **Establecer sistemas de manejo y tratamiento de aguas residuales** adecuados a las condiciones kársticas del subsuelo, evitando la infiltración directa al acuífero y promoviendo el uso de biodigestores, humedales artificiales y tecnologías de bajo impacto.

3. **Fortalecer la infraestructura de captación, distribución y almacenamiento de agua potable**, considerando la demanda estacional y la capacidad de recarga del acuífero, así como la implementación de sistemas de captación de agua pluvial y uso eficiente del recurso.

4. **Optimizar el manejo integral de residuos sólidos urbanos**, asegurando la recolección, el almacenamiento temporal y la disposición final en sitios autorizados, con campañas de educación ambiental y participación comunitaria para reducir la disposición inadecuada y la contaminación de cuerpos de agua.

5. **Establecer programas de monitoreo ambiental** para la calidad del agua subterránea y superficial, la calidad del aire y la biodiversidad, en coordinación con las autoridades ambientales y los organismos de cuenca, siguiendo los lineamientos de la RENAMECA y la NOM-172-SEMARNAT-2019.

6. **Promover la conectividad ecológica y la restauración de corredores biológicos** entre los remanentes de vegetación y los cuerpos de agua, para favorecer la movilidad de especies y la resiliencia del sistema ambiental.

7. **Diseñar y aplicar criterios de integración paisajística** en las nuevas intervenciones, minimizando el impacto visual y preservando el valor escénico del entorno costero-urbano, mediante el uso de materiales y formas acordes al paisaje y la revegetación con especies nativas.

8. **Fortalecer la gestión y planificación urbana**, considerando la capacidad de carga ambiental, la zonificación ecológica y los escenarios de cambio climático, para evitar la expansión en zonas de alto riesgo y promover el desarrollo sostenible.

9. **Fomentar la participación comunitaria y la educación ambiental**, para sensibilizar a la población y los visitantes sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas costeros y la adopción de buenas prácticas ambientales.

Conclusión

El sistema ambiental en el área de influencia del proyecto Xiímbal Flamenco presenta una alta complejidad y vulnerabilidad, resultado de la interacción entre factores naturales y antrópicos en un contexto costero-suburbano con influencia marina. La urbanización acelerada, la presión sobre los hábitats costeros, la vulnerabilidad hídrica y la deficiencia en los servicios urbanos constituyen los principales retos para la sostenibilidad ambiental de la región. La integración de medidas de manejo ambiental, la restauración de ecosistemas y la planificación territorial basada en la capacidad de carga y la resiliencia son esenciales para mitigar los impactos y garantizar la conservación de los servicios ambientales y la calidad de vida de la población local y visitante.

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

Introducción general del capítulo

El presente capítulo tiene como objetivo identificar, describir y evaluar de manera exhaustiva los impactos ambientales derivados del proyecto Xiímbal Flamenco, localizado en la Parcela 40 de Chelem, municipio de Progreso, Yucatán, cuyas coordenadas son 21°15'41.69" N, 89°45'59.68" W y cuya superficie total es de 5,221.982 m². El análisis se realiza conforme a los lineamientos técnicos y normativos establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), integrando criterios de magnitud, duración, reversibilidad, periodicidad, sinergia, acumulación y otros relevantes para la evaluación ambiental. Se consideran las características particulares del sitio, la lotificación en 14 fracciones, la vialidad interna, la infraestructura proyectada (agua potable, energía eléctrica en baja tensión, luminarias) y la proximidad a cuerpos de agua salobre y vegetación halófita. El capítulo se estructura en secciones que abordan la identificación de impactos, la metodología de evaluación, la caracterización y valoración de los impactos detectados, los indicadores empleados y las conclusiones sobre la magnitud y mitigabilidad de los efectos ambientales, estableciendo la vinculación con las medidas propuestas en los capítulos VI y VII del Manifiesto de Impacto Ambiental.

5.1 Identificación de impactos ambientales generados por el proyecto Xiímbal Flamenco

5.1.1 Contexto del sitio y características relevantes

El proyecto Xiímbal Flamenco se ubica en la franja costera del municipio de Progreso, Yucatán, en una zona de transición entre ambientes terrestres y marino-costeros, caracterizada por la presencia de suelos someros (Leptosoles y Solonchaks), vegetación halófita, cuerpos de agua salobre y una dinámica ambiental influida por la proximidad al mar y la hidrología subterránea kárstica. La superficie del predio es de 5,221.982 m², con una lotificación prevista en 14 fracciones, vialidad interna y la proyección de infraestructura básica para servicios urbanos. El sitio se encuentra próximo a lagunas costeras y áreas de vegetación halófita, lo que le confiere una alta sensibilidad ambiental y una función relevante en la provisión de servicios ecosistémicos, tales como la protección contra eventos hidrometeorológicos, la filtración de nutrientes y la provisión de hábitat para especies de flora y fauna adaptadas a condiciones salinas.

La región de Chelem y Progreso ha experimentado en los últimos años un crecimiento acelerado de la urbanización y la presión inmobiliaria, lo que ha generado impactos acumulativos sobre ecosistemas costeros, manglares, dunas y cuerpos de agua, así como

sobre la calidad de vida de la población local. El desarrollo de proyectos como Xiímbal Flamenco debe evaluarse en este contexto regional, considerando tanto los efectos directos como las sinergias y acumulaciones con otras actividades y proyectos en la zona.

5.1.2 Identificación de impactos por lotificación y vialidad interna

La lotificación en 14 fracciones y la construcción de vialidad interna implican la remoción de vegetación halófita y secundaria, la compactación y modificación del suelo, la alteración del microrelieve y la reducción de la superficie permeable. Estas acciones generan impactos negativos sobre la estructura y función del ecosistema costero, incluyendo la pérdida de hábitat para fauna asociada, el aumento del riesgo de erosión e inundación y la fragmentación del paisaje. La apertura de vialidades y la delimitación de lotes también pueden facilitar la introducción de especies exóticas y la dispersión de contaminantes asociados a la actividad humana.

5.1.3 Identificación de impactos por infraestructura proyectada (agua potable)

La instalación de infraestructura para agua potable implica excavaciones, movimientos de tierra y la posible afectación de la calidad y cantidad del recurso hídrico subterráneo. En la región costera de Yucatán, el acuífero es la principal fuente de abastecimiento de agua, pero presenta alta vulnerabilidad a la salinización y a la contaminación por infiltración de aguas residuales y lixiviados. La construcción de redes de agua potable debe considerar la protección de las zonas de recarga y la prevención de fugas o descargas accidentales que puedan afectar el manto freático.

5.1.4 Identificación de impactos por infraestructura proyectada (baja tensión y luminarias)

La instalación de redes eléctricas de baja tensión y luminarias genera impactos asociados a la excavación y relleno de zanjas, la generación de residuos de construcción y la posible afectación de la vegetación y el suelo. Además, el alumbrado público puede contribuir a la contaminación lumínica, afectando los patrones de comportamiento de fauna nocturna y la calidad del paisaje nocturno, especialmente en zonas cercanas a cuerpos de agua y hábitats sensibles.

5.1.5 Identificación de impactos por proximidad a cuerpos de agua salobre y vegetación halófita

La cercanía del proyecto a cuerpos de agua salobre y vegetación halófita incrementa la sensibilidad ambiental del sitio. La remoción de vegetación y la alteración del suelo pueden afectar la capacidad de filtración y retención de nutrientes, aumentar el riesgo de salinización del acuífero y reducir la resiliencia del ecosistema frente a eventos extremos (huracanes, inundaciones). La vegetación halófita cumple funciones clave en la estabilización del suelo,

la protección contra la erosión y la provisión de hábitat para especies adaptadas a ambientes salinos.

5.1.6 Identificación de impactos socioeconómicos y comunitarios

El desarrollo inmobiliario genera impactos sobre la estructura social y económica de la comunidad local, incluyendo la generación de empleos temporales, el incremento en la demanda de servicios públicos (agua, energía, recolección de residuos), la modificación de los patrones de vida y el posible desplazamiento de actividades tradicionales. Si bien algunos efectos pueden ser positivos (mejora de infraestructura, empleo), otros pueden generar conflictos sociales, presión sobre los servicios y pérdida de identidad comunitaria.

5.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto Xiímbal Flamenco se realizó mediante la aplicación de metodologías reconocidas y avaladas por SEMARNAT, integrando matrices de interacción causa-efecto, listas de verificación y criterios técnicos de valoración. El proceso metodológico se estructura en las siguientes fases:

a) Identificación de acciones y factores ambientales

Se enlistaron todas las acciones del proyecto susceptibles de generar impactos (remoción de vegetación, excavaciones, construcción de vialidades, instalación de infraestructura, operación y mantenimiento, abandono) y se identificaron los factores ambientales receptores (suelo, agua, aire, vegetación, fauna, paisaje, entorno sociocomunitario).

b) Construcción de matrices de interacción

Se elaboraron matrices de doble entrada (tipo Leopold y variantes), donde las filas corresponden a los factores ambientales y las columnas a las acciones del proyecto. En cada cruce se identificó la existencia y tipo de interacción (impacto), su carácter (positivo/negativo), intensidad, extensión, duración, reversibilidad, sinergia, acumulación, periodicidad, efecto (directo/indirecto), momento de aparición, recuperabilidad y controversia.

c) Valoración de los impactos

La valoración de los impactos se realizó aplicando escalas y fórmulas establecidas por SEMARNAT y la literatura técnica:

- **Carácter:** Positivo (+1), Negativo (–1), Neutro (0)
- **Intensidad:** Baja (1), Media (2), Alta (3), Muy alta (4), Total (5)
- **Extensión:** Puntual (1), Parcial (2), Extensa (3), Total (4)

- **Duración:** Temporal (1), Mediana (2), Permanente (3)
- **Reversibilidad:** Reversible (1), Parcial (2), Irreversible (3)
- **Sinergia:** No sinérgico (1), Sinérgico (2), Muy sinérgico (3)
- **Acumulación:** Simple (1), Acumulativo (2)
- **Periodicidad:** Irregular (1), Periódica (2), Continua (3)
- **Efecto:** Directo (1), Indirecto (2)
- **Momento de aparición:** Corto (1), Mediano (2), Largo plazo (3)
- **Recuperabilidad:** Inmediata (1), Mediana (2), Mitigable (3), Irrecuperable (4)
- **Controversia:** Baja (1), Media (2), Alta (3)

La importancia del impacto (IM) se calculó con la fórmula:

$IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$

Donde cada criterio se pondera según su relevancia, y el signo indica el carácter del impacto.

d) Clasificación del impacto

Los valores obtenidos se clasifican en:

- Compatible ($IM \leq 25$)
- Moderado ($25 < IM \leq 50$)
- Severo ($50 < IM \leq 75$)
- Crítico ($IM > 75$)

e) Evaluación global y acumulativa

Se consideraron los impactos acumulativos y sinérgicos con otros proyectos y presiones regionales, así como la eficiencia esperada de las medidas de mitigación propuestas en los capítulos VI y VII.

5.2 Caracterización de los impactos detectados

La caracterización de los impactos ambientales identificados se realizó diferenciando entre impactos positivos y negativos, directos e indirectos, temporales y permanentes, y considerando las distintas fases del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y abandono.

