



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

- I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el estado de Quintana Roo.
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, con número de bitácora **23/MP-0007/02/22**.
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, domicilio particular, número de teléfono celular y el correo electrónico de persona física en página. 7
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia de Acceso a la Información Pública y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia de Acceso a la Información Pública. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de clasificación y desclasificación de la Información, así como para la elaboración de versiones públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. **Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

ACTA\_09\_2022\_SIPOT\_1T\_2022\_ART69 en la sesión celebrada el 18 de abril del 2022.

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2021/SIPOT/ACTA\\_09\\_2022\\_SIPOT\\_1T\\_2022\\_ART69.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2021/SIPOT/ACTA_09_2022_SIPOT_1T_2022_ART69.pdf)

  
\_\_\_\_\_  
**Lic. María Guadalupe Estrada Ramírez.**

## VI. Firma de titular:

"Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 39, en concordancia armónica e interpretativa Con los artículos 19 y 40, todos del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; y de conformidad con los artículos 5, fracción XIV y 84 de ese mismo ordenamiento reglamentario, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo, previa designación, firma la C. María Guadalupe Estrada Ramírez, Jefa de la Unidad Jurídica". \*

\*Oficio 00291 de fecha 12 de abril de 2021.



# NAUTICA BLUE STAR LAGOON

CANCÚN, QUINTANA ROO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PARTICULAR (MIA-P)

SEMARNAT-04-002-A No incluye Actividad Altamente Riesgosa

## Contenido

Presentación .....	1
I. DATOS GENERALES .....	3
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
II.1. Información general del proyecto.....	5
II.2. Características particulares del proyecto.....	7
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS .....	15
III.1. Legislación ambiental en materia de impacto ambiental.....	15
III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez.....	15
III.3. Programa Municipal de Desarrollo Urbano 2018–2030.....	22
III.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino.....	23
III.5. Normas Oficiales Mexicanas .....	26
III.6. Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.....	34
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	38
IV.1. Delimitación de la Zona de Influencia.....	38
IV.2. Delimitación del sistema ambiental.....	40
IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental .....	42
V. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	77
V.1. Identificación de impactos.....	77
V.2. Valoración de los impactos.....	80
V.3. Caracterización de los impactos.....	85
VI. MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	88
VI.1. Descripción de las medidas .....	88
VI.2. Impactos residuales .....	90
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES.....	91

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto .....	91
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto .....	92
VII.3. Pronóstico ambiental.....	93
VII.4. Programa de vigilancia ambiental .....	93
VII.5. Conclusiones generales.....	96
Bibliografía.....	97

---

## Presentación

El objeto del presente estudio de impacto ambiental es estimar los efectos que el proyecto Náutica Blue Star Lagoon puede causar sobre el medio ambiente, con el fin de que la SEMARNAT emita una resolución en la que se determine, a los solos efectos ambientales, la conveniencia o no de realizarlo y, en caso afirmativo, fije las condiciones en que ha de llevarse a cabo.

La actuación que se propone se localiza al lado al Oeste del Boulevard Kukulcán, a la altura del km 14.3, en la Zona Hotelera de Cancún, en una franja de zona federal marítimo-terrestre concesionada contigua a la Laguna Nichupté.

El tipo de infraestructura que se pretende establecer es un restaurante turístico y un embarcadero de madera para embarcaciones menores. El área terrestre por ocupar, colindante con la principal vialidad de la zona hotelera, está formada por el relleno realizado a finales de los años de 1970 para la construcción del Boulevard Kukulcán, en un entorno urbanizado y dotado de todos los servicios básicos.

Las pretendidas instalaciones del proyecto se harán sobre un terreno modificado y parcialmente “voladas” sobre pilotes, de modo que sólo entren en contacto con el sustrato original en forma puntual, a efecto de que el proyecto no sea agresivo con el entorno.

El desplante del proyecto se encuentra en la UGA 25 del POEL de Benito Juárez, la cual se delimitó considerando el cuerpo de agua del Sistema Lagunar Nichupté y su Zona Federal, a la cual el POEL no le impone regulaciones específicas y se limita remitir a la competencia federal; el sitio se halla además dentro del Distrito 8 del PMDU de Cancún, que incluye el cuerpo de agua lagunar y su zona federal marítimo terrestre, pero tampoco le asigna usos ni parámetros o restricciones. La superficie a utilizar no se halla dentro o en colindancia con ningún área natural protegida.

En consecuencia, cabe señalar que el sitio tiene características adecuadas para acoger el proyecto que se propone, a fin de hacer un aprovechamiento coherente del territorio, sustentable y provechoso para la economía y la calidad de vida de la comunidad.

La viabilidad ambiental del proyecto ha sido reconocida formalmente por las autoridades ambientales en dos ocasiones. La primera en 1999, cuando el Instituto Nacional de

---

Ecología, por conducto de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, emitió el oficio D.O.O.DGOEIA.-008362 de 15 de diciembre, con resolución de impacto ambiental favorable para obras de restaurante-bar, locales comerciales y otras instalaciones del proyecto; dicha autorización sirvió de base para solicitar la concesión del polígono de zona federal marítimo terrestre, solicitud resuelta con el título de concesión DGZF-715/06, para uso de restaurante y marina; sin embargo, tras el largo plazo para obtener la concesión de Zofemat, el proyecto debió posponerse por problemas financieros.

Posteriormente, en julio de 2016, el proyecto fue sometido al procedimiento evaluación de impacto ambiental en la oficina de la Delegación Federal de SEMARNAT en Cancún, registrado con el número 23QR2016TD061 y número de bitácora 23/MP-0071/07/16. La evaluación, que incluyó una consulta pública del 8 de agosto al 5 de septiembre de 2016, concluyó con oficio No. 04/SGA/0206/17-00277, de 20 de enero de 2017, donde la autoridad resolvió autorizar el proyecto de manera condicionada. Por circunstancias particulares, el proyecto no pudo ser realizado, por lo que, tras una ampliación de plazo, finalmente la autorización de 2017 perdió vigencia.

En razón de que a la fecha se reúnen las condiciones para llevarlo a cabo es que se reelabora la manifestación de impacto ambiental para el proyecto, sin cambios respecto al autorizado en 2017, pero si se revisa y actualiza la información relativa a la normatividad ambiental y regulaciones de uso del suelo, las condiciones ambientales del sitio y la identificación y evaluación de impactos ambientales.

El presente documento se hace con todo el rigor que amerita un análisis de impacto ambiental en un sitio con ecosistemas de alto valor ecológico y cuya calidad ambiental es de gran interés para la actividad turística.

## I. DATOS GENERALES

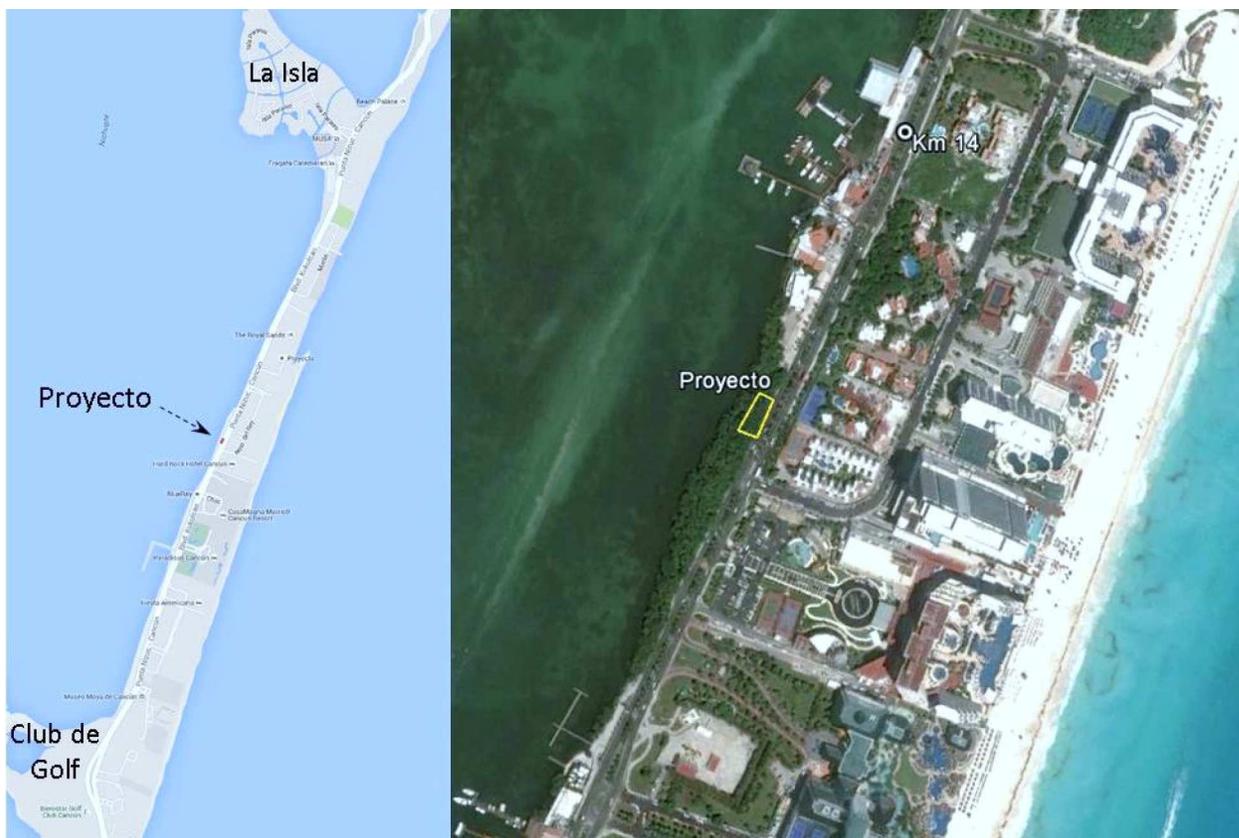
### I.1. PROYECTO

#### I.1.1. Nombre del proyecto

Náutica Blue Star Lagoon.

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

Junto al lado Oeste del Bulevar Kukulcán, Km 14.3, Zona Hotelera de Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo.



1. Ubicación del proyecto.

#### I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Se estima un plazo de 2 años para el desarrollo de las obras en las etapas de preparación del sitio y construcción, considerando además trámites adicionales municipales que requieren previa autorización de impacto ambiental. Para la operación se prevé un plazo de 30 años adicional al plazo para el desarrollo de las obras.

## **I.2. PROMOVENTE**

### **I.2.1. Nombre o razón social**

Náutica Blue Star SA de CV.

### **I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes de la promovente**

NBS980526J66

### **I.2.3. Dirección de la promovente para recibir u oír notificaciones:**

[REDACTED]

Tel [REDACTED] Email: [REDACTED]@gmail.com.

## **I.3. RESPONSABLE DE ELABORAR LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **I.3.1. Responsable técnico en materia de impacto ambiental**

C. María Eugenia Oliver Domínguez.

### **I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes**

[REDACTED]

### **I.3.3. Dirección del responsable técnico del estudio**

[REDACTED]

---

## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

#### **II.1.1. Naturaleza del proyecto**

Es un restaurante-bar, para servicios turísticos y recreativos, compuesto por el edificio de restaurante con sus áreas de servicios internos (cocina, cuarto frío, bodegas y baños) en 2 niveles, con cimentación de pilotes (Planos en Anexo Cartográfico). Así mismo, el proyecto incluye instalaciones rústicas de madera en la margen lagunar y cuerpo de agua, de un deck o cubierta y un embarcadero, todo sobre pilotes. El embarcadero parte del deck, en la zona sin vegetación para no afectar los mangles en el área; tendrá forma de T, para formar una pasarela de 30 m de largo por 2 m de ancho que remata en una plataforma perpendicular, de 2 x 20 m, para atracar embarcaciones menores de hasta 0.7 m de calado, según profundidad natural.

#### **II.1.2. Selección del sitio**

El sitio es una superficie de zona federal marítimo terrestre otorgada mediante el título de concesión DGZF-715/06, específicamente para uso de restaurante y marina y autorización para las obras respectivas.

#### **II.1.3. Ubicación física del proyecto**

El proyecto se localiza en el margen de la Laguna Nichupté, a la altura del km 14.3 del Boulevard Kukulcán, en el polígono que se indica en el plano georreferenciado de localización que se acompaña en el apartado de Anexos Cartográficos.