5.2.1 Fase de preparación del sitio

Durante la preparación del sitio se identificaron impactos principalmente negativos, asociados a la remoción de vegetación halófita y secundaria, la afectación al suelo por excavaciones y nivelaciones, la alteración del microclima local y la generación de ruido y partículas en suspensión. Los impactos negativos moderados incluyen la pérdida de cubierta vegetal, la alteración del hábitat de fauna asociada, la modificación del paisaje y el aumento del riesgo de erosión e inundación. Algunos impactos positivos se relacionan con la generación de empleos temporales y la posible mejora de la infraestructura local.

5.2.2 Fase de construcción

En la etapa de construcción, los impactos negativos se asocian a la emisión de ruido y partículas, la generación de residuos sólidos y líquidos, la contaminación potencial del suelo y agua subterránea, la alteración del paisaje y la afectación a especies endémicas o protegidas. Los impactos positivos incluyen la generación de empleo y la dinamización económica local. La mayoría de los impactos negativos son temporales y reversibles, aunque algunos pueden ser permanentes si no se aplican medidas de mitigación adecuadas.

5.2.3 Fase de operación y mantenimiento

Durante la operación y mantenimiento, los impactos negativos disminuyen en número e intensidad. Se identifican principalmente la generación de residuos sólidos urbanos, la demanda de servicios públicos, el riesgo de contaminación del manto freático por infiltración de aguas residuales y la modificación de los patrones de vida comunitarios. Los impactos positivos incluyen la mejora de la infraestructura, el aumento de la calidad de vida y la generación de empleos permanentes. La mayoría de los impactos en esta fase son compatibles o nulos, y pueden ser mitigados mediante buenas prácticas de operación y gestión ambiental.

5.2.4 Fase de abandono

En la etapa de abandono, los impactos negativos se relacionan con la demolición y retiro de instalaciones, la generación de residuos de manejo especial y peligrosos, la emisión de ruido y partículas y la posible afectación al suelo y cuerpos de agua por manejo inadecuado de residuos. Los impactos positivos pueden derivarse de la restauración del sitio y la recuperación de áreas verdes, si se implementan programas de restauración ecológica y revegetación.

5.2.5 Diferenciación de impactos

- **Positivos:** Generación de empleo, mejora de infraestructura, incremento de la calidad de vida, mantenimiento de áreas verdes, contribución a la economía local.
- **Negativos:** Pérdida de vegetación, afectación a fauna y hábitat, contaminación de suelo y agua, alteración del paisaje, incremento de residuos, presión sobre servicios públicos.

- **Directos:** Remoción de vegetación, excavaciones, generación de residuos, emisiones atmosféricas.
- **Indirectos:** Fragmentación del hábitat, introducción de especies exóticas, cambios en el microclima, presión sobre servicios comunitarios.
- **Temporales:** Emisiones y residuos durante construcción, ruido, afectación visual.
- **Permanentes:** Modificación del paisaje, reducción de superficie permeable, alteración del hábitat, cambios en el uso del suelo.

5.2.1 Indicadores de impacto ambiental utilizados

La valoración de los efectos sobre los distintos componentes ambientales se realizó mediante indicadores específicos, agrupados en las siguientes categorías:

Componente	Indicador principal	Descripción y aplicación
Suelo	Calidad, estabilidad, permeabilidad, erosión	Cambios en estructura, compactación, infiltración, riesgo de erosión e inundación
Agua	Calidad, disponibilidad, salinidad, recarga	Contaminación por lixiviados, infiltración de aguas residuales, presión sobre acuífero
Aire	Calidad, partículas, ruido, gases	Emisión de polvo, partículas PM10, ruido de maquinaria, emisiones de combustión
Vegetación	Cobertura, especies protegidas, fragmentación	Superficie removida, presencia de especies NOM-059, conectividad ecológica
Fauna	Diversidad, hábitat, especies protegidas	Pérdida de hábitat, desplazamiento, afectación a especies endémicas o migratorias
Paisaje	Calidad visual, naturalidad, singularidad	Alteración de vistas, integración de infraestructura, percepción social
Entorno sociocom.	Empleo, servicios, calidad de vida, migración	Generación de empleos, presión sobre servicios, cambios en patrones de vida

Estos indicadores cumplen con los requisitos de representatividad, relevancia, exclusión, cuantificabilidad y fácil identificación, permitiendo una valoración objetiva y comparativa de los impactos ambientales en cada fase del proyecto.

5.3 Valoración de los impactos ambientales

La valoración de los impactos ambientales se realizó mediante la aplicación de una matriz técnica que integra los criterios de evaluación y los indicadores definidos en las secciones anteriores. Los resultados se presentan por fase del proyecto y por componente ambiental, diferenciando el nivel de significancia y la mitigabilidad de cada impacto.

5.3.1 Resultados de la valoración por fase

Fase	Impactos compatibles	Impactos moderados	Impactos severos/críticos	Impactos nulos
Preparación del sitio	14	6	0	2
Construcción	9	7	0	6
Operación/mantenimiento	16	0	0	6
Abandono	4	2	0	2

La mayoría de los impactos negativos identificados son de carácter moderado o compatible, temporales y reversibles, y pueden ser mitigados mediante la aplicación de las medidas propuestas en los capítulos VI y VII. No se identificaron impactos severos ni críticos que comprometan la viabilidad ambiental del proyecto.

5.3.2 Valoración por componente ambiental

- **Suelo:** Impactos moderados por remoción y compactación, riesgo de erosión e infiltración de contaminantes. Mitigables mediante revegetación, control de escurrimientos y manejo adecuado de residuos.
- **Agua:** Riesgo moderado de contaminación del manto freático por infiltración de aguas residuales y lixiviados. Mitigable mediante sistemas de tratamiento y pozos de inyección en manto salino.
- **Aire:** Impactos temporales por emisión de polvo y ruido durante construcción. Compatibles y mitigables mediante riego, mantenimiento de maquinaria y horarios restringidos.
- **Vegetación:** Pérdida de cobertura halófita y secundaria, afectación a especies nativas. Mitigable mediante reforestación con especies nativas y conservación de áreas verdes.
- **Fauna:** Desplazamiento y pérdida de hábitat para fauna asociada, riesgo para especies protegidas. Mitigable mediante rescate, reubicación y mantenimiento de corredores ecológicos.

- **Paisaje:** Alteración visual y pérdida de naturalidad. Impacto moderado, mitigable mediante integración paisajística y revegetación.
- **Entorno sociocomunitario:** Incremento en demanda de servicios, generación de empleo, cambios en patrones de vida. Impactos positivos y compatibles, con potencial de mejora mediante participación comunitaria y fortalecimiento de servicios.

5.3.3 Impactos acumulativos y sinérgicos

Se identificaron posibles efectos acumulativos y sinérgicos con otros proyectos inmobiliarios y turísticos en la región, especialmente en lo referente a la presión sobre el acuífero, la pérdida de vegetación halófita y la fragmentación de hábitats costeros. La urbanización acelerada en la franja costera de Yucatán ha generado una reducción significativa de ecosistemas de alto valor ecológico, incremento del riesgo de inundaciones y erosión, y pérdida de servicios ecosistémicos clave. La aplicación de medidas de mitigación y la coordinación con políticas de ordenamiento territorial son esenciales para minimizar estos efectos.

5.4 Conclusiones del capítulo

El análisis integral de los impactos ambientales generados por el proyecto Xiímbal Flamenco permite concluir que:

- **El proyecto presenta impactos ambientales bajos a moderados**, principalmente asociados a la remoción de vegetación halófita y secundaria, la afectación al suelo y la posible contaminación del manto freático. Estos impactos son en su mayoría temporales, reversibles y mitigables mediante la aplicación de medidas preventivas, correctivas y compensatorias propuestas en los capítulos VI y VII del Manifiesto de Impacto Ambiental.
- **No se identifican impactos severos ni críticos** que comprometan la viabilidad ambiental del proyecto, siempre y cuando se cumplan las medidas de mitigación y se implementen programas de monitoreo y vigilancia ambiental efectivos.
- **La vegetación del sitio es secundaria y halófita**, sin presencia de especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el predio, aunque en la zona de influencia pueden existir especies protegidas, lo que justifica la implementación de programas de rescate, reubicación y reforestación con especies nativas.
- **El manto freático es vulnerable a la contaminación y salinización**, por lo que es indispensable garantizar la correcta operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y la protección de las zonas de recarga.
- **El proyecto generará beneficios económicos y sociales** para la comunidad local, principalmente por la generación de empleos y la mejora de la infraestructura urbana,

aunque también implica retos en la gestión de servicios públicos y la integración social.

- **La integración de áreas verdes y la revegetación con especies nativas** contribuirán a la conservación de la biodiversidad local, la estabilización del suelo y la mejora del paisaje.
- **La coordinación con políticas de ordenamiento territorial y la aplicación de medidas de mitigación** permitirán asegurar la compatibilidad del proyecto con el entorno urbano y natural, evitando afectaciones significativas a ecosistemas sensibles y servicios ecosistémicos clave.

En síntesis, el proyecto Xiímbal Flamenco es ambientalmente viable bajo el escenario de cumplimiento estricto de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, así como de la vigilancia y monitoreo continuo de los impactos residuales y acumulativos. La implementación de estas acciones garantizará la protección de los recursos naturales, la calidad de vida de la población y la sostenibilidad del desarrollo en la región costera de Progreso, Yucatán.

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.

Introducción general del capítulo

El presente capítulo VI del Manifiesto de Impacto Ambiental (modalidad MIA 40) para el proyecto Xiímbal Flamenco, ubicado en la Parcela 40 de Chelem, municipio de Progreso, Yucatán, expone de manera integral las medidas preventivas, de mitigación y correctivas diseñadas para mantener los impactos ambientales dentro de niveles aceptables y controlables, conforme a los criterios técnicos y normativos vigentes. El análisis se fundamenta en la identificación y evaluación de los impactos ambientales realizada en el capítulo V, considerando la naturaleza del proyecto (5,221.982 m², 14 fracciones, infraestructura básica) y el contexto regional costero del norte de Yucatán.

La estructura del capítulo sigue los lineamientos oficiales y las mejores prácticas institucionales, abordando de manera diferenciada cada componente ambiental: suelo, agua, aire, vegetación, fauna, paisaje y entorno sociocomunitario. Se detallan los programas de vigilancia ambiental, los indicadores y mecanismos de verificación, así como los

procedimientos de seguimiento y control (monitoreo) en las distintas fases del proyecto. Asimismo, se analiza la pertinencia de la fijación de montos y fianzas conforme a la legislación aplicable, y se presentan conclusiones técnicas sobre la viabilidad ambiental del proyecto bajo la implementación de las medidas propuestas.

El enfoque adoptado prioriza la prevención de los impactos antes que su corrección, en concordancia con los principios de la política ambiental nacional y estatal, y se sustenta en fuentes oficiales como SEMARNAT, CONAGUA, INEGI, la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Yucatán, así como en estudios regionales recientes y normatividad específica aplicable.

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

6.1.1 Suelo

Las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto Xiímbal Flamenco pueden generar impactos sobre el suelo, principalmente por la remoción de vegetación, compactación, generación de residuos sólidos y riesgo de contaminación por derrames de combustibles o lubricantes. Para mitigar estos efectos, se establecen las siguientes medidas:

- **Manejo y disposición controlada de residuos sólidos:** Se instalarán contenedores rotulados (orgánicos, inorgánicos y sanitarios) en puntos estratégicos del predio. Los residuos serán recolectados periódicamente y enviados a sitios autorizados por la autoridad municipal, favoreciendo la separación y reciclaje de materiales reutilizables.
- **Prevención de contaminación por sustancias peligrosas:** Todos los vehículos y equipos deberán estar en óptimas condiciones mecánicas para evitar fugas. En caso de ser indispensable el almacenamiento temporal de combustibles o lubricantes, se utilizarán tapetes plásticos y depósitos de seguridad. El suelo contaminado con hidrocarburos será tratado como residuo peligroso conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005.
- **Control de derrames:** Se implementarán sistemas de control y respuesta inmediata ante derrames, incluyendo materiales absorbentes y procedimientos de limpieza. Las reparaciones de maquinaria se realizarán preferentemente fuera del sitio o sobre superficies impermeables.
- **Delimitación de áreas de conservación:** Se balizarán las áreas destinadas a conservación y áreas verdes, evitando la remoción innecesaria de vegetación y la compactación fuera de la huella autorizada.

- **Prohibición de prácticas inadecuadas:** Se prohíbe la defecación al aire libre, estableciéndose el uso obligatorio de sanitarios portátiles para el personal de obra. Al término de cada jornada, se verificará que el predio esté libre de residuos.

Estas medidas buscan evitar la degradación, erosión y contaminación del suelo, manteniendo su capacidad de infiltración y su función ecológica en el entorno costero.

6.1.2 Agua (superficial y subterránea)

El componente hídrico es especialmente sensible en la región de Chelem, dada la presencia de un acuífero kárstico de alta vulnerabilidad a la contaminación y la importancia de los flujos superficiales y subterráneos para la recarga y el equilibrio ambiental. Las medidas propuestas son:

- **Uso racional y eficiente del agua:** Se empleará únicamente el volumen de agua necesario para las actividades de obra y operación, evitando desperdicios mediante la instalación de llaves ahorradoras y sistemas de captación de agua pluvial para su infiltración controlada.
- **Tratamiento de aguas residuales:** Se instalarán biodigestores prefabricados con etapas de sedimentación y filtración, cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-1996 para descargas a cuerpos receptores. Los lodos serán extraídos y dispuestos por empresas autorizadas, y las aguas tratadas se dirigirán a campos de oxidación y absorción subsuperficial.
- **Prevención de contaminación del acuífero:** Se evitará la infiltración de aguas residuales sin tratamiento y la disposición de sustancias peligrosas en el sitio. Se mantendrán áreas verdes con suelo natural para favorecer la recarga y filtración de agua de lluvia.
- **Manejo de aguas pluviales:** Se promoverá la captación y aprovechamiento de agua de lluvia mediante pozos de absorción, reduciendo el escurrimiento superficial y el riesgo de inundaciones.
- **Supervisión y mantenimiento:** El sistema de tratamiento será operado y mantenido por personal capacitado, con registros periódicos de funcionamiento y calidad del efluente.

Estas acciones son fundamentales para proteger la calidad del agua superficial y subterránea, prevenir la intrusión salina y garantizar el abastecimiento sostenible en la región.

6.1.3 Aire y ruido

Durante la preparación del sitio y la construcción, se prevé la generación de emisiones atmosféricas (polvo, gases de combustión) y ruido por el uso de maquinaria y vehículos. Las medidas de mitigación incluyen:

- **Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos:** Todos los equipos deberán someterse a revisiones periódicas para asegurar el cumplimiento de las NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-080-SEMARNAT-1994 en cuanto a emisiones y niveles de ruido.
- **Control de polvo:** Se humedecerán las superficies expuestas y los materiales de construcción durante actividades de compactación y nivelación. Los vehículos de transporte de materiales pétreos deberán cubrirse con lonas para evitar la dispersión de partículas.
- **Prohibición de quema de residuos:** Está estrictamente prohibida la quema de basura y material orgánico en el sitio, evitando la emisión de contaminantes atmosféricos.
- **Reducción de ruido:** Se utilizarán equipos con silenciadores en buen estado, y la maquinaria no permanecerá encendida cuando no esté en operación. Se instalarán tapiales perimetrales para atenuar la propagación del ruido hacia el exterior.
- **Protección del personal:** Todos los trabajadores deberán contar con equipo de protección auditiva y recibir capacitación sobre los riesgos asociados al ruido.

Estas medidas buscan mantener la calidad del aire y el ambiente sonoro dentro de los límites normativos, protegiendo la salud de los trabajadores y de la comunidad circundante.

6.1.4 Vegetación terrestre y acuática

La vegetación costera cumple funciones ecológicas clave, como la protección contra la erosión, la recarga hídrica y el mantenimiento del hábitat para la fauna. Las medidas para este componente son:

- **Rescate y reubicación de flora silvestre:** Antes del desmonte, se identificará y rescatarán ejemplares de especies nativas y, en su caso, protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, reubicándolos en áreas verdes o de conservación dentro del predio.
- **Reforestación y enriquecimiento:** Se mantendrá un porcentaje significativo del predio (al menos 13.8%) como áreas verdes, utilizando exclusivamente especies nativas adaptadas al ecosistema costero, como la uva de mar y el lirio de playa.
- **Control de especies exóticas:** Se restringirá el uso de especies vegetales exóticas en el diseño paisajístico, priorizando la restauración de la vegetación original y la conectividad ecológica.
- **Manejo de residuos vegetales:** Los residuos de vegetación serán triturados y compostados o enviados a sitios autorizados, evitando su acumulación y quema en el sitio.

Estas acciones contribuyen a la conservación de la biodiversidad, la estabilidad del suelo y la resiliencia del ecosistema ante eventos hidrometeorológicos.

6.1.5 Fauna

La fauna silvestre en la zona costera de Chelem incluye aves, reptiles y pequeños mamíferos, algunos de los cuales pueden estar protegidos o ser endémicos. Las medidas de mitigación son:

- **Verificación de ausencia de especies protegidas:** Antes de iniciar actividades de desmonte o construcción, se realizará una inspección para detectar la presencia de nidos, madrigueras o ejemplares de especies protegidas, procediendo a su rescate y reubicación si es necesario.
- **Prohibición de caza y extracción:** Se establecerá como norma la prohibición absoluta de caza, captura, maltrato, extracción y comercialización de fauna nativa, incluyendo la colocación de señalización y la capacitación del personal.
- **Restricción de iluminación:** Durante el periodo de anidación y eclosión de tortugas marinas, se restringirá la iluminación directa hacia la playa y el mar, evitando la desorientación de los neonatos.
- **Mantenimiento de corredores ecológicos:** Se conservarán franjas de vegetación natural que permitan el paso y la movilidad de la fauna silvestre entre predios y hacia la duna costera.

Estas medidas minimizan el impacto sobre la fauna local y favorecen la conservación de los procesos ecológicos en el entorno del proyecto.

6.1.6 Paisaje y visual

El paisaje costero es un recurso ambiental y turístico de alto valor en la región. Para evitar impactos negativos, se implementarán las siguientes acciones:

- **Integración arquitectónica:** El diseño de la infraestructura respetará la escala y materiales predominantes en la zona, evitando edificaciones que sobresalgan del perfil costero o alteren la armonía visual.
- **Restauración de áreas afectadas:** Al concluir la construcción, se restaurarán las áreas temporalmente impactadas mediante la siembra de especies nativas y la limpieza de residuos, asegurando la recuperación del paisaje original.
- **Colocación de barreras visuales:** Durante la obra, se instalarán tapiales y mamparas para reducir la visibilidad de los trabajos y controlar la dispersión de polvo y residuos.
- **Mantenimiento de vegetación perimetral:** Se conservará la vegetación existente en el perímetro del predio como barrera visual y de protección.

Estas medidas aseguran la compatibilidad del proyecto con el entorno paisajístico y la percepción visual de residentes y visitantes.

6.1.7 Entorno sociocomunitario

El entorno sociocomunitario de Chelem se caracteriza por una economía local basada en el turismo, la pesca y los servicios. Las medidas para este componente buscan maximizar los beneficios y minimizar los riesgos sociales:

- **Contratación local:** Se dará preferencia a la contratación de mano de obra y proveedores de la localidad y comisarías aledañas, promoviendo la derrama económica y el fortalecimiento del tejido social.
- **Abastecimiento responsable:** Los insumos y servicios requeridos serán adquiridos a proveedores con capacidad suficiente y cumplimiento de la normatividad ambiental y laboral.
- **Transporte y logística:** La transportación de maquinaria y materiales se realizará en horarios de menor tráfico para reducir molestias y riesgos viales en la comunidad.
- **Educación ambiental:** Se impartirán pláticas de sensibilización ambiental a los trabajadores y se promoverá la participación comunitaria en actividades de limpieza y conservación.
- **Respeto a la propiedad y accesos:** No se afectará ningún acceso público a la playa ni a bienes comunales; el predio es de propiedad privada y las actividades se limitarán a su polígono autorizado.

Estas acciones buscan fortalecer la aceptación social del proyecto y garantizar la convivencia armónica con la comunidad local.

6.2 Programa de vigilancia ambiental

El programa de vigilancia ambiental es el instrumento operativo que garantiza la correcta implementación y cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y correctivas propuestas. Su diseño responde a los criterios técnicos y normativos aplicables, y se estructura en torno a los siguientes elementos:

Responsables

- **Etapa de construcción:** La empresa constructora será responsable de la ejecución de las medidas ambientales, bajo la supervisión de un responsable técnico ambiental designado por el promovente. Este responsable coordinará las acciones de vigilancia, elaborará los reportes y mantendrá la comunicación con las autoridades ambientales competentes.

- **Etapa de operación:** El propietario del desarrollo y el personal de mantenimiento asumirán la responsabilidad de la vigilancia ambiental, asegurando la continuidad de las medidas y el cumplimiento de las condicionantes establecidas en la autorización ambiental.

Frecuencia

- **Construcción:** La vigilancia se realizará de manera mensual, con inspecciones visuales semanales y reportes mensuales de avance y cumplimiento.
- **Operación:** El seguimiento será trimestral para los principales indicadores ambientales, con reportes semestrales y una evaluación anual integral.

Indicadores ambientales

La selección de indicadores responde a la necesidad de contar con parámetros medibles, representativos y verificables para cada componente ambiental. Los principales indicadores son:

Componente	Indicador principal	Método de medición	Frecuencia
Suelo	Presencia de residuos sólidos fuera de contenedores	Inspección visual, bitácora	Mensual
Agua	Calidad del agua tratada (DBO5, SST)	Análisis de laboratorio, registro	Trimestral
Aire	Niveles de partículas suspendidas, ruido	Medición instrumental, bitácora	Mensual
Vegetación	Superficie de áreas verdes y conservación	Fotografía georreferenciada	Semestral
Fauna	Número de ejemplares rescatados/reubicados	Reporte técnico, inspección	Semestral
Paisaje	Estado de restauración de áreas afectadas	Inspección visual, fotografía	Mensual
Sociocomunitario	Contratación local, quejas recibidas	Registro administrativo, encuestas	Trimestral

La metodología de medición se basa en la observación directa, registros fotográficos, análisis de laboratorio y documentación administrativa, conforme a los formatos oficiales y las mejores prácticas institucionales.