#### **II.1.4. Inversión**

- a) Inversión total estimada de proyecto: \$ 10,000,000.00 pesos.
- b) Periodo de recuperación de la inversión: 10 años.
- c) Costos de medidas de mitigación y compensación: \$ 75,000.00 pesos.

#### **II.1.5. Dimensiones del proyecto**

##### **a) Superficie total del área a utilizar**

608.04 m<sup>2</sup>.

## b) Superficie por afectar según tipo de ambiente:

En la siguiente tabla se presentan las obras permanentes y temporales que se pretende establecer en la zona federal concesionada y el espejo de agua adyacente y su proporción respecto a la zona de influencia (UGA 25).

**Tabla 1. Superficies por ocupar según tipo de ambiente.**

Concepto	m <sup>2</sup>	%
Vegetación secundaria sobre relleno*	444.27	0.0011
Margen lagunar	68.41	0.0002
Espejo de agua lagunar	95.36	0.0002
<b>Total de área a ocupar</b>	<b>608.04</b>	<b>0.0014</b>
Superficie de la zona de influencia (UGA 25)	42,281,748.45	100.0000

\*Incluye obras permanentes e instalaciones de madera

## c) Superficie para obras permanentes

Obra	m <sup>2</sup>
Restaurante	197.00
Acceso principal	30.00
Acceso servicios	21.00
Estacionamiento	122.72
<b>TOTAL</b>	<b>370.72</b>

Obras desmontables de madera m <sup>2</sup>	
Deck	141.00
Embarcadero	96.32
<b>Total</b>	<b>237.32</b>

### II.1.6. Uso actual de suelo y cuerpos de agua

El uso actual de la Laguna Nichupté y su zona federal marítimo-terrestre, donde se ubicará el proyecto, es turístico-recreativo, como indica el POEL en la descripción de la UGA 25:

“esta zona representa un importante componente de la economía local, ya que la gran mayoría de las embarcaciones particulares y de marinas turísticas realizan recorridos por este cuerpo lagunar. Además, hay una gran cantidad de hoteles, restaurantes y/o marinas, además de casas y muelle particulares, que colindan con la laguna y hacen algún tipo de aprovechamiento; desde el paisaje hasta los recorridos lagunares y hasta la construcción sobre el cuerpo de agua, utilizando pilotes.”

### II.1.7. Urbanización del área y servicios requeridos

El sitio del proyecto se halla en una zona totalmente urbanizada, con todos los servicios básicos, por lo que no implica ninguna demanda de apertura, construcción o instalación de nueva infraestructura para servicios. La Zona Hotelera es la zona urbana con mejor dotación de servicios básicos en el estado.

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### II.2.1. Programa general de trabajo

Se estima un plazo de 2 años para las obras, incluyendo permisos. En caso de que el plazo sea distinto, se notificará a Semarnat la terminación anticipada o se solicitará ampliar el plazo.

**Tabla 2. Programa de trabajo**

Actividad	Mes																										
	1...	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25...												
<b>Permisos</b>	■	■																									
<b>Preparación del sitio</b>	■	■	■																								
Trazo de ejes			■																								
Desmonte y despalme			■																								
Balizado para embarcadero																											
Bodega provisional			■																								
<b>Construcción</b>				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cimentación				■																							
Hincado de columnas					■																						
Plataforma (firme y volada)					■																						
Edificación						■	■	■	■	■																	
Instalaciones sanitarias y eléct.																											
Acabados																											
Deck																											
Hincado pilotes de embarcadero																											
Armado de embarcadero																											
<b>Operación</b>																											■

### II.2.2. Preparación del sitio

Se realizará el trazo por medio de equipo digital, una estación total y una cuadrilla de topografía, a fin de determinar con precisión las áreas a desmontar y despalar y el desplante de obras en la zona terrestre, incluyendo las columnas de concreto para la parte volada.

En virtud de que el área terrestre presenta vegetación que se desarrolló sobre el relleno que hizo FONATUR (antes INFRATUR) para construir la vialidad actual, se harán trabajos de desmonte y despalme. Se acopiará la capa de tierra vegetal para su entrega al municipio.

---

En la zona de margen lagunar se delimitarán y marcarán los mangles, para prevenir que se afecte ese tipo de vegetación cuando se instale el deck de madera paralelo al borde. Igualmente se hará el trazo y balizado de los ejes del embarcadero y de las áreas de margen lagunar sobre las cuales se colocará el deck de madera. Se retirarán todos los ejemplares de flora invasiva que se hallen en el sitio, particularmente almendro (*Terminalia catappa*), que ha avanzado en desarrollo de los individuos y de la población desde el estudio en 2016.

### **II.2.3. Obras y actividades provisionales**

Dado que la obra se encuentra en el área urbana, no se requiere establecer campamento de construcción. La única obra provisional será una bodega de 3 x 4 m, de madera y lámina, sin obra civil, colocada sobre el suelo y con una lona impermeable sobre el piso nivelado. Su ubicación se hará sobre áreas de desplante de las obras permanentes y podrá ser reubicada durante la etapa de construcción. Servirá para almacenar herramienta y materiales. Al término de la etapa de construcción todos los componentes de la estructura serán retirados.

A lo largo de las etapas de Preparación y Construcción, se colocarán letrinas portátiles, a razón de 1 por cada 15 trabajadores, y tambores de 200 l con tapa, para acopiar residuos o desechos de vidrio, metal y plásticos. Para el acopio de materiales vegetales se establecerá un área específica dentro una de las áreas de desplante de las obras permanentes, la cual servirá en la etapa de preparación del sitio. No se hará consumo de alimentos en el sitio en las etapas de preparación y construcción.

### **II.2.4. Etapa de construcción**

#### **Edificios**

##### Cimentación

Se propone una cimentación a base de pilotes de concreto, de 30 cm de diámetro, hasta el nivel de roca, con distribución apropiada para soportar las cargas de 2 niveles del edificio, de modo que no se transmita el esfuerzo portante directamente al suelo.

Los pilotes podrán ser pre-construidos, para ser hincados en perforaciones realizadas en el terreno para tal efecto con una sonda helicoidal, o construirse "in situ", mediante una camisa o tubo de acero que se hinca hasta el terreno firme y a continuación se rellena con concreto.

---

La cimentación con pilotes permite establecer obras sobre suelos de baja capacidad portante y alta humedad, reduce costos, implica menor impacto en el terreno al no requerir volúmenes grandes de cimentación y evita la incidencia sobre cimentaciones u obras adyacentes, en este caso la vialidad. Esta cimentación se aplicará a todas las obras permanentes del proyecto.

### Superestructura

Sobre la retícula de pilotes se colocarán cadenas de desplante de concreto armado y losas de concreto o bovedilla, las cuales podrán estar parcialmente voladas sobre el terreno, de modo que se obtenga la nivelación necesaria para las obras sin necesidad de hacer rellenos.

Las edificaciones serán de mampostería, con muros de carga de block hueco de concreto o tabique, reforzados con cadenas y castillos de concreto armado, columnas y trabes de concreto armado en vanos de cancelas y puertas y losa de vigueta y bovedilla.

Instalaciones sanitarias y eléctricas. Se hará la colocación de instalaciones eléctricas y equipo de control, según requerimientos de CFE. Se colocarán las instalaciones externas y muebles sanitarios e hidráulicos, conectados a la red pública de drenaje existente en la zona. En la cocina el sistema de drenaje incluirá una trampa de grasas.

Todos los edificios serán dotados de canaletas y bajantes, con mallas para sólidos gruesos, para captar el agua de lluvia que escurre de las azoteas y conducirla a tanques interceptores para recibir las primeras aguas recolectadas en cada lluvia y permitir un lavado de la superficie colectora; una vez que se llena el interceptor, un flotador desvía el flujo hacia un aljibe debajo del restaurante.

### Acabados

En pisos, firme de concreto armado de 10 cm de espesor y acabado con piso de loseta tipo Clinker o conchuela; en cocina y baños los pisos serán de loseta cerámica antiderrapante. En muros, columnas y plafón, se aplicará aplanado de mezcla acabado fino con esponja y terminado con azulejo o pintura vinílica. En azoteas el acabado será de calcreto e impermeabilizante acrílico con malla de refuerzo, para escurrimiento pluvial; como vista, se podrán colocar cubiertas inclinadas de lámina esmaltada o palapa, sobre estructuras metálicas, de preferencia desmontables para el caso de huracanes.

---

### **Deck de madera**

Se colocará una instalación desmontable de madera en el borde lagunar, consistente en una cubierta o deck de 3.6 m ancho, aunque angostado al pasar junto a mangles.

La estructura estará elevada sobre el terreno natural, a 70 cm por encima del nivel medio del espejo de agua adyacente, sobre pilotes de madera, cuyo hincado se hará mediante perforaciones conforme a la resistencia del punto específico.

El deck o cubierta podrá ser dotado de pergolado de madera para atenuar la insolación en claros respecto a la sombra de los árboles existentes.

### **Embarcadero**

El procedimiento se inicia con el hincado de los pilotes por sifoneo, a una distancia media de 3 m entre cada par; conforme avance la colocación de pilotes, se colocarán los refuerzos entrecruzados, cargadores y largueros, fijados a los pilotes con clavos y pernos galvanizados. Posteriormente se colocarán los tablones del piso, con pernos galvanizados; por seguridad se podrán colocar barandales sujetos a la parte sobresaliente de pilotes no descabezados.

Previo al inicio de los trabajos en la zona lagunar, se colocará una cortina envolvente de geo-membrana en toda la columna de agua en torno a cada sección del embarcadero que se encuentre en construcción, para prevenir la dispersión de sedimentos suspendidos durante los trabajos.

El embarcadero será dotado de energía eléctrica, a través de tubería de media pulgada en los largueros, bajo la cubierta; servirá básicamente para el señalamiento marítimo con balizas luminosas, conforme a lo que indique la Capitanía de Puerto y la APIQROO, y para la iluminación de seguridad, que podrá ser por vialetas y postes, con leds de baja intensidad.

Por su diseño, dimensiones y profundidad del área de atraque, el embarcadero podrá dar servicio a embarcaciones menores de recreo con calado máximo de 0.7 m. La construcción será de madera dura, de resistencia mínima  $FY=100 \text{ Kg/cm}^2$ , para soportar una carga viva de hasta  $750 \text{ kg/m}^2$  y el impacto de las embarcaciones a  $0.50 \text{ m/s}$  en el atraque.

---

## **II.2.5. Operación y mantenimiento**

### **a) Servicios que se brindarán**

Servicio de restaurante bar, venta de alimentos y bebidas preparados. Embarque y desembarque de usuarios de servicios turísticos en embarcaciones menores.

### **b) Mantenimiento**

En la operación se harán los servicios de mantenimiento convencionales, como limpieza, sustitución de piezas de carpintería, acabados, etc. Se cuidará de usar pinturas vinílicas sin disolventes orgánicos volátiles tóxicos, por lo que se dará preferencia a las que sean hechas a base de aceites vegetales, como lino, resinas naturales, caseína o de cítricos, sin metales pesados.

La trampa de grasa de la cocina recibirá mantenimiento mediante un tratamiento ecológico basado en micronutrientes y retiro manual periódico de materiales acumulados.

Para el embarcadero, en caso necesario se sustituirán las piezas que así lo ameriten, cuidando de evitar vertidos al cuerpo lagunar.

### **c) Control de malezas o fauna nociva**

El proyecto no incluye jardinería, salvo macetas con plantas nativas, por lo que no se requieren acciones de control de malezas ni uso de agroquímicos. Para prevenir la proliferación de fauna nociva, el restaurante contará con instalaciones de acopio de desechos aisladas del medio.

## **II.2.6. Obras asociadas al proyecto**

El proyecto no requiere obras asociadas, se limita a las obras señaladas.

## **II.2.7. Etapa de abandono del sitio**

Se prevé que el proyecto tenga una duración de 30 años, que podrá prolongarse con el mantenimiento adecuado. En caso de que se opte por cesar la operación del proyecto una vez que ya se encuentre desarrollado, se presentará un Programa de Abandono del Sitio, que detallará las acciones de rehabilitación y retiro de instalaciones.

Dicho Programa de Abandono del Sitio se presentará a la autoridad ambiental antes de iniciar las acciones.