Mecanismos de verificación y reporte

- **Bitácora ambiental:** Se llevará una bitácora de obra y operación donde se registrarán todas las acciones ambientales, incidencias, medidas correctivas y resultados de las inspecciones.
- **Reportes fotográficos:** Se documentarán mediante fotografías georreferenciadas las condiciones del sitio, el avance de las medidas y la restauración de áreas afectadas.
- **Contratos y manifiestos:** Se conservarán los contratos de recolección de residuos, manifiestos de disposición final y certificados de mantenimiento de sistemas de tratamiento.
- **Informes técnicos:** Se elaborarán informes mensuales, trimestrales y anuales de cumplimiento, que serán entregados a la autoridad ambiental y estarán disponibles para consulta pública conforme a la legislación de transparencia.

Estos mecanismos aseguran la trazabilidad, transparencia y eficacia del programa de vigilancia ambiental, permitiendo la detección oportuna de desviaciones y la aplicación de medidas correctivas.

6.3 Seguimiento y control (Monitoreo)

El seguimiento y control ambiental, o monitoreo, es un proceso continuo que permite verificar el grado de cumplimiento de los requerimientos ambientales y la eficacia de las medidas implementadas. Se estructura en función de las fases del proyecto y los indicadores definidos.

Fases del proyecto

- **Preparación:** Incluye la delimitación del área de construcción, la remoción controlada de vegetación, la instalación de sanitarios portátiles y la verificación de la ausencia de especies protegidas. El monitoreo se centra en la correcta ejecución de estas acciones y en la prevención de impactos no previstos.
- **Construcción:** Se supervisa el manejo de residuos sólidos y peligrosos, el control de emisiones atmosféricas y de ruido, la instalación y funcionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, y la restauración de áreas temporalmente impactadas. Se realizan inspecciones semanales y reportes mensuales.
- **Operación:** El monitoreo se enfoca en el mantenimiento de las instalaciones, la calidad del agua tratada, la conservación de áreas verdes, el manejo de residuos y la atención a quejas o incidencias ambientales. Se efectúan inspecciones trimestrales y evaluaciones anuales.

Medidas correctivas y protocolos de contingencia

En caso de detectarse incumplimientos, desviaciones o impactos no previstos, se activarán las siguientes medidas correctivas:

- **Ajuste de actividades:** Modificación inmediata de los procedimientos o actividades que generen impactos fuera de los límites aceptables, reforzando las medidas de mitigación correspondientes.
- **Notificación a la autoridad:** Comunicación oportuna a la autoridad ambiental competente sobre la incidencia y las acciones correctivas implementadas, conforme a los términos de la autorización ambiental.
- **Restitución y compensación:** En caso de daños a la vegetación, fauna o áreas de conservación, se procederá a la reforestación adicional, la reubicación de fauna o la restauración de hábitats afectados, siguiendo los criterios de la Estrategia Estatal para la Recuperación y Conservación de Ecosistemas.
- **Protocolo de emergencias:** Se contará con un plan de contingencia para la atención de derrames, incendios, eventos hidrometeorológicos y otros riesgos naturales, siguiendo las recomendaciones de la autoridad de protección civil y los planes sectoriales aplicables.

El monitoreo ambiental se documentará mediante registros, informes y evidencias fotográficas, permitiendo la retroalimentación y mejora continua del programa de gestión ambiental.

6.4 Información necesaria para la fijación de montos y fianzas

La fijación de montos y fianzas es un mecanismo previsto en la legislación ambiental para garantizar la reparación de daños o la ejecución de medidas de restauración en proyectos de alto riesgo o gran escala. Para el caso del proyecto Xiímbal Flamenco, se realiza el siguiente análisis:

Criterios de aplicabilidad

- **Superficie y características:** El proyecto Xiímbal Flamenco abarca una superficie de 5,221.982 m², dividido en 14 fracciones, con infraestructura básica y sin actividades de alto riesgo ni generación significativa de residuos peligrosos.
- **Ubicación:** El predio se localiza en una zona urbana, fuera de Áreas Naturales Protegidas y sin afectación a ecosistemas prioritarios o especies en riesgo.
- **Normatividad vigente:** Conforme a la Ley Federal de Derechos y los criterios de la SEMARNAT, la fijación de montos y fianzas aplica principalmente a proyectos de

gran escala, con riesgo ambiental significativo o ubicados en zonas de conservación estricta.

- **Evaluación de riesgos:** No se identifican actividades de alto riesgo, generación de residuos peligrosos ni impactos críticos que justifiquen la aplicación obligatoria de montos y fianzas para este tipo y tamaño de proyecto.

Recomendaciones

- **No aplicabilidad:** En el caso del proyecto Xiímbal Flamenco, no se considera aplicable la fijación de montos y fianzas conforme a la legislación vigente, siempre y cuando se cumpla con las medidas preventivas, correctivas y de mitigación propuestas y se mantenga un fondo de contingencia para la atención de emergencias ambientales menores.
- **Fondo de contingencia:** Se recomienda, como buena práctica, mantener un fondo de contingencia proporcional al costo estimado de las medidas de restauración y mantenimiento, para atender eventuales daños o incidencias ambientales, aunque no sea obligatorio por ley.

Esta evaluación se fundamenta en la normatividad federal y estatal, así como en los criterios técnicos y de proporcionalidad para proyectos turísticos de pequeña y mediana escala en la región.

6.5 Conclusiones del capítulo

El análisis integral de las medidas preventivas, de mitigación y correctivas propuestas para el proyecto Xiímbal Flamenco permite concluir que:

- **Viabilidad ambiental:** Las medidas diseñadas para cada componente ambiental (suelo, agua, aire, vegetación, fauna, paisaje y entorno sociocomunitario) son técnicamente sólidas, viables y acordes con la normatividad vigente, permitiendo mantener los impactos dentro de niveles aceptables y controlables.
- **Cumplimiento normativo:** El proyecto cumple con los criterios ecológicos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY), así como con las normas oficiales mexicanas aplicables en materia de emisiones, residuos y tratamiento de aguas residuales.
- **Gestión integral:** El programa de vigilancia ambiental, los indicadores seleccionados y los mecanismos de verificación y reporte aseguran la correcta implementación y seguimiento de las medidas, permitiendo la detección oportuna de desviaciones y la aplicación de medidas correctivas eficaces.

- **No aplicabilidad de montos y fianzas:** Por el tipo, tamaño y características del proyecto, no se requiere la fijación de montos y fianzas conforme a la legislación vigente, aunque se recomienda mantener un fondo de contingencia para emergencias menores.
- **Sustentabilidad y beneficio social:** El proyecto promueve la contratación local, el abastecimiento responsable de insumos y la educación ambiental, generando beneficios económicos y sociales para la comunidad de Chelem y contribuyendo a la conservación del entorno costero.
- **Resiliencia y adaptación:** Las medidas propuestas consideran la protección ante riesgos naturales (huracanes, inundaciones, erosión costera) y la adaptación al cambio climático, fortaleciendo la resiliencia del sistema ambiental y social local.

En conjunto, la implementación rigurosa de las medidas preventivas y de mitigación permitirá el desarrollo sustentable del proyecto Xiímbal Flamenco, sin comprometer la integridad del sistema ambiental ni los servicios ecosistémicos de la región. Se recomienda mantener la actualización y mejora continua del programa de gestión ambiental, en función de los resultados del monitoreo y la retroalimentación de las partes interesadas.

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

Introducción general del capítulo

El presente capítulo VII tiene como objetivo analizar y proyectar los escenarios ambientales derivados de la ejecución o no del proyecto Xiímbal Flamenco, ubicado en la Parcela 40 de Chelem, municipio de Progreso, Yucatán, conforme a la modalidad MIA 40. Se abordan de manera integral los pronósticos ambientales y la evaluación de alternativas, considerando la evolución natural del sitio, la presión urbana, el deterioro ambiental por falta de ordenamiento, la pérdida de oportunidad de desarrollo controlado, los impactos identificados en etapas previas, las características del predio (5,221.982 m², 14 fracciones), la infraestructura proyectada, la presión sobre servicios y ecosistemas, así como la eficacia de las medidas de mitigación propuestas. La metodología empleada se fundamenta en el análisis comparativo de escenarios, la valoración de impactos mediante matrices matemáticas y la integración de datos oficiales y regionales (INEGI, CONAGUA, SEMARNAT, POETCY), asegurando el cumplimiento de la normatividad vigente y la alineación con los requisitos estatales y municipales para la Manifestación de Impacto Ambiental en Yucatán.

El análisis se estructura en seis apartados: (1) descripción y análisis del escenario sin proyecto, (2) escenario con proyecto, (3) escenario con medidas de mitigación, (4) pronóstico ambiental comparativo, (5) evaluación de alternativas y (6) conclusiones sobre la viabilidad ambiental del proyecto. Cada sección integra información técnica, datos regionales y criterios normativos, permitiendo una valoración objetiva y sustentada de los posibles cursos de acción y sus implicaciones ambientales, sociales y económicas.

7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

7.1.1 Evolución natural del sitio

El área de la Parcela 40 de Chelem se localiza en una zona costera caracterizada históricamente por la presencia de vegetación de duna costera, manglares, petenes y selva baja inundable, elementos que conforman un mosaico ecológico de alta fragilidad y valor ambiental. La vegetación dominante incluye especies como la uva de mar (Coccoloba uvifera), chit (Thrinax radiata), y asociaciones de arbustos y herbáceas adaptadas a la salinidad y a la dinámica litoral. El sitio, en ausencia de intervención antrópica, tendería a mantener procesos de sucesión ecológica, regeneración natural y estabilización de dunas, contribuyendo a la protección contra la erosión costera y la conservación de hábitats para fauna silvestre, incluyendo aves migratorias y residentes como el flamenco rosado (Phoenicopterus ruber).

No obstante, la dinámica natural del litoral yucateco está sujeta a perturbaciones periódicas por fenómenos meteorológicos extremos (huracanes, nortes), variaciones en el nivel del mar y procesos erosivos-acrecionales. Estudios recientes indican una tendencia predominante a la erosión en la costa norte de Yucatán, con tasas anuales que pueden superar los 4 m/año en zonas críticas, aunque el sector Chelem-Progreso ha mostrado cierta estabilidad relativa en la última década, atribuible a la morfología local y a la presencia de infraestructura portuaria que modifica el transporte litoral.

En el escenario sin proyecto, la vegetación nativa continuaría su proceso de regeneración, aunque de manera fragmentada y sujeta a los efectos del aislamiento ecológico. La fauna silvestre mantendría patrones de uso del hábitat similares a los actuales, con desplazamientos estacionales y utilización de corredores ecológicos costeros. Sin embargo, la resiliencia del sistema estaría condicionada por la presión antrópica creciente y la vulnerabilidad inherente a los ecosistemas costeros.