---

Las acciones generales del Programa serán las siguientes.

#### Desmonte de instalaciones y estructuras de madera

Una vez retirados los componentes muebles, se hará el desmantelamiento manual de instalaciones y estructuras de desmontables de madera; los materiales desmontados serán concentrados en áreas específicas para su reciclamiento y, en su caso, su traslado a sitios autorizados o a donde indique la autoridad competente.

#### Demolición de estructuras permanentes

Paso 1: Retiros de superestructura y accesorios desmontables, como cristales, aluminio, láminas, plafones, instalaciones eléctricas y sanitarias superficiales, herrería, etc. Los materiales desmontados serán clasificados por tipo de material y se concentran en áreas específicas para su traslado a sitios autorizados.

Paso 2: Demolición de techos y muros. Se hará la demolición manual o con maquinaria ligera y de mano, como rompedoras hidráulicas. Se hará la separación de materiales estables, como concreto y bloques, de otros como poliductos, cables y varillas de hierro, y se concentrarán por separado para su traslado a sitios autorizados para relleno, reciclaje o relleno sanitario.

Paso 3: Demolición de pisos y cimientos. Se realizará con el mismo equipo propuesto para la demolición de techos y muros. Se hará separación de materiales estables o inertes de otros como tubería, cables y metales. Los materiales clasificados serán retirados a sitios de disposición autorizados para cada caso.

Paso 4. Una vez terminado el retiro de los materiales, se procederá a hacer una limpieza general del área, cuidando que no queden materiales de obra.

#### Adecuación al nuevo uso

El sitio será adecuado para el nuevo uso que se requiera, el cual puede ser un nuevo proyecto o la restitución al estado previo al proyecto, en cuyo caso se presentará un programa de rehabilitación, con las acciones de restitución de suelo y reforestación con especies nativas, así como el periodo durante el cual se mantendrá el cuidado del área para garantizar su rehabilitación.

## II.2.8. Generación y manejo de residuos sólidos, líquidos y emisiones

**Tabla 3. Generación y manejo de residuos sólidos.**

Etapa	Residuos	Manejo
Preparación del sitio	Materiales vegetales producto del desmonte, sobre todo ramas, troncos, hojarasca y raíces.	Los residuos vegetales serán triturados para ser reincorporados a las áreas circundantes o donados a la autoridad municipal para usos en áreas verdes.
	Material de despalme, con escasa proporción de tierra vegetal.	El material de despalme será retirado al sitio que indique la autoridad municipal.
Construcción	Desechos inorgánicos como bolsas de papel, cartón, trozos de madera, plástico y escombros de obra.	Se colocarán los desechos en área específica (en área de desplante) y en tambores separados para vidrio, metal y plásticos; los reciclables serán canalizados a una empresa especializada y los restantes irán al relleno sanitario.
	Residuos de madera. Se generarán restos de madera en la instalación del deck y el embarcadero.	Se cuidará de colocar los restos de madera en un área específica, de donde serán retirados al relleno sanitario o donde indique la autoridad municipal.
	Basura doméstica, por presencia de operarios, aún sin alimentos.	Se instruirá a los trabajadores a poner los residuos domésticos en los contenedores, según su tipo.
Operación	Se generarán residuos domésticos como empaques, botellas, restos de alimentos, etc.	Se colocarán botes con tapa abatible en exteriores e interiores del proyecto, de dos tipos identificados: Inorgánicos y Orgánicos. La disposición se hará a través del servicio público de limpia, que por disposición municipal es obligatorio.

**Tabla 4. Generación y manejo de residuos líquidos.**

Etapa	Residuos líquidos	Manejo
Preparación del sitio	Aguas negras por uso de sanitarios de los trabajadores.	Se rentarán letrinas portátiles, incluyendo el servicio de vaciado y limpieza diaria.
Construcción	Aguas negras por uso de sanitarios de los trabajadores.	Se rentarán letrinas portátiles, incluyendo el servicio de vaciado y limpieza diaria.
	Potencial generación de residuos líquidos contaminantes por uso de equipo ligero, como compactadora.	Al usar equipos con motor de combustión, se cuidará que estén en buen estado y sin fugas. No se hará mantenimiento en el sitio.
Operación	Generación de aguas negras en sanitarios por los usuarios.	Los servicios sanitarios estarán conectados a la red pública de drenaje.
	Generación de aguas grises por la operación de cocina.	La cocina contará con una trampa de grasas y el efluente final irá al drenaje público.
	Riesgo de vertido de hidrocarburos de lanchas de prestadores de servicios que atracarán en el embarcadero.	En el embarcadero no se permitirá carga de combustible o mantenimiento. Se contará con un kit antiderrame, con capacidad de 50 l, para intervención y retiro inmediato de hidrocarburos encima del agua y en las orillas, a base de hojas y mangas absorbentes.

**Tabla 5. Generación y manejo de emisiones a la atmósfera.**

<b>Etapa</b>	<b>Emisiones al aire</b>	<b>Manejo</b>
Prep. del sitio	Suspensión de partículas del suelo por viento tras el desmonte.	Emisión potencial temporal; en su caso, se regarán las áreas descubiertas para evitar que el aire levante partículas de suelo.
Construcción	El uso de equipo ligero implica la emisión de gases de combustión de motores y ruidos en el área.	Las emisiones de motores serán por lapsos cortos, en cantidades pequeñas, que resultan poco significativas en un medio abierto donde los vientos permiten la dispersión con eficiencia. Se cuidará que los equipos estén en buen estado.
Operación	No se prevé la emisión de partículas gases o ruidos a la atmósfera en volúmenes significativos.	Por la capacidad de dispersión en el área y el tipo y volumen de emisiones, no se requieren medidas específicas para el manejo de emisiones a la atmósfera en la operación.

### II.2.8. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de residuos

**Drenaje:** La zona hotelera de Cancún cuenta con servicio de drenaje, que incluye 10 zonas con cárcamos y estaciones de bombeo, para dirigir la materia hacia plantas de tratamiento. La conexión al sistema público de drenaje es obligatoria para cualquier instalación y negocios que genere aguas residuales domésticas en la zona hotelera de Cancún.

**Residuos sólidos.** La zona cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos, a cargo del gobierno municipal y empresas concesionarias, las cuales canalizan los residuos a un relleno sanitario autorizado (Centro Intermunicipal de Manejo de Residuos Sólidos).

De acuerdo con el Pronóstico de capacidad de servicios en la Zona Hotelera contenido en el PDU de Cancún 2014-2030<sup>1</sup>, que considera un escenario para el año 2030 de 41,318 cuartos de hotel y 3,612 unidades de vivienda, hay infraestructura suficiente para atender las demandas de servicios básicos en esa zona.

<sup>1</sup> Salvo la redistribución de áreas en distritos, en el vigente Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez 2018–2030, publicado en el Periódico Oficial del estado el 17 de abril de 2019, se mantienen los contenidos y parámetros del PDU 2014-2030.

### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS

#### III.1. LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

El proyecto que se analiza está sujeto a la evaluación de impacto ambiental en virtud de su localización en la zona federal de la Laguna Nichupté; el Artículo 28, fracciones IX y X, señala que requieren previa autorización en materia de impacto ambiental “IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; “X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales...”, lo que corresponde con el Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en sus incisos Q) -que incluye restaurantes - y R). En atención a esos preceptos es que se elabora el presente documento.

#### III.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DE BENITO JUÁREZ

El sitio del proyecto está regulado por el POEL de Benito Juárez, publicado en el Periódico Oficial estatal el 27 de febrero de 2014. El proyecto quedaría en la UGA 25, que “se delimitó considerando el espejo de agua del Sistema Lagunar Nichupté y su Zona Federal...”.

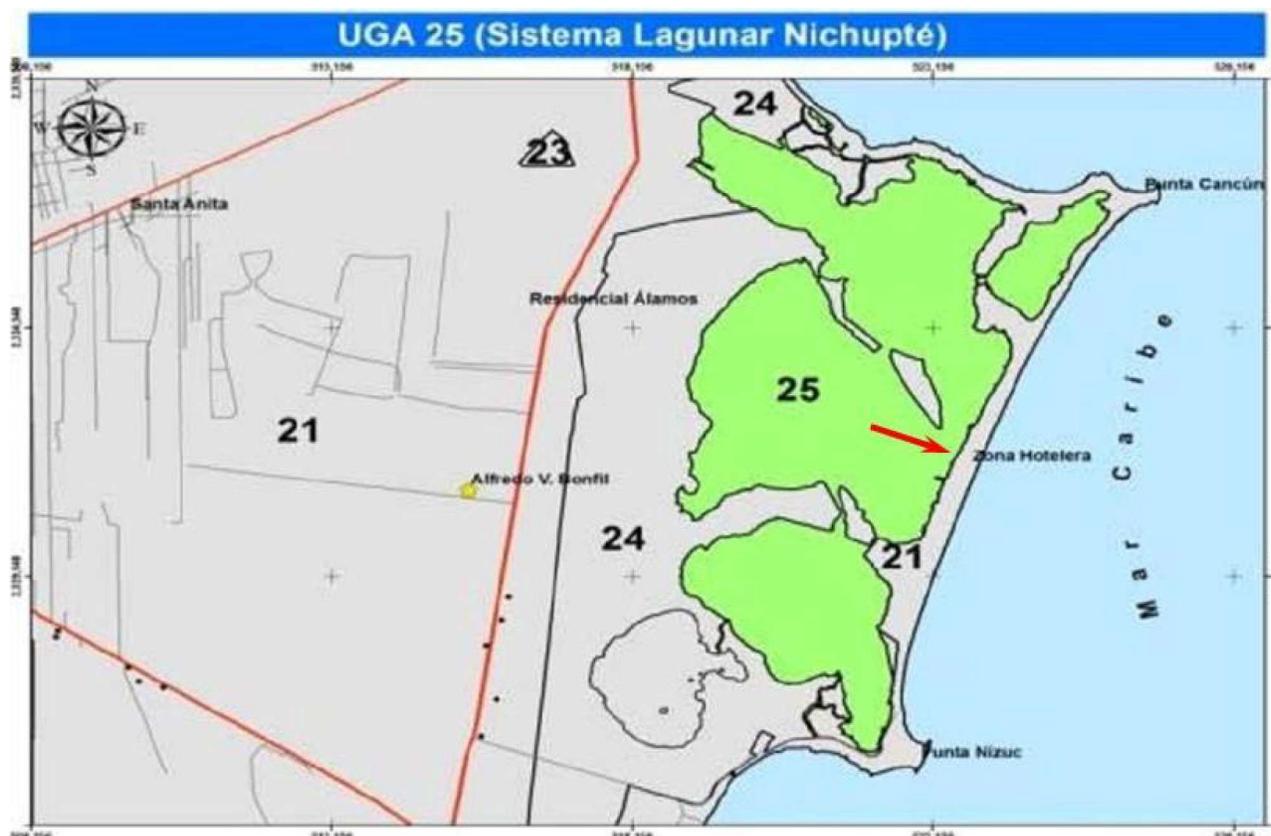


Figura 2. Localización del proyecto en el POEL vigente. El sitio se indica con la flecha roja.

El POEL no asigna criterios de regulación ecológica específicos para la UGA 25 y al respecto remite “a la competencia federal por mandato constitucional (Artículo 27) y por mandato legal (Ley de Aguas Nacionales); sin embargo, el POEL contiene criterios de aplicación general que son de observancia en todo el territorio municipal, del cual forma parte la UGA 25, por lo que enseguida se hace la vinculación con los mismos.

**Tabla 6. Criterios del POEL de Benito Juárez de aplicación general en territorio municipal.**

Estrategia	Vinculación
<p><b>CG-01.</b> En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</p>	<p>El proyecto no incluye áreas verdes o ajardinadas distintas a las áreas circundantes, que se mantendrán en su estado actual; por lo tanto, no se harán acciones de control de plagas ni uso de agroquímicos de ningún tipo.</p>
<p><b>CG-02.</b> Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.</p>	
<p><b>CG-03.</b> Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.</p>	<p>La superficie distinta al desplante de obras e instalaciones no presenta áreas desmontadas que requieran reforestación.</p>
<p><b>CG-04.</b> En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.</p>	<p>El drenaje pluvial estará separado del sanitario; en las azoteas se captará el agua de lluvia, la cual bajará a depósitos decantadores, de donde pasará a un aljibe; el excedente será dirigido a las áreas verdes circundantes.</p> <p>En el estacionamiento se pondrá un registro con decantador y trampa de grasa para aguas pluviales.</p>

Estrategia	Vinculación															
<p><b>CG-05.</b> Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.</p>	<p>La superficie terrestre a usar es una franja de zona federal concesionada de 739.41 m<sup>2</sup>, de los cuales se deja 31.69% de área permeable.</p> <table border="1" data-bbox="995 411 1468 583"> <thead> <tr> <th></th> <th>m<sup>2</sup></th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concesión</td> <td>739.41</td> <td>100.00%</td> </tr> <tr> <td>Vialidad</td> <td>134.38</td> <td>18.17%</td> </tr> <tr> <td>Obr Permanentes</td> <td>370.72</td> <td>50.14%</td> </tr> <tr> <td>Área Permeable</td> <td>234.31</td> <td>31.69%</td> </tr> </tbody> </table>		m <sup>2</sup>	%	Concesión	739.41	100.00%	Vialidad	134.38	18.17%	Obr Permanentes	370.72	50.14%	Área Permeable	234.31	31.69%
	m <sup>2</sup>	%														
Concesión	739.41	100.00%														
Vialidad	134.38	18.17%														
Obr Permanentes	370.72	50.14%														
Área Permeable	234.31	31.69%														
<p><b>CG-06.</b> Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener continuidad de las áreas con vegetación natural. Para ello, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</p>	<p>La obra civil se agrupa en un área terrestre colindante con la vialidad, sobre un relleno artificial donde se desarrolló vegetación secundaria. En la zona del margen lagunar se colocarán sólo instalaciones de madera con pilotes. La afectación se concentra en la parte más perturbada del área terrestre a usar.</p>															
<p><b>CG-07.</b> En los proyectos donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 m, excepto áreas urbanas.</p>	<p>No se proyecta construir caminos, bardas u otros elementos que signifiquen barreras para la fauna.</p>															
<p><b>CG-08.</b> Los humedales, reholladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficial, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.</p>	<p>En el margen lagunar sólo se colocarán instalaciones de bajo impacto y desmontables.</p>															
<p><b>CG-09.</b> Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.</p>	<p>El sitio se halla en una UGA para la cual no se indica porcentaje de aprovechamiento o desmonte.</p>															
<p><b>CG-10.</b> Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas con usos compatibles, así como relacionados con establecer redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.</p>	<p>El proyecto no incluye ni requiere apertura de caminos nuevos.</p>															

Estrategia	Vinculación
<p><b>CG-11.</b> El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.</p>	<p>El POEL no asigna porcentaje de aprovechamiento o desmonte a la UGA 25.</p>
<p><b>CG-12.</b> En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.</p>	
<p><b>CG-13.</b> En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar programa de rescate de flora y fauna.</p>	<p>Se aplicará un Programa de Rescate de Flora y Fauna, mismo que se acompaña como anexo.</p>
<p><b>CG-14.</b> En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.</p>	<p>El predio se encuentra en una UGA para la cual no se asigna ningún porcentaje de aprovechamiento o de desmonte.</p>
<p><b>CG-15.</b> En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.</p>	<p>En 2016 se registró una presencia muy fuerte de almendros (<i>Terminalia catappa</i>), especie identificada en como invasora en más de 60 zonas y países tropicales de todo el mundo<sup>2</sup> y reconocida como tal por CONABIO. En la nueva inspección del sitio se halló una situación aún peor, con mayor desarrollo de individuos y población de esa especie. Todos los almendros y su germoplasma serán retirados.</p>
<p><b>CG-16.</b> La introducción y manejo de palma de coco (<i>Cocus nucifera</i>) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”.</p>	<p>No se propone la introducción o manejo de palmas de coco.</p>

<sup>2</sup> Base de datos Global de Especies Invasoras (GISD) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Terminalia+catappa>.

Estrategia	Vinculación
<p><b>CG-17.</b> Se permite el manejo de especies exóticas, cuando:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA.</li> <li>2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua,</li> <li>3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento.</li> <li>4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.</li> <li>5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</li> </ol>	<p>El proyecto no propone la introducción o manejo de especies exóticas.</p>
<p><b>CG-18.</b> No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.</p>	<p>El proyecto no incluye acciones de acuicultura.</p>
<p><b>CG-19.</b> Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.</p>	<p>El proyecto no incluye caminos.</p>
<p><b>CG-20.</b> Los cenotes, reholladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.</p>	<p>No se proponen actuaciones que alteren estructuras geológicas en cuerpos de agua. Se harán obras permanentes sólo en una zona terrestre rellenada. En la margen lagunar se colocarán instalaciones de madera y no se retirará el estrato arbóreo, salvo especies invasoras.</p>
<p><b>CG-21.</b> Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.</p>	<p>En el sitio del proyecto no se encuentran vestigios arqueológicos.</p>
<p><b>CG-22.</b> El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.</p>	<p>El proyecto no incluye actuaciones en derechos de vía de líneas eléctricas.</p>

Estrategia	Vinculación
<p><b>CG-23.</b> La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.</p>	<p>Sólo se requiere instalaciones eléctricas internas. El proyecto no incluye infraestructura de conducción o transmisión.</p>
<p><b>CG-24.</b> Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.</p>	<p>El proyecto no incluye caminos o carreteras.</p>
<p><b>CG-25.</b> En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.</p>	<p>Por su disposición sobre pilotes y columnas, la estructura del proyecto, no impide ni altera los flujos hidrológicos.</p>
<p><b>CG-26.</b> De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:</p> <p><b>A.</b> Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.</p> <p><b>B.</b> Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros).</p> <p><b>C.</b> Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.</p> <p><b>D.</b> Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</p>	<p>No se requiere campamento o área para pernocta por estar en una zona urbana.</p> <p>Se colocarán letrinas móviles, 1 por cada 15 trabajadores.</p> <p>No se hará consumo de alimentos en el sitio.</p> <p>Se colocarán botes para el acopio de residuos sólidos cerrados hasta su retiro, a cargo de los servicios públicos de limpia.</p> <p>El proyecto no implica generación de residuos peligrosos. No se harán acciones de mantenimiento a equipo o maquinaria en el sitio.</p>
<p><b>CG-27.</b> En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.</p>	<p>El proyecto no es un basurero.</p>

Estrategia	Vinculación
<b>CG-28.</b> La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá ser en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	Los materiales derivados de las obras, que son principalmente restos de madera, serán separados y dispuestos en el relleno sanitario o donde indique la autoridad municipal, que podrá usarlo para sus compostas.
<b>CG-29.</b> La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Los residuos urbanos serán canalizados al servicio público municipal, que cuenta con relleno sanitario autorizado.
<b>CG-30.</b> Los desechos biológico-infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El proyecto no implica generación de desechos biológico-infecciosos.
<b>CG-31.</b> Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	El proyecto no es basurero.
<b>CG-32.</b> Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	La basura será canalizada al servicio público de limpia (es obligatorio).
<b>CG-33.</b> Todos los proyectos deberán tener áreas específicas para acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	Se delimitará área de acopio temporal durante la construcción. Para la operación, habrá un área de acopio y botes con tapa.
<b>CG-34.</b> El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales o arena que se use en construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Se obtendrán materiales sólo de proveedores autorizados y los comprobantes serán guardados para acreditar la procedencia en su caso.
<b>CG-35.</b> En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	El proyecto implica retiro de vegetación secundaria, despalme y retiro de rocas que no afectarán ríos subterráneos, mismos que no se han identificado en el sitio. Los manantiales que desaguan en la laguna se hallan en la margen opuesta.
<b>CG-36.</b> Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	El proyecto no incluye actividades agrícolas, pecuarias o forestales.

Estrategia	Vinculación
<p><b>CG-37.</b> Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.</p>	<p>En el despalme se levantará manualmente la capa de tierra vegetal para ser donada a la autoridad municipal.</p>
<p><b>CG-38.</b> No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.</p>	<p>El proyecto no requiere transferir densidades, pues no incluye unidades de hospedaje.</p>
<p><b>CG-39.</b> El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.</p>	<p>El POEL no establece porcentajes de desmonte para la UGA 25.</p>

### III.3. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO 2018–2030

El PMDU de Benito Juárez 2018–2030, publicado en el Periódico Oficial el 17 de abril de 2019, ubica al proyecto en su Distrito 8 Zona Hotelera y Sistema Lagunar Nichupté, pero no asigna parámetros de uso de suelo al sitio de actuación. El uso más próximo es TH/3/B, Uso: Turístico Hotelero (compatible Restaurante), Niveles: 3, Densidad: 75 cts/Ha.



**Figura 3. Localización del proyecto en el PMDU de Benito Juárez.**

### III.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO

El Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC), publicado el 24 de noviembre de 2012, ubica al sitio del proyecto en la UGA 138, que corresponde al territorio municipal de Benito Juárez, de modo que está concebida como una UGA terrestre.

Tipo de UGA	Regional	<p style="text-align: center;">Mapa</p>
Nombre:	Benito Juárez	
Municipio:	Benito Juárez	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	573,325 Habitantes	
Superficie:	225,770.386 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero	Presente	
Nota:		

**Figura 4. Extracto del POEMyRGMMyMC que muestra la UGA 138.**

El acuerdo señala aplicables a la UGA todas las Acciones Generales, algunas acciones específicas y los criterios de regulación ecológica de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe. Para la vinculación, se presentan los criterios de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe, en tanto que no se incluyen las Acciones Generales y Específicas, debido a que el POEMyRGMMyMC señala que los responsables de ellas son autoridades y entidades de la administración pública, como indica el Anexo 6 del Programa con la siguiente anotación.

“Principales responsables, se refiere a las autoridades estatales, municipales o a la dependencia y/o entidad de la Administración Pública Federal en el ámbito de sus respectivas competencias, principalmente responsable de llevar a cabo... Esta lista no es exhaustiva y no excluye otras dependencias, entidades y autoridades...”

**Tabla 7. Criterios aplicables a la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe.**

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
<b>ZMC-01.</b> Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El proyecto no afectará áreas arrecifales ni se encuentra cerca de ninguna.
<b>ZMC-02.</b> Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	El embarcadero en la zona lagunar, de madera de 2 m de ancho sobre pilotes, no implica afectación significativa de las poblaciones de pastos marinos de la laguna y se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.
<b>ZMC-03.</b> Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no propone captura o manejo de organismos.
<b>ZMC-04.</b> Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	No se registran zonas coralinas en el sitio del proyecto o sus cercanías.
<b>ZMC-05.</b> La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El proyecto no propone recolección, retiro o trasplante de organismos de ecosistemas representativos. Las obras permanentes se concentran en una zona de relleno con vegetación secundaria.
<b>ZMC-06.</b> La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	No se proponen estructuras promotoras de playa.
<b>ZMC-07.</b> Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	El proyecto no implica el manejo de hidrocarburos. Se prohibirá a los usuarios el vertido de cualquier sustancia al suelo o cuerpo lagunar.
<b>ZMC-08.</b> Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El sitio del proyecto no es una zona de arribazón de tortugas marinas.

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
<p><b>ZMC-09.</b> Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.</p>	<p>El sitio del proyecto no es una zona de comunidades arrecifales. En todo caso, se tramitarán los permisos necesarios para la operación.</p>
<p><b>ZMC-10.</b> A fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales relativas en toda actividad náutica en la zona.</p>	<p>Se colocarán carteles informativos en la zona del embarcadero.</p>
<p><b>ZMC-11.</b> Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.</p>	<p>El proyecto no propone obras de canalización o dragado.</p>
<p><b>ZMC-12.</b> La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.</p>	<p>El proyecto no propone la construcción de muelles de gran tamaño, sólo un embarcadero para embarcaciones menores.</p>
<p><b>ZMC-13.</b> Las embarcaciones para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.</p>	<p>El proyecto no incluye la operación de embarcaciones de pesca deportiva.</p>
<p><b>ZMC-14.</b> Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia de los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.</p>	<p>Este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto no se ubica en ninguna de las UGA indicadas en el criterio.</p>

### III.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

#### III.5.1. NOM-059-SEMARNAT-2010

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. De acuerdo con el numeral 1 de la norma, ésta “es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma”. En el presente caso, la promovente no pretende incluir, excluir o cambiar la categoría de riesgo de ninguna especie o población silvestre.