7.1.2 Presión urbana y deterioro ambiental por falta de ordenamiento

El municipio de Progreso y sus comisarías costeras, como Chelem, han experimentado en las últimas décadas un crecimiento urbano acelerado, impulsado por la demanda de vivienda vacacional, el desarrollo turístico y la expansión de la infraestructura portuaria y de servicios.

Este proceso ha generado una fragmentación progresiva de los ecosistemas, ocupación de zonas de duna y manglar, y una presión creciente sobre los servicios básicos (agua potable, drenaje, manejo de residuos) y los recursos naturales.

La falta de un ordenamiento territorial efectivo y la insuficiencia de instrumentos de control han propiciado la proliferación de asentamientos irregulares, la urbanización de áreas ambientalmente sensibles y la degradación de la calidad ambiental. Se observa la acumulación de residuos sólidos urbanos en predios baldíos, la compactación y pérdida de la capa fértil del suelo, y la alteración de los flujos hidrológicos superficiales y subterráneos, lo que incrementa el riesgo de contaminación del acuífero y la intrusión salina.

La presión urbana también se manifiesta en la demanda creciente de servicios de agua potable, que en periodos vacacionales puede multiplicar la población flotante y sobrepasar la capacidad de extracción y distribución de los sistemas locales, generando problemas de baja presión, desabasto y deterioro de la infraestructura hidráulica. La ausencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales en la mayoría de las viviendas y desarrollos incrementa la carga contaminante sobre el subsuelo y los cuerpos lagunares, agravando la vulnerabilidad del sistema hídrico regional.

7.1.3 Pérdida de oportunidad de desarrollo controlado

La inacción o la ausencia de proyectos planificados y regulados en la zona implica la pérdida de oportunidad para orientar el crecimiento urbano bajo criterios de sustentabilidad y control ambiental. Sin un desarrollo controlado, la tendencia es hacia la ocupación dispersa, la fragmentación del hábitat, el deterioro de los servicios ambientales y la pérdida de valor paisajístico y turístico del litoral.

El escenario sin proyecto perpetúa la dinámica de deterioro incremental, donde la regeneración natural de la vegetación y la resiliencia de los ecosistemas se ven superadas por la presión antrópica, la falta de infraestructura adecuada y la ausencia de mecanismos efectivos de conservación y restauración. Se desaprovecha la posibilidad de implementar soluciones integrales que compatibilicen el desarrollo urbano con la conservación de los recursos naturales y la mejora de la calidad de vida de la población local.

7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

7.2.1 Descripción general del proyecto Xiímbal Flamenco

El proyecto Xiímbal Flamenco contempla la urbanización y lotificación de un predio de 5,221.982 m², dividido en 14 fracciones, ubicado en la Parcela 40 de Chelem, municipio de Progreso, Yucatán. La infraestructura proyectada incluye vialidades internas, banquetas, camellones, rotonda de acceso, áreas verdes, zonas de conservación, estacionamientos, Casa Club, terrazas bar, canchas deportivas, pet park, áreas de juegos infantiles y senderos

peatonales. El desarrollo está diseñado para albergar viviendas unifamiliares y contempla la dotación de servicios básicos (agua potable, energía eléctrica, drenaje pluvial, manejo de residuos sólidos).

El predio se localiza en una zona de transición entre el área urbana consolidada y los ecosistemas costeros, dentro de la Unidad de Gestión Ambiental MER03-SEL_AP1 del POETCY, compatible con los usos de suelo permitidos para desarrollos habitacionales de baja densidad y actividades turísticas de bajo impacto.

7.2.2 Impactos identificados en el Capítulo V (resumen técnico)

El análisis de impactos ambientales realizado en el Capítulo V, mediante el método de matrices matemáticas, identificó los siguientes efectos principales asociados a las distintas etapas del proyecto:

- **Remoción de vegetación y pérdida de hábitat:** La preparación del sitio implica la remoción de vegetación secundaria de duna costera y la alteración del hábitat de fauna silvestre, con desplazamiento temporal de especies y reducción de la conectividad ecológica.
- **Modificación del suelo y topografía:** Las actividades de excavación y nivelación generan compactación, pérdida de capa fértil y riesgo de erosión, especialmente en áreas de pendiente o cercanas a cuerpos de agua.
- **Generación de residuos sólidos y líquidos:** Durante la construcción y operación se prevé la generación de residuos sólidos urbanos, escombros y aguas residuales, con riesgo de manejo inadecuado y contaminación del suelo y acuífero si no se implementan sistemas de gestión adecuados.
- **Emisiones atmosféricas y sonoras:** El uso de maquinaria y vehículos genera emisiones de partículas, gases y ruido, con afectaciones temporales y localizadas a la calidad del aire y el confort acústico.
- **Presión sobre servicios públicos:** El incremento de la demanda de agua potable, energía eléctrica y servicios de recolección de residuos puede sobrepasar la capacidad instalada, especialmente en periodos de alta ocupación.
- **Alteración del paisaje y percepción visual:** La introducción de infraestructura y edificaciones modifica la estructura del paisaje costero, con posibles efectos sobre el valor escénico y la percepción de los visitantes y residentes.
- **Impactos socioeconómicos:** El proyecto genera empleos temporales y permanentes, dinamiza la economía local y puede contribuir a la mejora de la calidad de vida, aunque también puede incrementar la presión sobre los recursos y servicios existentes.

La valoración de estos impactos, conforme a los criterios de magnitud, extensión, duración, sinergia, acumulación y controversia, los clasifica mayoritariamente como compatibles o moderados, siendo mitigables mediante la aplicación de medidas específicas en cada etapa del proyecto.

7.2.3 Infraestructura proyectada y presión sobre servicios

La infraestructura proyectada contempla la dotación de vialidades internas, banquetas, camellones, áreas verdes y zonas de conservación, así como la conexión a los servicios públicos municipales y estatales. La demanda estimada de agua potable y energía eléctrica se ajusta a los parámetros establecidos por la CONAGUA y la CFE, respectivamente, aunque se reconoce la necesidad de gestionar eficientemente el recurso hídrico y de implementar sistemas de captación y reutilización de aguas pluviales y residuales.

La presión sobre los servicios públicos se incrementa en función de la densidad de ocupación y la estacionalidad de la demanda, especialmente en periodos vacacionales, cuando la población flotante puede multiplicar la demanda de agua, energía y manejo de residuos. El sistema de drenaje pluvial propuesto se basa en pozos de absorción y zanjas de infiltración, aprovechando la alta permeabilidad del suelo kárstico de la región, lo que contribuye a reducir el riesgo de inundaciones y a mantener el ciclo hidrológico natural.

El manejo de residuos sólidos contempla la separación en origen, la recolección periódica y la disposición final en sitios autorizados, conforme a la normatividad municipal y estatal. El tratamiento de aguas residuales se prevé mediante sistemas descentralizados (biodigestores certificados), garantizando el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas y la protección del acuífero.

7.2.4 Presión sobre ecosistemas y fauna (incluyendo flamencos)

La ejecución del proyecto implica la ocupación de una superficie actualmente cubierta por vegetación secundaria de duna costera, con la consiguiente pérdida de hábitat y fragmentación ecológica. Si bien el predio no se localiza dentro de áreas naturales protegidas ni en zonas de anidación crítica para especies prioritarias, la región de Chelem forma parte del corredor biológico costero y es utilizada como ruta de paso y alimentación por aves migratorias y residentes, incluyendo el flamenco rosado.

Las principales amenazas para la fauna, y en particular para los flamencos, derivan de la fragmentación del hábitat, la alteración de los flujos hidrológicos, la contaminación por residuos y aguas residuales, y la presencia de infraestructura eléctrica y vial que incrementa el riesgo de colisiones y atropellamientos. En los últimos años, la mortalidad de flamencos por electrocución y ataques de perros ferales ha sido significativa en la costa de Yucatán, lo que ha motivado la implementación de medidas de mitigación específicas, como la instalación de boyas de señalización en tendidos eléctricos y campañas de control de fauna nociva.

El proyecto Xiímbal Flamenco, al ubicarse en una zona de transición y no contemplar la construcción de infraestructura de gran escala ni la ocupación de humedales o manglares, presenta un riesgo moderado para la fauna local, siempre y cuando se implementen medidas de conservación de franjas verdes, control de accesos y monitoreo ambiental continuo.

7.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación propuestas

7.3.1 Conservación de franjas verdes

El diseño del proyecto contempla la conservación de áreas verdes y zonas de amortiguamiento ecológico, representando aproximadamente el 7.8% de la superficie total del predio (3.29% como zona de conservación y 4.52% como áreas verdes). Estas franjas verdes cumplen funciones clave en la conectividad ecológica, la protección contra la erosión, la infiltración de agua pluvial y la provisión de hábitat para fauna silvestre. La revegetación con especies nativas y la restricción de actividades en estas áreas contribuyen a mantener la integridad del paisaje y a reducir los efectos de la fragmentación.

La conservación de franjas verdes también actúa como barrera natural contra la dispersión de contaminantes, el ruido y el polvo generado durante la construcción y operación, mejorando la calidad ambiental y el confort de los residentes y visitantes. La integración de corredores ecológicos y la conexión con áreas naturales adyacentes refuerzan la resiliencia del sistema y facilitan el desplazamiento de especies, incluyendo aves migratorias.

7.3.2 Drenaje pluvial controlado

El sistema de drenaje pluvial propuesto aprovecha la alta permeabilidad del suelo kárstico de la región, mediante la instalación de zanjas de infiltración, pozos de absorción y áreas verdes deprimidas que actúan como sumideros naturales de agua de lluvia. Esta estrategia imita el ciclo hidrológico natural, reduce el riesgo de inundaciones urbanas, mejora la recarga del acuífero y minimiza la escorrentía superficial que podría arrastrar contaminantes hacia cuerpos de agua sensibles.

La implementación de pavimentos permeables, la eliminación de guarniciones impermeables y el mantenimiento regular del sistema de drenaje son medidas complementarias que incrementan la eficiencia y sostenibilidad del sistema, adaptándolo a las condiciones geológicas y climáticas de la península de Yucatán.

7.3.3 Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales se realizará mediante sistemas descentralizados certificados (biodigestores tipo STAR II), garantizando la separación y tratamiento adecuado de aguas grises y negras en cada vivienda y área común del desarrollo. Estos sistemas

cumplen con la NOM-066-CNA-1997 y están diseñados para operar de manera eficiente en suelos de alta permeabilidad, minimizando el riesgo de contaminación del acuífero y la intrusión salina.

La reutilización de aguas tratadas para el riego de áreas verdes y la promoción de sistemas ahorradores de agua contribuyen a la sostenibilidad hídrica del proyecto y a la reducción de la demanda sobre el sistema público de abastecimiento. El monitoreo periódico de la calidad del efluente y la capacitación de los usuarios en el mantenimiento de los sistemas son elementos clave para asegurar el cumplimiento de los estándares ambientales y la protección de la salud pública.

7.3.4 Monitoreo ambiental

Se establecerá un Programa de Monitoreo Ambiental integral, que abarcará las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto. El monitoreo incluirá la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación, el seguimiento de indicadores ambientales clave (calidad del aire, agua, suelo, vegetación, fauna), la documentación fotográfica y la elaboración de informes periódicos para las autoridades competentes.

El monitoreo ambiental permitirá detectar desviaciones respecto a los escenarios previstos, identificar impactos no anticipados y ajustar las estrategias de manejo en función de los resultados obtenidos. La participación de personal técnico especializado y la coordinación con las autoridades ambientales (SEMARNAT, SDS, PROFEPA) garantizan la transparencia y eficacia del proceso.

7.4 Pronóstico ambiental: comparación de escenarios y proyección temporal

7.4.1 Comparación de escenarios a corto plazo (0-5 años)

En el corto plazo, el escenario sin proyecto se caracteriza por la continuidad de la fragmentación ecológica, el aumento de residuos sólidos dispersos y la presión urbana desordenada, con pérdida gradual de vegetación y hábitat para fauna silvestre. La ausencia de intervención planificada perpetúa la degradación ambiental y la insuficiencia de servicios básicos.

La ejecución del proyecto sin medidas de mitigación generaría impactos significativos durante la preparación del sitio y la construcción, incluyendo la remoción de vegetación, la compactación del suelo, la generación de residuos y la contaminación potencial del acuífero por descargas de aguas residuales sin tratamiento. Estos efectos serían localizados pero de alta intensidad, con riesgo de afectaciones irreversibles si no se controlan adecuadamente.

Con la implementación de medidas de mitigación, los impactos negativos se reducen a niveles compatibles o moderados, siendo en su mayoría temporales y reversibles. La

conservación de franjas verdes, el drenaje pluvial controlado, el tratamiento de aguas residuales y el monitoreo ambiental permiten mantener la calidad ambiental y la funcionalidad ecológica del sitio, facilitando la integración del desarrollo urbano con el entorno natural.

7.4.2 Comparación de escenarios a mediano plazo (5-20 años)

En el mediano plazo, el escenario sin proyecto podría derivar en una urbanización desordenada, con ocupación progresiva de predios baldíos, incremento de la presión sobre los servicios públicos y deterioro de la calidad ambiental. La pérdida de vegetación y la fragmentación del hábitat se acentuarían, reduciendo la resiliencia del sistema y la capacidad de recuperación ante perturbaciones externas (huracanes, inundaciones, sequías).

La ejecución del proyecto sin medidas de mitigación incrementaría la presión sobre los servicios públicos, los ecosistemas y la fauna local, con riesgo de sanciones por incumplimiento normativo y afectaciones a la viabilidad del desarrollo. La infraestructura proyectada en zonas vulnerables podría sufrir daños por eventos meteorológicos extremos, comprometiendo la inversión y la seguridad de los usuarios.

Con la aplicación de medidas integradas, se espera una consolidación del desarrollo urbano con servicios adecuados, conservación de áreas verdes y restauración de ecosistemas degradados. La integración de instrumentos de política pública, la participación comunitaria y el fortalecimiento de capacidades institucionales son factores clave para mantener niveles aceptables de impacto y promover la resiliencia socioecológica del sistema.

7.4.3 Comparación de escenarios a largo plazo (>20 años)

En el largo plazo, la tendencia hacia el extractivismo y la urbanización sin control puede generar daños irreversibles en los ecosistemas costeros, pérdida de biodiversidad, intrusión salina en el acuífero y degradación de la calidad de vida de la población local. El aumento del nivel del mar, la erosión costera y la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, asociados al cambio climático, incrementan la vulnerabilidad de la región y la urgencia de adoptar medidas de adaptación y mitigación.

La realización del proyecto con medidas integradas permite mantener el desarrollo dentro de niveles aceptables de impacto, fortalecer la resiliencia de la comunidad y conservar los servicios ambientales esenciales para el bienestar y la sostenibilidad a largo plazo. La restauración de dunas y manglares, la protección del acuífero, la gestión eficiente de los recursos y la educación ambiental son componentes fundamentales de una estrategia de adaptación exitosa.

7.5 Evaluación de alternativas

7.5.1 Alternativa 1: No realizar el proyecto

Ventajas:

- No se generan impactos directos por construcción o urbanización.
- Se mantiene la vegetación nativa y la dinámica natural del sitio, permitiendo la regeneración ecológica y la conservación de hábitats para fauna silvestre.
- Se evita la presión adicional sobre los servicios públicos y los recursos naturales.

Desventajas:

- La presión urbana desordenada y la ocupación irregular de predios continuarán, incrementando la fragmentación ecológica y el deterioro ambiental.
- Se desaprovecha la oportunidad de orientar el desarrollo bajo criterios de sustentabilidad y control ambiental.
- La ausencia de infraestructura adecuada perpetúa la insuficiencia de servicios y la vulnerabilidad ante fenómenos naturales y antrópicos.

Análisis:
Esta alternativa representa la opción de menor intervención, pero no garantiza la conservación efectiva del entorno ni la mejora de la calidad de vida de la población. La tendencia histórica indica que la falta de proyectos planificados conduce a la degradación incremental y la pérdida de valor ambiental y social del sitio.

7.5.2 Alternativa 2: Realizar el proyecto sin medidas de mitigación

Ventajas:

- Reducción de costos iniciales asociados a la implementación de medidas de mitigación y monitoreo.
- Rapidez en la ejecución del proyecto y en la ocupación de los lotes.

Desventajas:

- Impactos significativos sobre la vegetación, la fauna, la calidad del aire, agua y suelo, con riesgo de afectaciones irreversibles.
- Incremento de la presión sobre los servicios públicos y el acuífero, con riesgo de contaminación y sobreexplotación.
- Riesgo de sanciones administrativas y legales por incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

- Pérdida de valor paisajístico y turístico, afectando la viabilidad económica y social del desarrollo.

Análisis:
Esta alternativa maximiza los impactos negativos y compromete la sostenibilidad del proyecto y del entorno. La experiencia regional demuestra que los desarrollos sin medidas de mitigación generan conflictos sociales, deterioro ambiental y pérdida de competitividad a mediano y largo plazo.

7.5.3 Alternativa 3: Realizar el proyecto con medidas integradas

Ventajas:

- Reducción de impactos a niveles compatibles o moderados, garantizando la conservación de áreas verdes, la protección del acuífero y la funcionalidad ecológica del sitio.
- Cumplimiento de la normatividad ambiental y de los requisitos estatales y municipales para la MIA en Yucatán.
- Desarrollo urbano planificado, con infraestructura adecuada, servicios eficientes y generación de beneficios económicos y sociales para la comunidad.
- Fortalecimiento de la resiliencia socioecológica y adaptación al cambio climático.
- Mejora de la percepción social y la aceptación del proyecto, facilitando la integración con el entorno y la participación comunitaria.

Desventajas:

- Requiere inversión adicional en la implementación y mantenimiento de medidas de mitigación y monitoreo ambiental.
- Demanda coordinación interinstitucional y seguimiento técnico especializado.

Análisis:
Esta alternativa representa la opción más equilibrada y sostenible, permitiendo compatibilizar el desarrollo urbano con la conservación de los recursos naturales y la mejora de la calidad de vida. La experiencia regional y nacional respalda la eficacia de las medidas integradas para mantener los impactos dentro de niveles aceptables y garantizar la viabilidad ambiental, social y económica del proyecto.

7.6 Conclusiones del capítulo

El análisis comparativo de escenarios y alternativas para el proyecto Xiímbal Flamenco, sustentado en datos oficiales, estudios regionales y criterios normativos, permite concluir que

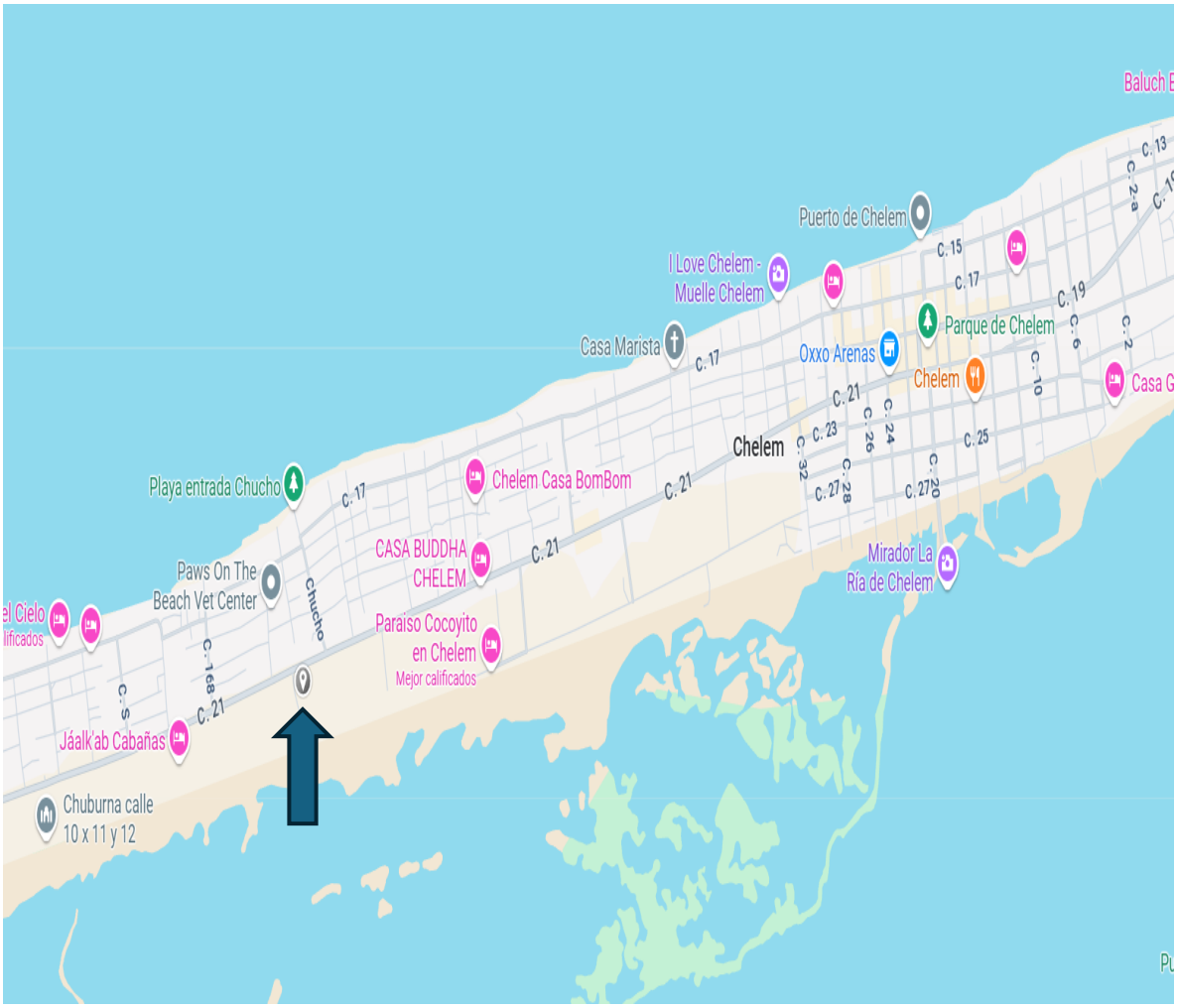
la alternativa ambientalmente más viable es la realización del proyecto con la integración efectiva de medidas de mitigación y monitoreo ambiental. Esta opción garantiza que los impactos negativos se mantengan dentro de niveles compatibles o moderados, siendo en su mayoría temporales y reversibles, y que los beneficios económicos y sociales superen los costos ambientales, siempre y cuando se cumplan rigurosamente las estrategias propuestas y se mantenga un seguimiento continuo de los indicadores clave.