La norma no incluye lineamientos o especificaciones relativas a medidas de protección de las especies enlistadas, no obstante, es útil para identificar la presencia en el sitio del proyecto de especies incluidas en ella. Al respecto, en las áreas a utilizar con el proyecto se identificaron 2 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 8. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

<b>Especie</b>	<b>Estatus</b>
Avicennia germinans	Amenazada
Thrinax radiata	Amenazada

El numeral 2.2.3 define a las especies Amenazadas como

“Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.”

Al respecto, los ejemplares de mangle negro y palma chit serán mantenidos en su sitio. En las obras y operación se cuidará de no afectar directamente a los ejemplares de fauna cuya presencia es probable en el área, como iguanas, y el proyecto dejará áreas aptas para su permanencia en el sitio.

Dado que las actuaciones con obras permanentes se harán en una zona perturbada, producto de un relleno con material pétreo, no implican deterioro del hábitat natural de las especies registradas ni disminución de sus poblaciones. En razón de que en el sitio hay ejemplares de mangle, enseguida se hace la vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

### III.5.2. NOM-022-SEMARNAT-2003

Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. (Incluye la especificación 4.43, adicionada por acuerdo secretarial).

**Tabla 9. Especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003 (incluida la 4.43, adicionada por acuerdo secretarial).**

Especificación	Vinculación
<p><b>4.0 Especificaciones</b></p> <p>El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;</li> <li>➤ La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;</li> <li>➤ Su productividad natural;</li> <li>➤ La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;</li> <li>➤ Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;</li> <li>➤ La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;</li> <li>➤ Cambio de las características ecológicas;</li> <li>➤ Servicios ecológicos;</li> <li>➤ Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).</li> </ul>	<p>El proyecto no afecta directamente vegetación de mangle. La ubicación será sobre una zona de relleno, una porción del margen lagunar y el cuerpo de agua de la laguna, sobre pilotes, por lo que no afectará los flujos hidrológicos.</p> <p>El proyecto no implica alteración de factores como mareas, hidroperiodo, aportes de nutrientes, tipo de sustrato, salinidad intersticial o clima, factores que inciden en la integridad o productividad natural de los manglares.</p> <p>En el área de desplante de las obras no se hallaron indicios de que sea una zona relevante para anidación, reproducción, refugio, alimentación o alevinaje de fauna silvestre.</p> <p>El proyecto no afecta la zona marina.</p> <p>No se prevé que el proyecto pueda causar cambios en los componentes biológicos, físicos y químicos del ecosistema del humedal ni de sus interacciones, respecto al estado en que se halla sin el proyecto. El sitio es una franja terrestre, entre una zona lagunar con tránsito diario de embarcaciones y una zona urbanizada, donde no habrá eliminación o sustitución de ecosistemas.</p> <p>No se introducirán especies exóticas ni se harán vertidos al suelo o al agua, ni se dispondrá de residuos en el sitio.</p> <p>Dado que no se hará afectación directa de las poblaciones de mangle, no se afectarán significativamente los principales servicios ecológicos que éstas brindan.</p> <p>Por su ubicación y características, el proyecto no alterará significativamente componentes estructurales del ecosistema, ni bióticos, como continuidad de las poblaciones y comunidades; ni abióticos, como clima, hidroperiodo, salinidad, etc.</p>

Especificación	Vinculación
<p><b>4.1</b> Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</p>	<p>El proyecto no incluye ese tipo de obras y actividades.</p>
<p><b>4.2</b> Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.</p>	<p>El proyecto no incluye los tipos de obras y actividades a que se refieren estos numerales.</p>
<p><b>4.3</b> Los promoventes de un proyecto que requiera de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.</p>	
<p><b>4.4</b> El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.</p>	
<p><b>4.5</b> Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.</p>	
<p><b>4.6</b> Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.</p>	
<p><b>4.7</b> La persona física o moral que utilice o vierta agua de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y calidad del agua que llega al humedal garanticen la viabilidad del mismo.</p>	<p>El proyecto no requiere extraer ni verter agua en la cuenca lagunar, el humedal o sus áreas circundantes. Para dotarse de agua potable y canalizar las aguas residuales se utilizarán las redes públicas de agua y drenaje con que se cuenta en el sitio, conforme a la obligación establecida en el Artículo 36 de la Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo y la concesión integral de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento otorgada a DHC-Aguakan.</p>
<p><b>4.8</b> Se deberá prevenir que el vertido de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o sus componentes vivos. Las descargas de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.</p>	
<p><b>4.9</b> El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.</p>	
<p><b>4.10</b> La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.</p>	

Especificación	Vinculación
<p><b>4.11</b> Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en los casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.</p>	<p>El proyecto no requiere el uso ni implica introducción de especies de ningún género.</p>
<p><b>4.12</b> Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.</p>	<p>La instalación propuesta no afecta flujos hídricos, al hallarse en la zona opuesta a la de los manantiales de la laguna, por lo que no incidirán en las condiciones estuarinas. En el apartado de descripción del sistema ambiental se indican las características hidrodinámicas del sistema lagunar.</p>
<p><b>4.13</b> En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.</p>	<p>El proyecto no incluye la construcción de vías de comunicación.</p>
<p><b>4.14</b> La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.</p>	
<p><b>4.15</b> Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.</p>	<p>El proyecto no requiere instalaciones lineales del tipo indicado en esta especificación.</p>
<p><b>4.16</b> Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.</p>	<p>Dado que el desplante de las obras está a menos de 100 m de áreas de manglar, el proyecto se acoge a la excepción prevista en el numeral 4.43 de esta misma NOM, en cuyo apartado se indica la propuesta de compensación.</p>

Especificación	Vinculación
<p><b>4.17</b> La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.</p>	<p>Sólo se usarán materiales obtenidos de establecimientos autorizados. El proyecto no requiere materiales pétreos o sascab ya que no se pretende realizar rellenos.</p>
<p><b>4.18</b> Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.</p>	<p>El proyecto no incluye ninguna de las actividades prohibidas en este numeral. El presente documento se elabora para tramitar la autorización en materia de impacto ambiental. En su oportunidad se tramitarán otras autorizaciones que se requieran.</p>
<p><b>4.19</b> Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.</p>	<p>El proyecto no incluye obras de dragado ni requiere establecer zonas de tiro.</p>
<p><b>4.20</b> Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.</p>	<p>Los residuos serán dispuestos mediante el servicio público de limpia.</p>
<p><b>4.21</b> Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.</p>	<p>El proyecto no incluye obras o actividades camaronícolas.</p>
<p><b>4.22</b> No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.</p>	<p>El proyecto no incluye obras o actividades acuícolas.</p>
<p><b>4.23</b> En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.</p>	<p>El proyecto no incluye obras de canalización ni las otras actividades indicadas en esta especificación.</p>

Especificación	Vinculación
<b>4.24</b> Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	El proyecto no incluye obras o actividades acuícolas.
<b>4.25</b> La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	El proyecto no incluye actividades acuícolas.
<b>4.26</b> Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	El proyecto no incluye canales de llamada.
<b>4.27</b> Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	El proyecto no incluye obras o actividades salineras.
<b>4.28</b> La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	El proyecto se apega a esta especificación, al incluir en la margen lagunar instalaciones de madera dura de la región, sobre pilotes, junto a la zona urbana, fuera del ANP Manglares de Nichupté, que concentra las zonas de anidación y percha de aves acuáticas.
<b>4.29</b> Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	El proyecto no incluye la realización directa de actividades de turismo náutico, aunque incluye un embarcadero que permitirá a los prestadores de servicios turísticos embarcar y desembarcar a sus usuarios.
<b>4.30</b> En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	El proyecto no incluye operación directa de embarcaciones.
<b>4.31</b> El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	El proyecto no incluye en su operación actividades de turismo educativo, ecoturismo u observación de aves.

Especificación	Vinculación
<p><b>4.32</b> Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.</p>	<p>El proyecto no incluye la construcción de caminos de acceso a la playa.</p>
<p><b>4.33</b> La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.</p>	<p>El proyecto no requiere la construcción de canales.</p>
<p><b>4.34</b> Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros por el paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.</p>	<p>El proyecto sólo prevé el paso de personas en el borde lagunar, sobre una cubierta de madera sobre pilotes.</p>
<p><b>4.35</b> Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.</p>	<p>El proyecto estará en la margen de una laguna costera, en una zona de relleno rodeada de infraestructura urbana y turística, que no es un corredor biológico, por lo que no implica el aislamiento de poblaciones de flora o fauna ni la interrupción de flujos genéticos entre poblaciones silvestres.</p>
<p><b>4.36</b> Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.</p>	<p>En la zona de margen lagunar sólo se colocarán instalaciones de madera sobre pilotes, en áreas libres de vegetación nativa, de modo que no se impedirá el paso de la fauna silvestre.</p>
<p><b>4.37</b> Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.</p>	<p>El sitio del proyecto no es una zona de escurrimiento de agua continental hacia humedales, ya que se halla en una isla de barrera. Las acciones propuestas no incluyen el vertido de aguas residuales a cuerpos receptores, pues se usará la red pública de drenaje.</p>
<p><b>4.38</b> Los programas de proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.</p>	<p>El proyecto no es un programa de restauración de manglares.</p>

Especificación	Vinculación
<p><b>4.39</b> La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.</p>	<p>El proyecto no es un programa de restauración de humedales costeros.</p>
<p><b>4.40</b> Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.</p>	<p>No se pretende realizar acciones de introducción o manejo de organismos.</p>
<p><b>4.41</b> La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.</p>	<p>El proyecto no es un programa de restauración de humedales o manglares.</p>
<p><b>4.42</b> Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</p>	<p>En el apartado IV.2.1 inciso d) se presenta información detallada de la unidad hidrológica.</p>
<p><b>4.43</b> La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.</p>	<p>Para exceptuar la restricción del numeral 4.16, se proponen medidas en favor de la comunidad de manglar, consistentes en acciones de restauración de hábitat de humedal en áreas cercanas al proyecto, en el Polígono 4 del ANP Manglares de Nichupté, conforme se acuerde con la Dirección de esa ANP, una vez que se autorice el proyecto.</p> <p>Ante consulta expresa, el personal del ANP indicó que no es posible formalizar un convenio relativo a medidas específicas en tanto no se haya emitido la autorización en materia de impacto ambiental.</p> <p>En todo caso, se anexa una propuesta de programa de reforestación de manglar en áreas liberadas de especies invasoras dentro del APFF Manglares de Nichupté, el cual será puesto a consideración de la Dirección del ANP, para plantar 25 ejemplares de mangle negro y 25 ejemplares de mangle rojo.</p>

---

### **III.6. ARTÍCULO 60 TER DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE**

El Artículo 60 TER fue adicionado a la Ley General de Vida Silvestre aprobada el 21 diciembre de 2006, luego de dos años de forcejeo entre ecologistas y desarrolladores.

El forcejeo empezó en 2004, cuando SEMARNAT agregó la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (de manglares), para exceptuar restricciones de la misma NOM; los ecologistas se inconformaron y, por acuerdo de las partes, se inició un proceso de revisión a cargo de científicos expertos en ecología de humedales, por lo que todo apuntaba a una importante mejora de la norma, que iba a incluir fórmulas para determinar tasas de aprovechamiento permisible en manglares, de modo que era menos restrictiva y más técnica; empero, cuando avanzaba la revisión, el Consejo Nacional Empresarial Turístico (CNET) interpuso un recurso legal para detener el proceso, lo que desbordó la impaciencia de los ecologistas, que buscaron otra vía para proteger manglares, la cual fue una iniciativa del Partido Verde para agregar a la LGVS el Artículo 60 TER, mucho más restrictivo que la NOM. En el proceso legislativo, en ambas cámaras hubo voces en contra, pero ningún partido quiso ser “antiecologista” y aprobaron la reforma, por arrasadora mayoría en la cámara revisora, la de Diputados, con 382 votos a favor, 3 abstenciones y 0 votos en contra.

La reforma fue remitida a la Presidencia de la República para su publicación en el DOF; entonces, los gobernadores de los estados costeros sacaron un desplegado pidiendo al Presidente que no la publique, lo que implicaba que todos fueran muy ecologistas menos el Presidente. Desde luego que el desplegado, tardío, no fue atendido y el decreto legislativo de la adición del 60 TER se publicó en el Diario Oficial de la Federación el jueves 1 de febrero de 2007 en los siguientes términos.

Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

**Tabla 10. Vinculación del proyecto con el Art. 60 TER de la LGVS.**

Restricción	Cumplimiento
Prohibición de afectar directamente ejemplares de mangle por remoción, trasplante o poda.	El proyecto cumple al diseñarse para no tocar los ejemplares de mangle. Incluso el deck de madera en la margen lagunar variará su anchura para evitar ejemplares de mangle presentes; en las obras se marcarán los mangles y se advertirá a los trabajadores de no dañarlos.
Prohibición de relleno o cualquier obra o actividad que afecte el flujo hidrológico del manglar.	El proyecto no contraviene esta prohibición, pues no afecta cauces superficiales (no los hay) y, al tener una cimentación a base de pilotes, tampoco afectará flujos subterráneos por infiltración, canales o grietas.
Prohibición de obra o actividad que afecte el ecosistema de manglar y su zona de influencia.	El Sistema Lagunar Nichupté es un gran ecosistema que contiene grandes macizos de manglar, el cuerpo de agua con macroalgas y pastos marinos y las márgenes naturales y artificiales, como es el sitio del proyecto, que es parte del terraplén que se formó para construir el Paseo Kukulcán, hoy dominado por vegetación secundaria, con dominancia de almendro de la India. El proyecto sólo afectará esa vegetación secundaria con dominancia de una especie exótica invasora; los grandes macizos de mangle, protegidos dentro de los polígonos del ANP Manglares de Nichupté, y su zona de influencia, que es principalmente el cuerpo lagunar y las extensiones inundables que lo rodean, no serán afectados por el proyecto, que no implica ninguna modificación significativa en esos elementos.
Prohibición de obra o actividad que afecte la productividad natural del manglar.	La productividad primaria de los manglares se expresa en dos formas, la biomasa de los individuos, en superficie y subterránea, y la producción de hojarasca y detritos. Ambas formas son altas en los manglares en comparación con otros ecosistemas forestales y, al estar asociados a cuerpos de agua perenes o intermitentes, implican una mayor circulación de biomasa en las cadenas tróficas y de exportación de nutrientes a otros ecosistemas, como los arrecifales. Los factores que determinan esa productividad son la estructura fisiográfica del bosque de mangle, el régimen hídrico, la influencia de mareas, los vientos y en general las características climáticas y edáficas. Ninguno de esos elementos serán modificados por el proyecto, por lo que éste no contraviene la prohibición de no afectar su productividad.

Restricción	Cumplimiento
<p>Prohibición de obra o actividad que afecte la capacidad de carga natural del ecosistema de manglar para los proyectos turísticos.</p>	<p>Entendemos como capacidad de carga para proyectos turísticos a la capacidad máxima de acogida de obras y actividades turísticas en un sitio sin afectarlo al grado de comprometer el uso futuro de los mismos recursos que se aprovechan en el presente. Eso implica la cantidad de espacio ocupado, de visitantes presentes por unidad de tiempo y la capacidad de manejo de los recursos y de los efluentes y residuos generados.</p> <p>En el caso que se analiza, en términos de espacio ocupado, el proyecto no tiene efecto significativo en el ecosistema de manglar, en razón de que no pretende ocupar espacio alguno en ese ecosistema con obras permanentes, sino que se asienta sobre un área modificada, de relleno artificial, y solamente ocupará áreas menores de la margen y el espejo de agua lagunar con instalaciones rústicas de madera.</p> <p>Por lo que hace a la cantidad de visitantes, el proyecto no implica el uso directo de áreas de manglar para ninguna actividad; los fines del proyecto son de restaurante-bar, para 103 comensales, los cuales estarán dentro de las instalaciones. Se prevé que la gran mayoría de comensales sean visitantes que arriban a Cancún para hospedarse en hoteles de la Zona Hotelera y, en menor medida, habitantes de Cancún, por lo que no se trata de visitantes atraídos a la localidad por el proyecto. En todo caso, su presencia en el restaurante no implica por sí misma efectos perjudiciales para el ecosistema de manglar.</p> <p>Por lo que hace a la capacidad de manejo de los efluentes y residuos generados por el proyecto, tanto las aguas residuales como los residuos sólidos serán canalizados a los sistemas públicos de saneamiento y limpia, en volúmenes que no ponen en riesgo su capacidad de servicio, de acuerdo con las proyecciones de crecimiento que muestra el PMDU de Cancún 2018-2030, según las densidades asignadas por construir, y un estudio de capacidad de carga turística de localidades del Tren Maya (SECTUR, 2019), que indica que "<i>Cancún Zona Hotelera cuenta con infraestructura satisfactoria para la prestación de servicios turísticos y la mitigación de su impacto ambiental</i>", y distingue en la Zona Hotelera el área donde SI está superada la capacidad de carga es la franja del Km 7 al Km12, en tanto que en las franjas del km 2 a 7 y del 14 al 25 NO está rebasada la capacidad de carga.</p>

Restricción	Cumplimiento
<p>Prohibición de obra o actividad que afecte las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.</p>	<p>Se trata de una restricción dirigida a proteger y mantener los servicios ecológicos que presta el manglar a la fauna silvestre, algunos de los cuales son sumamente importantes para las poblaciones de algunas especies, por el peso en sus procesos reproductivos y de desarrollo (de reclutamiento, dicen los ecólogos a la sobrevivencia hasta la etapa reproductiva).</p> <p>Los sitios del manglar con mayor importancia en la provisión de esos servicios ecológicos son los grandes macizos de manglar contenidos en los polígonos del ANP Manglares de Nichupté, designada precisamente por eso con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna. Ninguno de esos sitios o áreas aledañas a ellos será afectado por el proyecto.</p> <p>En el sitio específico de las obras y actividades, la franja de Zofemat y margen lagunar, en medio de una zona urbanizada, no se registraron usos notables de la fauna silvestre en el terreno, como sería la presencia de nidos o crías de aves o reptiles en los árboles o en el suelo o una abundancia de alevines en el cuerpo de agua.</p> <p>Por lo tanto, se considera que el proyecto no contraviene la prohibición indicada.</p>
<p>Prohibición de obra o actividad que afecte las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.</p>	<p>El proyecto no implica obras o actividades que interfieran o afecten ninguna interacción superficial entre el cuerpo lagunar con manglar y la zona terrestre, que en el sitio específico fue modificada para construir la vialidad de pavimento flexible, donde se sustituyó la antigua margen lagunar y la barra arenosa por un relleno con material pétreo para elevar el terreno y construir las capas de sub-rasante, sub-base, base, carpeta y revestimiento asfáltico.</p> <p>Por lo que hace a la zona marina al otro lado de la isla de barrera, es una zona sin presencia de formaciones arrecifales o coralinas, las cuales si se hallan frente a las dos puntas (Cancún y Nizuc). En todo caso, la interacción, incluso reducida, que pudiera ocurrir entre el cuerpo lagunar y la zona marina a través del subsuelo de la isla, no será afectada por el proyecto, ya es una obra que descansará sobre pilotes.</p> <p>Así, el proyecto tampoco alterará las características del manglar ni los servicios ambientales que brinda, como la captación de carbono, la protección física contra oleaje y vientos de huracanes y tormentas, la mejora de la calidad del agua y los servicios a la fauna, ya comentados.</p>

---

## **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL**

Aunque no hay cambios importantes de las condiciones ambientales registradas en 2016 respecto a lo que se observa ahora, se hace una revisión de la información y se mejora este capítulo con la delimitación diferenciada de la Zona de Influencia y el Sistema Ambiental.

### **IV.1. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA**

Se determina la zona de influencia del proyecto mediante la delimitación del ámbito espacial al cual puedan extenderse en forma significativa los efectos del desarrollo, operación y abandono del proyecto sobre componentes ambientales y procesos naturales. La zona de influencia del restaurante-bar Náutica Blue Star Lagoon se determina de manera técnica considerando las principales formas genéricas de afectación ambiental.

#### **Criterio de ocupación**

En términos de ocupación del territorio, las obras e instalaciones del proyecto ocupan la superficie de 608 m<sup>2</sup>, de los cuales 444.3 m<sup>2</sup> serán sobre la zona de relleno y vegetación secundaria, aunque sólo 370.7 m<sup>2</sup> son de obras permanentes. Así, se tiene una zona de influencia del proyecto de los mismos 608 m<sup>2</sup> sobre la que se asentarán sus instalaciones.

#### **Criterio de extracción**

El aprovechamiento extractivo es una causa de afectación capaz de impactar más allá del sitio donde se hace las acciones; en el presente caso no se propone ninguna extracción de recursos bióticos o abióticos, por lo que no hay zona de influencia bajo este criterio.

#### **Criterio de afectación de procesos**

En el sitio del proyecto no se identificaron procesos ecológicos relevantes que puedan ser afectados por las obras y su operación, como flujos hidrológicos, producción de biomasa e intercambio de nutrientes y energía, importancia como corredor natural o de rutas migratorias, colonización, sucesión de comunidades, reproducción y reclutamiento de poblaciones o algún otro que amerite o permita señalar una zona de afectación.

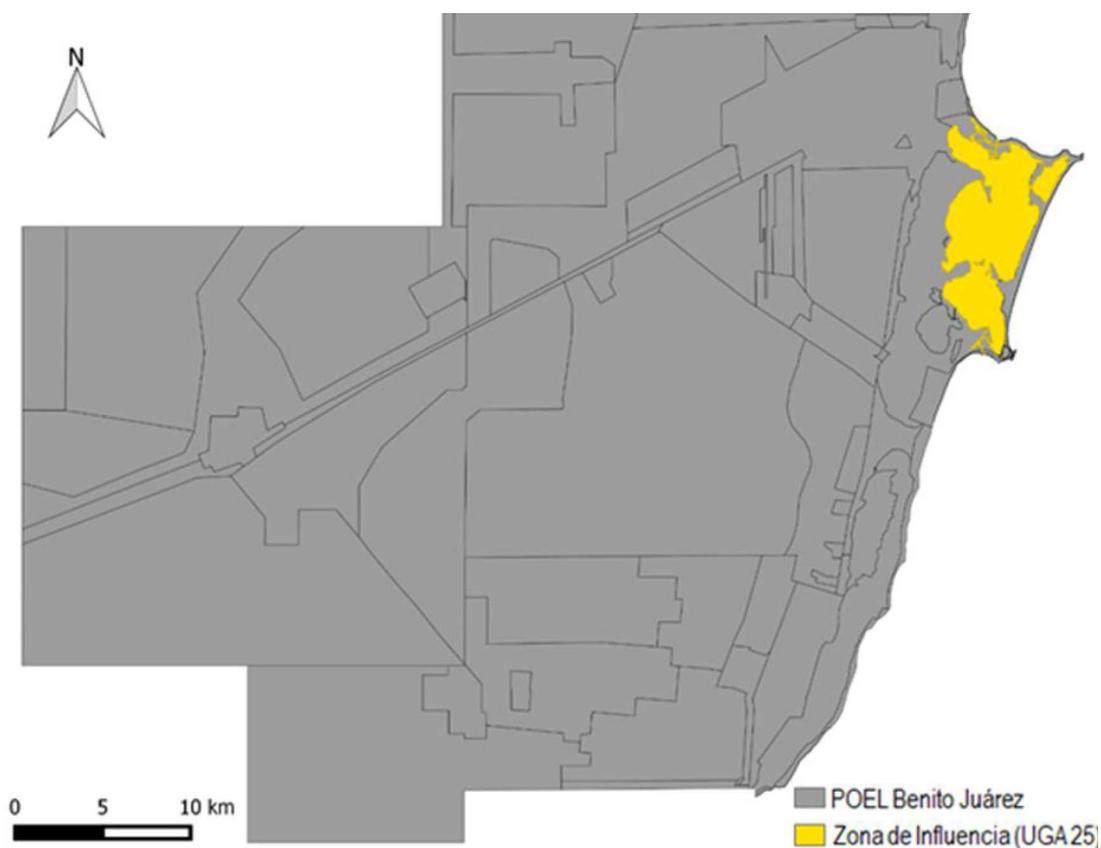
#### **Criterio de contaminación y dispersión de contaminantes**

El criterio de contaminación es muy importante para un proyecto que se pretende junto a un cuerpo de agua con comunidades de importancia ecológica. La instalación propuesta no implica uso de sustancias tóxicas o peligrosas, pero si la generación de aguas residuales

domésticas, que incluyen aguas grises, derivadas de la preparación y servicio de alimentos y bebidas, y aguas negras, de servicios sanitarios. Dichos efluentes, con materia orgánica, grasas y aceites, sólidos suspendidos y restos de productos de limpieza, serán canalizados al sistema público de saneamiento disponible en el sitio y que además es obligatorio; empero, la operación implica riesgos de fuga en la red de evacuación, la cual podría alcanzar el cuerpo lagunar y contaminar sus aguas. El alcance de esta afectación potencial, dada la capacidad de dispersión de contaminantes en cuerpos de agua, es el complejo lagunar Nichupté-Bojórquez, de modo que esos cuerpos de agua se pueden considerar como la Zona de Influencia del proyecto. Un efecto similar podría considerarse por el vertido accidental de lixiviados de basura, aunque es un riesgo sumamente bajo.