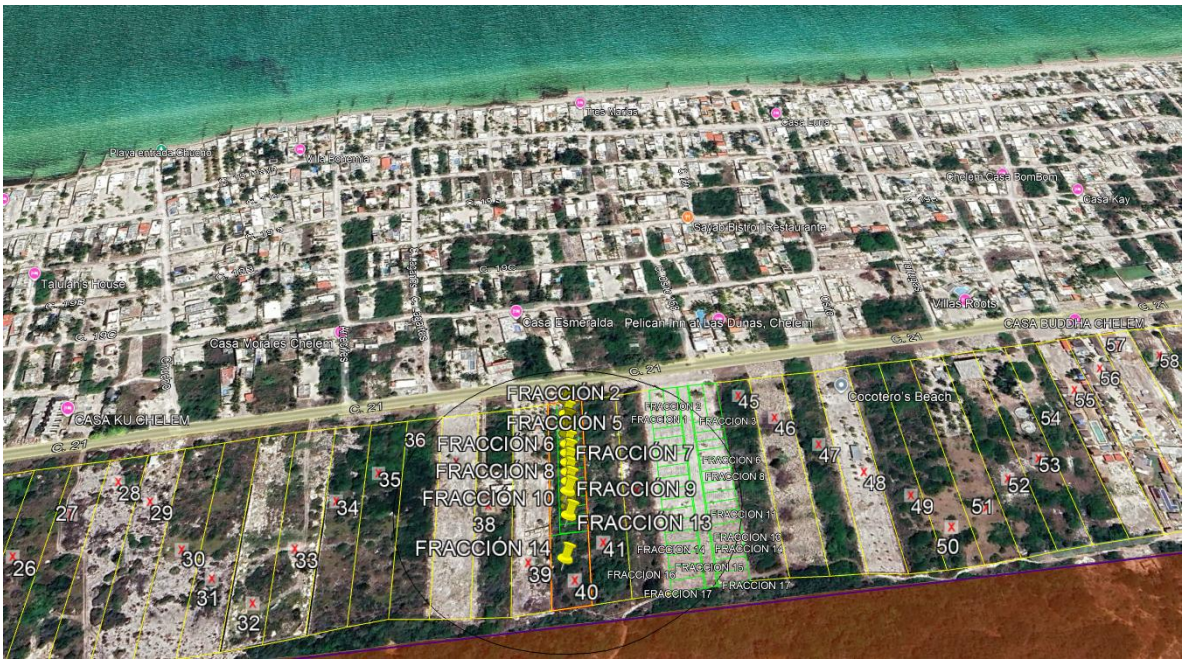
La alternativa de no realizar el proyecto no asegura la conservación efectiva del entorno ni la mejora de la calidad de vida, perpetuando la dinámica de deterioro incremental y la pérdida de oportunidad para un desarrollo controlado y sustentable. La realización del proyecto sin medidas de mitigación representa un riesgo inaceptable para la viabilidad ambiental, social y económica, y contraviene la normatividad vigente y las mejores prácticas en materia de desarrollo urbano y conservación de ecosistemas costeros.

Por tanto, se recomienda la autorización condicionada del proyecto Xiímbal Flamenco, sujeta a la implementación y supervisión estricta de las medidas de mitigación propuestas, la conservación de franjas verdes, el drenaje pluvial controlado, el tratamiento adecuado de aguas residuales y el monitoreo ambiental integral. El cumplimiento de estos requisitos permitirá mantener el desarrollo dentro de niveles aceptables de impacto, fortalecer la resiliencia de la comunidad y contribuir a la conservación de los servicios ambientales esenciales para el bienestar y la sostenibilidad a largo plazo en la región costera de Chelem, Progreso, Yucatán.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Ubicación Proyecto Xiímbal Flamenco.




FRACCIÓN 2
FRACCIÓN 5
FRACCIÓN 6
FRACCIÓN 7
FRACCIÓN 8
FRACCIÓN 9
FRACCIÓN 10
FRACCIÓN 13
FRACCIÓN 14
Casa Esmeralda
Pelican Inn at Las Dunas, Chelem
Cocotero's Beach
CASA BUDDHA CHELEM
CASA KU CHELEM
Casa Morales Chelem
Talulah's House
Sayab Bistro | Restaurante
Villas Roots
Casa Kay
Chelem Casa BomBom


Paraiso Cocoyito en Chelem
Cocotero's Beach
Arenas Del Mar Condos
Casa Luna
Pelican Inn at Las Dunas, Chelem
Sayab Bistro | Restaurante
Spazzito Lil Calli
Casa Esmeralda
FRACCIÓN 14
FRACCIÓN 12
FRACCIÓN 6
FRACCIÓN 17



	UTM	
Vértice	**X (Longitud)**	**Y (Latitud)**
1	212867.927	2353702.889
2	212894.523	2353709.182
3	212916.887	2353521.307
4	212889.978	2353515.019

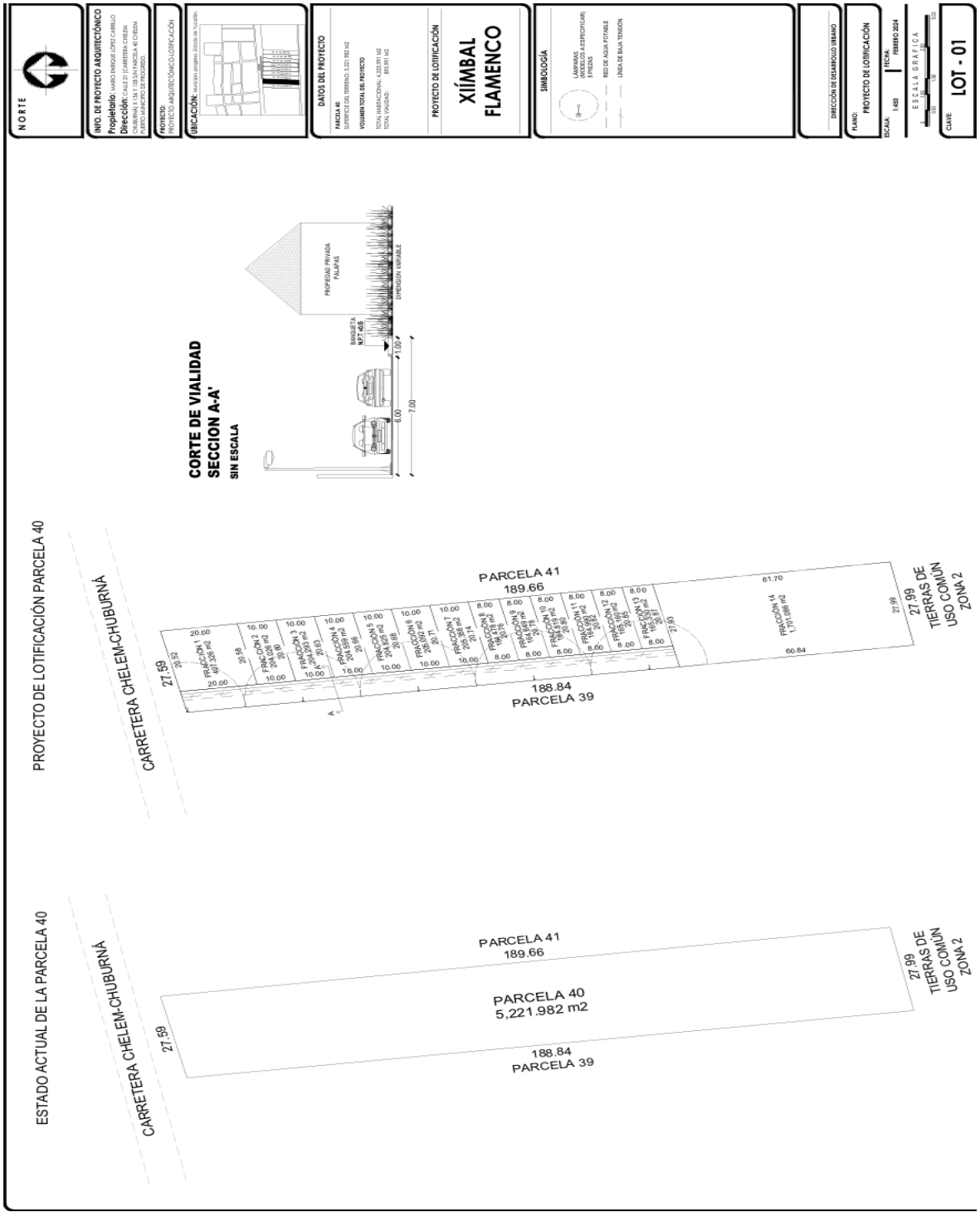

CHELEM
CONTIGÜIDAD IDENTIFICADA
FÚA 448-2025
ÁREA SUSCEPTIBLE DE SER CLASIFICADA COMO "URBANIZADA"


448/2025
UGAS POETY:
UGA017-APROV-PRO
UGAS POETCY:
PRO04-BAR_URB
UGTS PEOTDUY:
UGT-COS-02





Plano arquitectónico.



Imágenes.