### UGA 25 como Zona de Influencia

Así, y aprovechando la delimitación del POEL de Benito Juárez, se determina como Zona de Influencia del proyecto la UGA 25 del POEL, expresamente delimitada en ese instrumento como “el espejo de agua del Sistema Lagunar Nichupté y su Zona Federal, excluyendo las áreas que se hallan dentro del ANP Manglares de Nichupté”.



**Figura 5. Zona de Influencia del proyecto Náutica Blue Star Lagoon.**

---

Así, la Zona de Influencia delimitada, que contiene en su totalidad el área a ocupar con el proyecto, es un polígono de 4,228 ha, formado por las lagunas Bojórquez y Nichupté, sin incluir la Laguna del Inglés, por corresponder a otra UGA, pero además por ser un cuerpo de agua con características distintas, debido a la presencia de varios manantiales en su interior y una conexión hidrológica con el cuerpo lagunar mayor muy limitada.

Aunque la Zona de Influencia es un polígono irregular, se trata de información pública, que corresponde a una UGA bien delimitada en el POEL y cuya cartografía está disponible en formatos shp y kmz, lo cual ayuda al análisis del sistema ambiental del cual forma parte.

## **IV.2. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL**

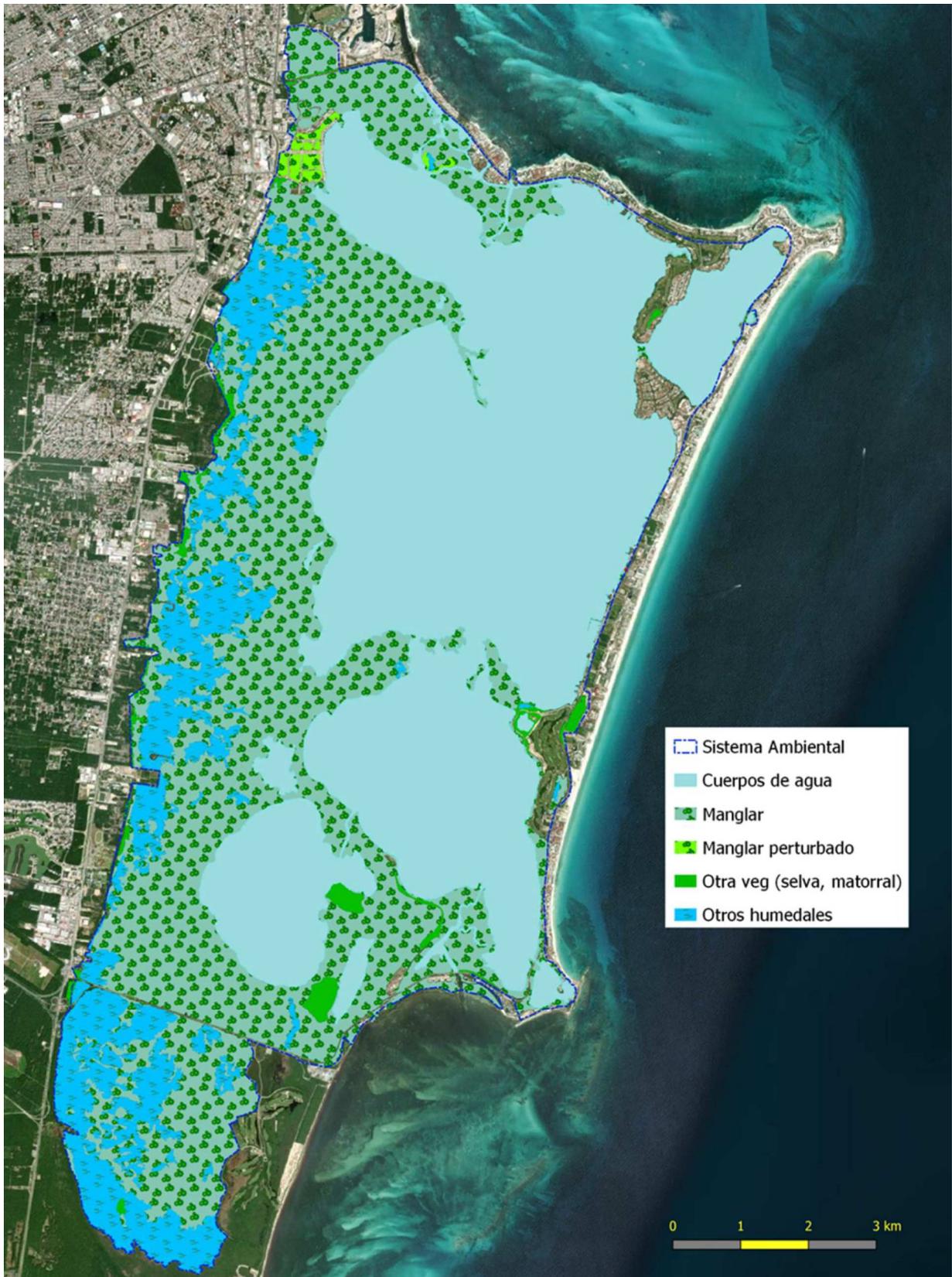
El sistema ambiental se delimita como el conjunto de elementos bióticos y abióticos que interactúan en el espacio geográfico del proyecto y su zona de influencia. Sus límites corresponden a delimitaciones concretas de unidades ecológicas relacionadas por estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas, de lo que resulta una delimitación que corresponde al Sistema Lagunar Nichupté, incluyendo la zona de manglar que se encuentra en el lado exterior del Canal Nizuc.

La delimitación se ajusta en gran medida a la definición de Estuario que se encuentra en la especificación 3.23 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, salvo los arrecifes, pues consideramos que los más cercanos, frente a Punta Nizuc, quedan fuera del alcance de la influencia del proyecto.

*3.23 Estuario: Es un ecosistema costero cuya fisiografía es semicerrada con conexión al mar abierto y cuya característica es la dilución de agua marina con aporte de agua dulce proveniente de un escurrimiento continental, por lo que la salinidad varía entre 3 y 25 partes por mil. Los sistemas estuarinos incluyen estuarios, deltas, lagunas costeras, esteros, manglares, zonas lodosas y arrecifes.*

Así, el Sistema Ambiental está formado por los siguientes componentes.

- ✓ El cuerpo de agua permanente de la laguna costera Nichupté
- ✓ Las zonas de inundación temporal o intermitente que circundan el cuerpo lagunar
- ✓ La comunidad de manglar asociada al cuerpo de agua y las zonas inundables
- ✓ Las zonas terrestres marginales que bordean el cuerpo lagunar
- ✓ La boca y zona exterior del Canal Nizuc.



**Figura 6. Sistema Lagunar Nichupté. Es el Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto.**

---

El Sistema Lagunar Nichupté es uno de los ecosistemas estuarinos más estudiados de México, por lo que hay abundante información sobre el mismo, lo que permite hacer una descripción y diagnóstico con suficiente amplitud y profundidad para mostrar las condiciones ambientales del territorio previas al proyecto, así como identificar los impactos potenciales que implicaría su establecimiento y las medidas más apropiadas para mitigarlos. Enseguida se hace la caracterización del sistema ambiental y sus componentes más relevantes.

### **IV.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL**

#### **IV.3.1. Medio abiótico**

##### **a) Clima**

De acuerdo con los datos de la estación climatológica No. 23155, de Cancún<sup>3</sup>, el clima del Sistema Ambiental corresponde al subtipo Aw1(x')(i'): cálido subhúmedo con lluvias en verano, con cociente P/T de 50.5, 15.1% de lluvia invernal y un rango de oscilación térmica de 5.7°C.

La precipitación media anual es de 1,300.2 mm y se concentra en la segunda porción del año, asociada a eventos ciclónicos que se generan en el Mar Caribe y el Océano Atlántico. En los últimos y primeros meses de año se presentan lluvias invernales por la presencia de "nortes" (masas de aire frío continental de origen boreal), que al pasar por el Golfo de México acumulan humedad. La temporada de secas se extiende desde febrero hasta mayo, asociada a la escasa precipitación y reducción de humedad atmosférica de lluvias que se registra en este intervalo.

La temperatura promedio anual es de 27.2°C, con una máxima mensual de 37.6 °C en agosto y una máxima extrema por día de 41.5°C (agosto de 2003) y una mínima extrema por día de 9.5°C (marzo de 1996). Estas diferencias se originan por las variaciones en el ingreso de energía solar y la de intensidad de la nubosidad imperante.

La época de lluvias ocurre en los meses de mayo a octubre, con precipitaciones en forma de aguaceros, mientras que la temporada de sequía con lluvias ocasionales y aisladas se presenta de marzo a abril y los nortes con lloviznas prolongadas, que por lo general se

---

<sup>3</sup> <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales5110/NORMAL23155.TXT>

---

presentan de noviembre a febrero. La evapotranspiración media anual es similar a la precipitación. Los vientos dominantes en Cancún son los alisios, que soplan de febrero a septiembre provenientes del sureste, con velocidad promedio de 15 km/h, alcanzando los 30 km/h.

#### Fenómenos climatológicos relevantes

Los huracanes se originan en las zonas matrices Caribe Oriental y Atlántico, por el calentamiento de las aguas marinas de mayo a noviembre, cuando los rayos solares inciden perpendicularmente en la Tierra. Estos intemperismos, cuyos vientos alcanzan los 300 km/h, pueden causar fuertes daños a los ecosistemas lagunares someros, como mostró el huracán Wilma en el sistema Lagunar Nichupté, donde se registró un fuerte movimiento y suspensión de sedimentos que causaron cambios en los flujos hidrológicos, con acumulación del sedimento en el interior de los bosques de mangle y asolvamiento de venas y esteros, así como aumentos de la concentración de los nitritos, nitratos y amonio desde 11 hasta 54 veces más que la concentración ordinaria.

Estos cambios afectan particularmente a las comunidades de manglar, pues donde no se restablece enseguida la comunicación de venas y esteros para disminuir el tiempo de recambio del agua, los árboles de mangle que resistieron el huracán mueren por sofocación y pérdida de humedad.

#### **b) Geología y geomorfología**

Se presenta una breve descripción general, dado que el proyecto no implica alteraciones a la geomorfología ni incluye actividades riesgosas y la zona no es de actividad sísmica.

En términos geológicos, el Sistema Lagunar Nichupté y la isla de barrera que la separa del mar una de las formaciones más jóvenes de la Península de Yucatán (Cuaternario), cuya génesis se basa en depósitos post arrecifales a base de dunas litorales.

El origen de la barra se remonta a la existencia de una terraza cárstica de 7.5 Km de amplitud y de aproximadamente 9 metros bajo nivel del mar, con crestas de dunas del Pleistoceno litificadas y erosionadas en el límite marino y un conjunto de crestas de playa por el lado terrestre de la terraza. Cuando la elevación del mar inundó la terraza, debido a la trasgresión marina del Holoceno, las crestas de dunas formaron la barrera donde se halla la Zona Hotelera.

---

Con deshielo al final de la glaciación, el nivel del mar fue creciendo, lo que originó la formación del sistema de humedales costeros y, entre 3,000 y 4,000 años antes del presente, el mar alcanzó niveles entre 1 y 1.5 m por debajo del actual, cuando las porciones norte y sur de la isla de barrera se conectaron con tierra firme mediante tómbolos, dando así lugar a los cuerpos lagunares que conforman el Sistema Lagunar Nichupté actual. Es decir, el sistema ambiental en estudio tiene una antigüedad aproximada de 4,000 años.