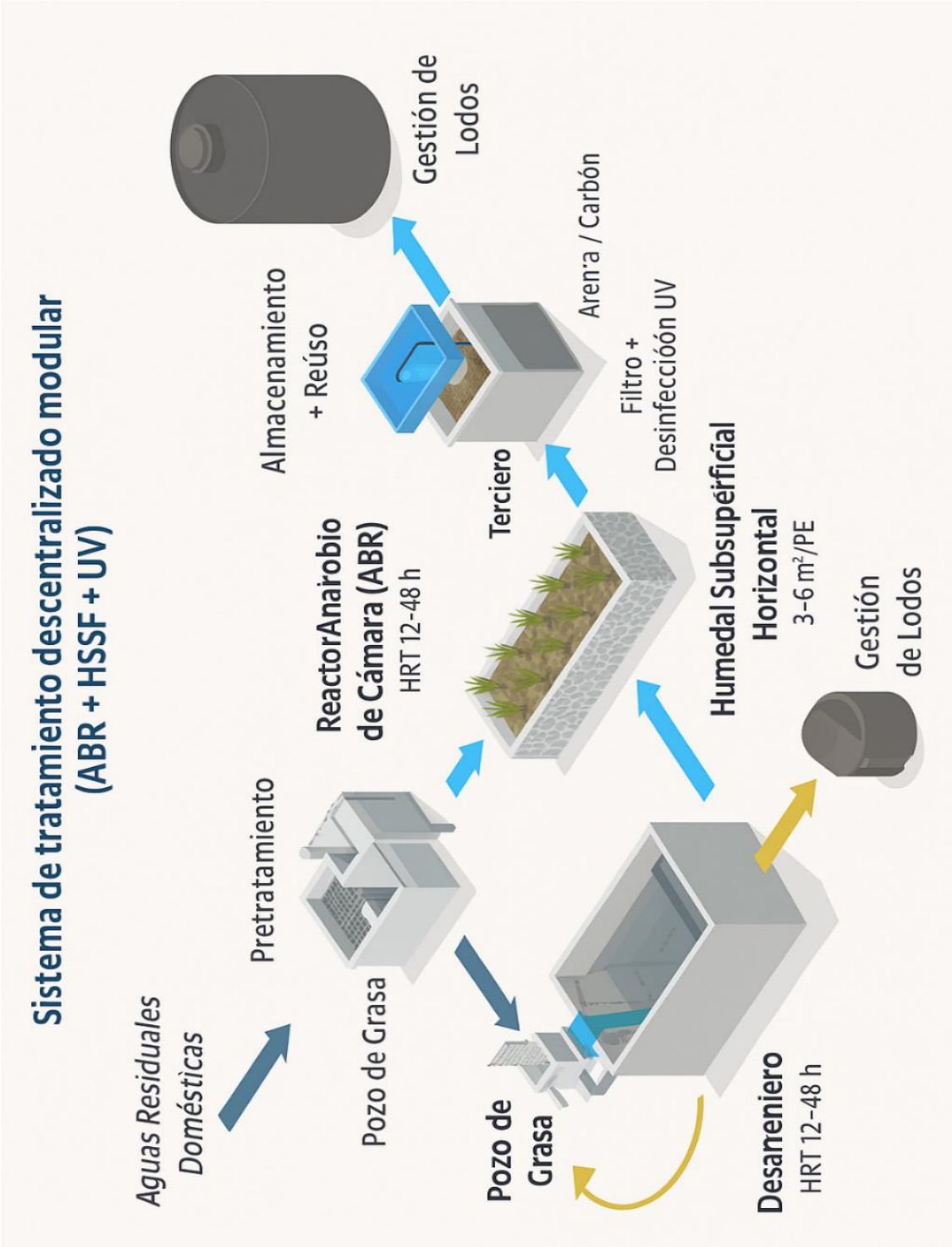


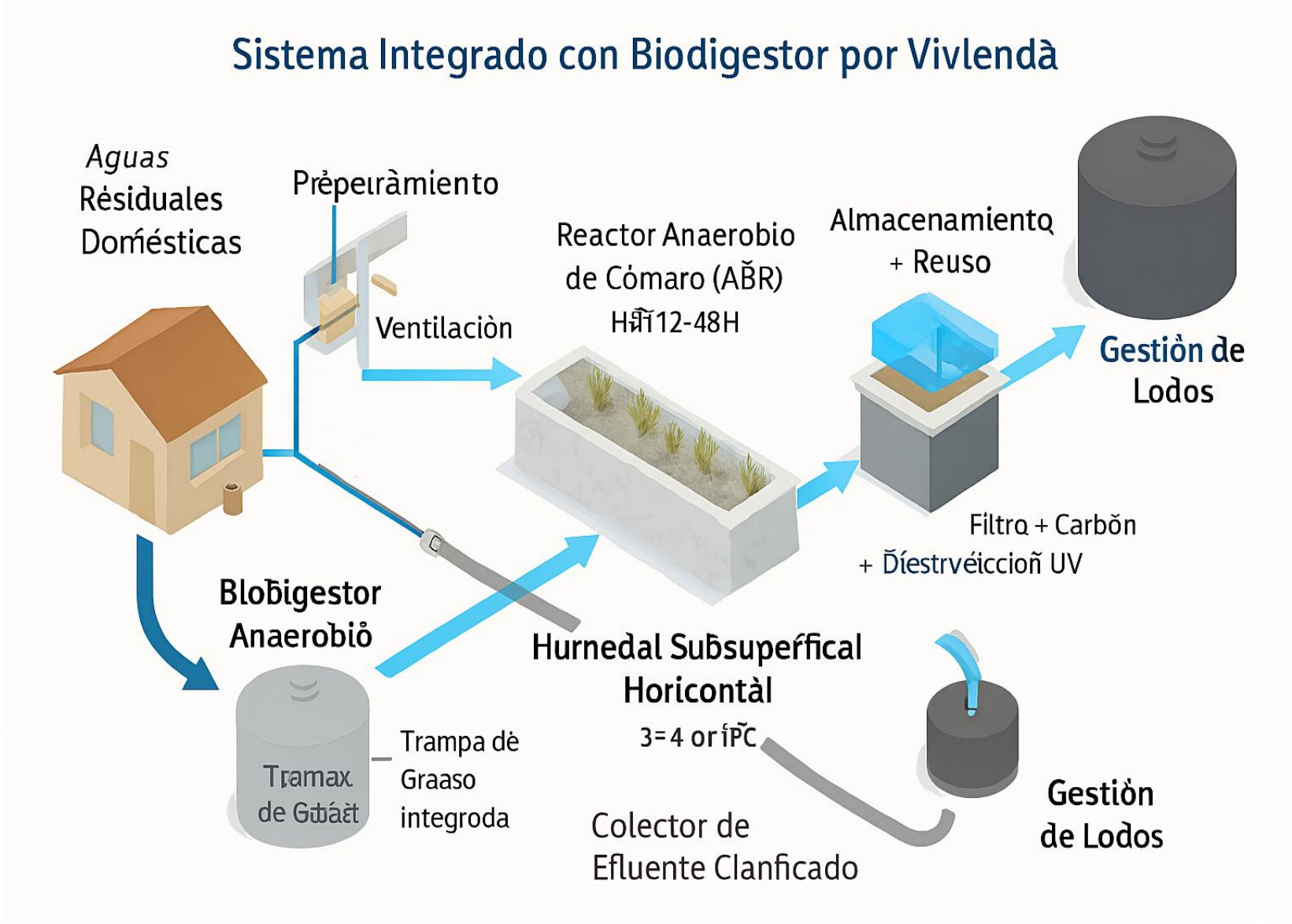






Sistema de tratamiento de aguas residuales.




Sistema Integrado con Biodigestor por Vivlendà
Aguas
Rèsiduales
Domésticas
Prèpeiràmiento
Ventilaciòn
Reactor Anaerobio
de Cómaro (AĎR)
Almacenamientq
+ Reuso
Gestiòn de
Lodos
Filtrq + Carbŏn
+ Ďíestrvéiccioñ UV
Blobigestor
Anaerobiò
Hurnedal Subsuperfical
Horicontàl
Trampa dè
Graaso
integroda
Colector de
Efluente Clanficado
Gestiòn
de Lodos

Manejo integral de residuos.



Este esquema muestra:

• Generación en viviendas → separación primaria en contenedores diferenciados (orgánicos, reciclables, no reciclables, peligrosos).

• Área definida de separación secundaria → centro techado con contenedores grandes para acopio temporal.

• Flujos diferenciados:

• Orgánicos → compostaje o biodigestión.

• Reciclables → acopio y reciclaje.

• No reciclables → disposición final en relleno sanitario autorizado.

• Transporte interno y externo → rutas claras hacia gestores autorizados.

Listado representativo de flora en la zona del proyecto

1. Manglares (ecosistema prioritario)

- *Avicennia germinans* — **Mangle negro** (amenazado, NOM-059).
- *Laguncularia racemosa* — **Mangle blanco**.
- *Rhizophora mangle* — **Mangle rojo**.
- *Conocarpus erectus* — **Mangle botoncillo**.

Estos forman la base ecológica de la laguna costera de Chelem y son críticos para la protección contra erosión y hábitat de fauna.

2. Vegetación costera y dunar

- *Coccoloba uvifera* — **Uva de mar** (arbusto costero, usado en revegetación).
- *Ipomoea pes-caprae* — **Batata de playa** (rastrera, estabiliza dunas).
- *Tournefortia gnaphalodes* — **Chacá de playa**.
- *Suriana maritima* — **Suriana** (arbusto halófito).
- *Canavalia rosea* — **Frijol de playa** (rastrera fijadora de nitrógeno).

3. Palmas y especies nativas relevantes

- *Thrinax radiata* — **Palma chit** (sujeta a protección especial, NOM-059).
- *Cocos nucifera* — **Coco** (introducida, frecuente en áreas antropizadas).
- *Sabal mexicana* — **Palma sabal** (nativa, usada en revegetación).

4. Arbustos y árboles secundarios

- *Bursera simaruba* — **Chacá** (árbol emblemático de Yucatán).
- *Haematoxylum campechianum* — **Palo de tinte** (histórico, escaso en la zona).
- *Cordia sebestena* — **Siricote** (ornamental y nativo).

5. Herbáceas halófitas

- *Batis maritima* — **Hierba salada**.
- *Sesuvium portulacastrum* — **Verdolaga de mar**.
- *Spartina spartinae* — **Pastos salinos**.

Observaciones técnicas

- **Manglares** son el grupo más relevante y están bajo protección prioritaria; cualquier intervención debe documentar presencia y medidas de conservación.
- **Palma chit** y **mangle negro** figuran en la NOM-059, por lo que requieren protocolos específicos de manejo.
- La **vegetación dunar** (batata de playa, frijol de playa) es clave para estabilizar suelos arenosos y debe incluirse en programas de revegetación.

Bibliografía.

INEGI (2023). *Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, Serie VI, escala 1:250,000.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: https://www.inegi.org.mx

CONABIO (2022). *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx

Google Earth Pro (2025). *Imágenes satelitales y ortofotos de Chelem, Progreso, Yucatán.* Coordenadas UTM Zona 16Q, Datum WGS84. Disponible en: https://earth.google.com

SEMARNAT (2010). *NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo.* Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT (2010). *Guía metodológica para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2020). *Lineamientos para la autorización de descarga de aguas residuales.* Comisión Nacional del Agua. Disponible en: https://www.gob.mx/conagua

FAO (2017). *Manual de diseño de humedales construidos para tratamiento de aguas residuales domésticas.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

SafMe Ambiental (2025). *Plano de vegetación y zonas de revegetación del proyecto Xiímbal Flamenco.* Documento técnico elaborado para expediente MIA.

INECC (2019). *Metodologías para la evaluación de impactos ambientales en proyectos de desarrollo.* Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Disponible en: https://www.gob.mx/inecc

SEMARNAT (1996). *NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales.* Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT (2002). *NOM-004-SEMARNAT-2002. Lodos y biosólidos – Especificaciones y límites máximos permisibles para su aprovechamiento.* Diario Oficial de la Federación.

PROFEPA (2021). *Guía técnica para el manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.* Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Disponible en: https://www.gob.mx/profepa

SEMARNAT (1993). *NOM-045-SEMARNAT-1993. Vehículos automotores en circulación – Límites máximos permisibles de emisión de contaminantes.* Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT (2010). *Guía metodológica para la elaboración de programas de vigilancia ambiental.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2020). *Lineamientos para monitoreo de calidad de agua en descargas autorizadas.* Comisión Nacional del Agua.

FAO (2017). *Manual de monitoreo ambiental en proyectos de infraestructura.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.