### **c) Suelo**

En el Sistema Ambiental se identifican tres tipos dominantes de suelo, Solonchak, Arenosol y Leptosol, en varios subtipos y asociaciones, derivados de las rocas calizas del Terciario y del Cuaternario, del aporte de sedimentos terrígenos, la acreción de arenas biogénicas y materia orgánica de vegetación hidrófila. Conforme a la clasificación del Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB), se tienen los siguientes tipos.

#### AREuh+LPhurz/1

Asociación de Arenosol hiperéutrico y Leptosol húmico réndzico, de textura gruesa. El Arenosol se desarrolla sobre materiales no consolidados, como dunas costeras y playas, lo que explica que esté presente en la isla de barrera de Cancún; la condición hiperéutrica corresponde a una alta saturación de bases. El Arenosol se halla sobre una matriz rocosa de eolianitas derivadas de paleodunas, en ocasiones aflorantes, que dan lugar al Leptosol, un suelo rocoso con presencia de materia orgánica (húmico) y materiales calcáreos (réndzico).

#### SCha+ AREuh/1

Asociación de Solonchak háplico, que es un tipo de suelo salino simple, formado a partir de materiales no consolidados en zonas inundables, y Arenosol hiperéutrico, de textura gruesa. Este tipo se halla en las zonas de manglar del sistema ambiental.

#### LPhuli+ LPhurz/2

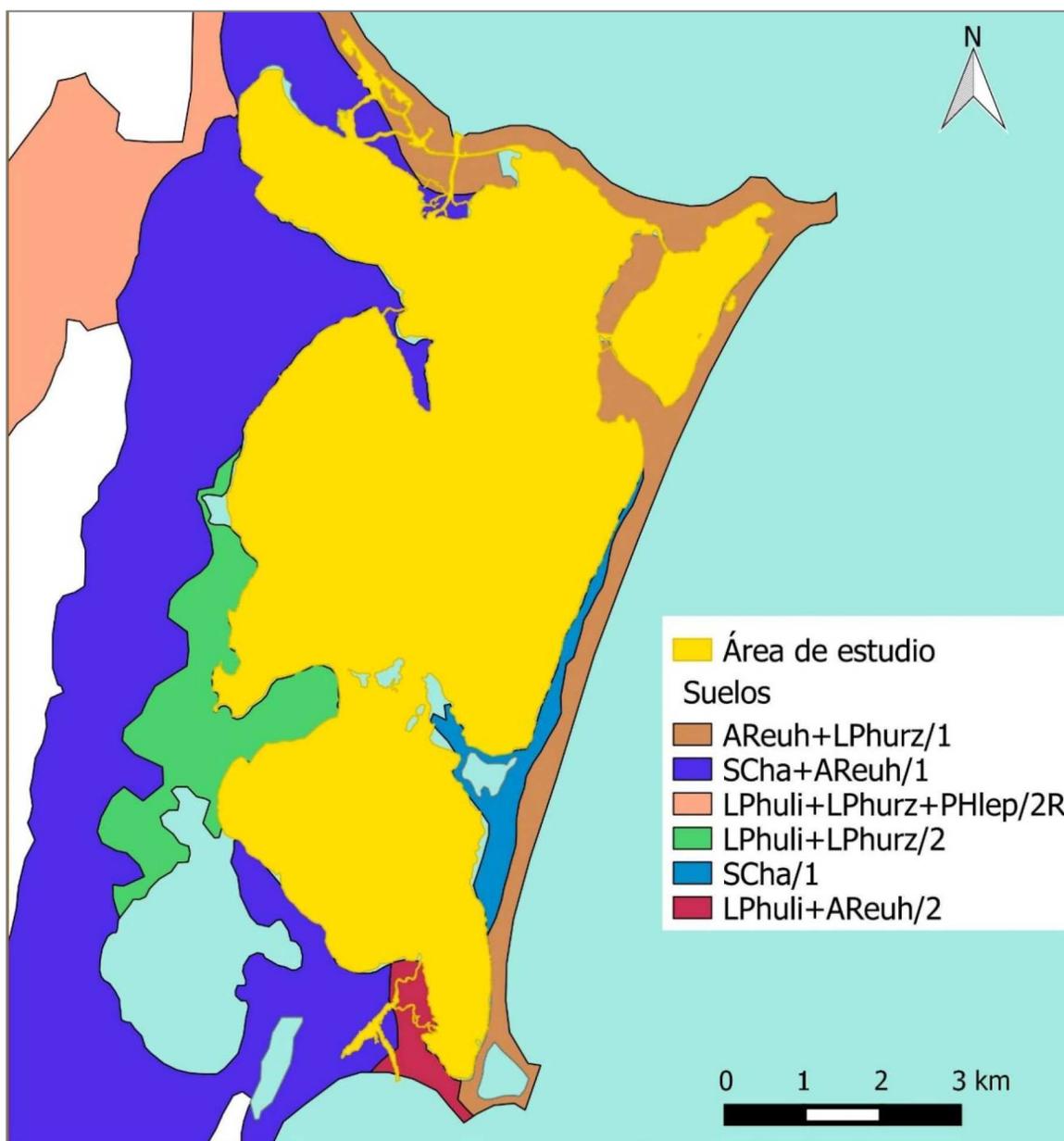
Es un tipo que bordea el cuerpo de agua en una pequeña franja del borde lagunar por el noroeste, en la zona ahora conocida como Malecón Tajamar. Está formado por Leptosol húmico lítico, es decir, suelo muy rocoso o de roca continua, con presencia de materia orgánica, y Leptosol húmico réndzico. La textura de esta asociación es Media.

SCha/1

Solonchak háptico de textura gruesa. Este tipo conforma la franja por el este, donde forma el borde lagunar, incluyendo el sitio de pretendida localización del proyecto, sobre el cual se depositó el relleno para la construcción de la vialidad.

LPhuli+ AReuh/2

Asociación de Leptosol húmico lítico y Arenosol hiperéutrico, con dominancia del primero, de textura Media. Este tipo se halla en el sur, entre Punta Nizuc y el Canal Nizuc.



**Figura 7. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental.**

## **d) Agua**

### Hidrología superficial

El Sistema Ambiental se ubica en la región hidrológica XII Península de Yucatán, Subregión RH32 Yucatán Norte, Subcuenca RH32 A-a Quintana Roo, que constituye aproximadamente toda la mitad norte del estado. Por ser una zona plana, en la RH32 no se identifican escurrimientos superficiales y los valores medios anuales de evapotranspiración para toda la región son de 1,236.46 milímetros.

La evaporación media anual registrada en 16 años es de 1,479.1 mm. Conforme a lo anterior, la mayor parte del agua de lluvia en el sitio del proyecto regresa a la atmósfera en forma de vapor.

Por lo que hace específicamente a la Zona de Influencia, que es el cuerpo de agua del Sistema Lagunar Nichupté excepto Laguna del Inglés, tiene las siguientes características.

### Hidrografía de la zona de influencia

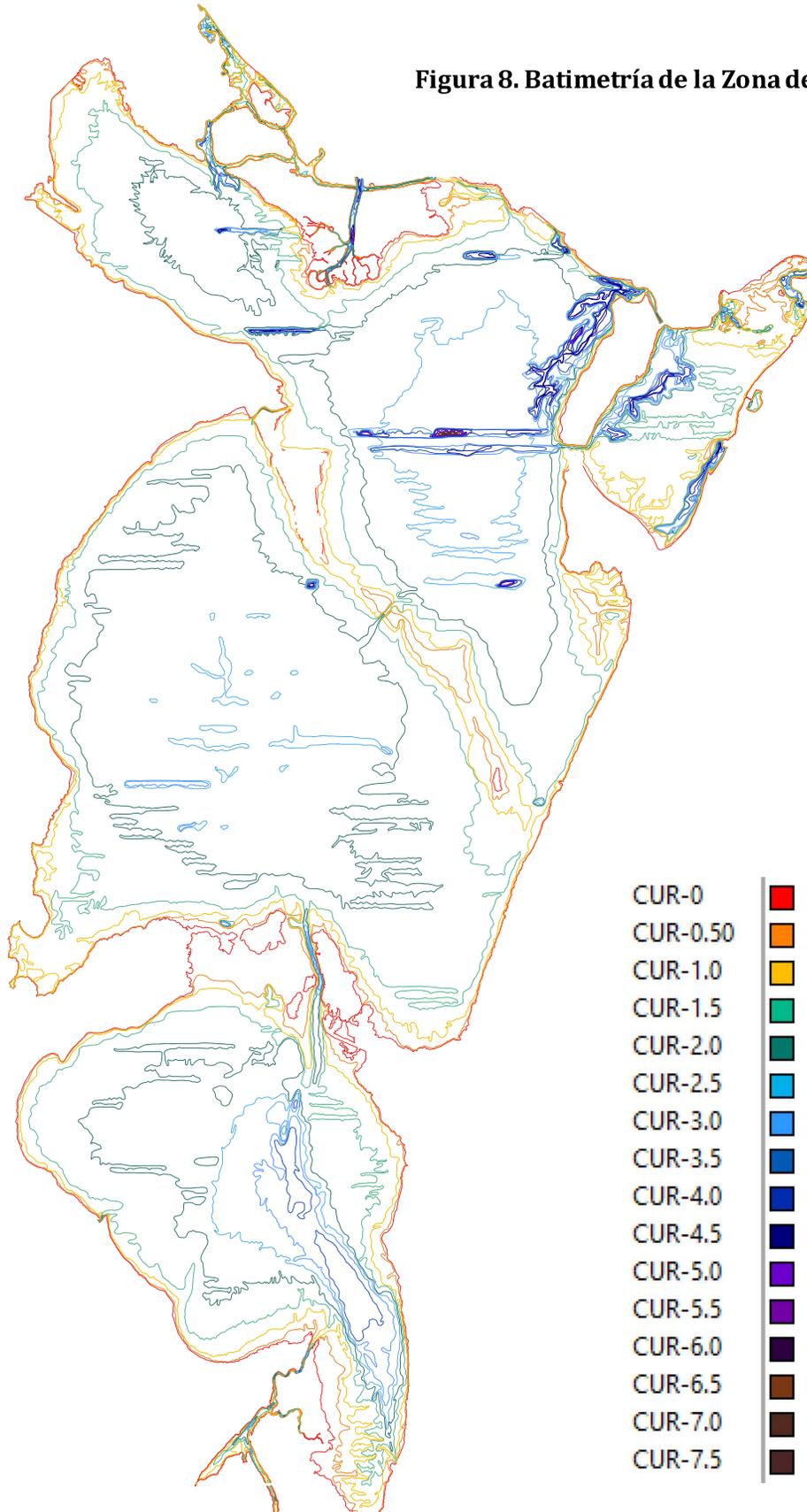
La Zona de Influencia es un polígono irregular de 4,228 ha, formado por las lagunas Bojórquez y Nichupté, que son los cuerpos principales del sistema lagunar, así como sus canales de conexión al mar, sin incluir la Laguna del Inglés. Se trata de un complejo lagunar somero, con profundidades entre 0.3 m y 6 m de profundidad, con una profundidad dominante en gran parte del sistema en torno a los 2 metros. Los lugares más profundos corresponden a los canales de comunicación del sistema con el mar. El Canal Arroyo Playa Linda<sup>4</sup>, al norte de la laguna frente a Isla Mujeres, y el Canal Nizuc, al sur. Estas bocas tienen un ancho aproximado de 50 y 30 metros, respectivamente.

El cuerpo de agua mayor, la Laguna Nichupté, es cruzado por dos zonas de bajos que no pasan de -0.5 m, identificados como Bajo Norte y Bajo Zeta, al sur, los cuales dificultan el intercambio de aguas y seccionan la laguna en tres subcuencas, en las cuales, por efecto de los bajos, el viento y el aporte de agua subterránea, hay una regionalización de las masas de agua, con comportamientos hidrodinámicos diferentes. Además, se reconoce el canal Zeta, que atraviesa el bajo del mismo nombre. Los tres canales tienen fondo irregular y, en algunas partes, alcanzan 5 metros de profundidad, excepto el Canal Nizuc, de sólo 3 m.

---

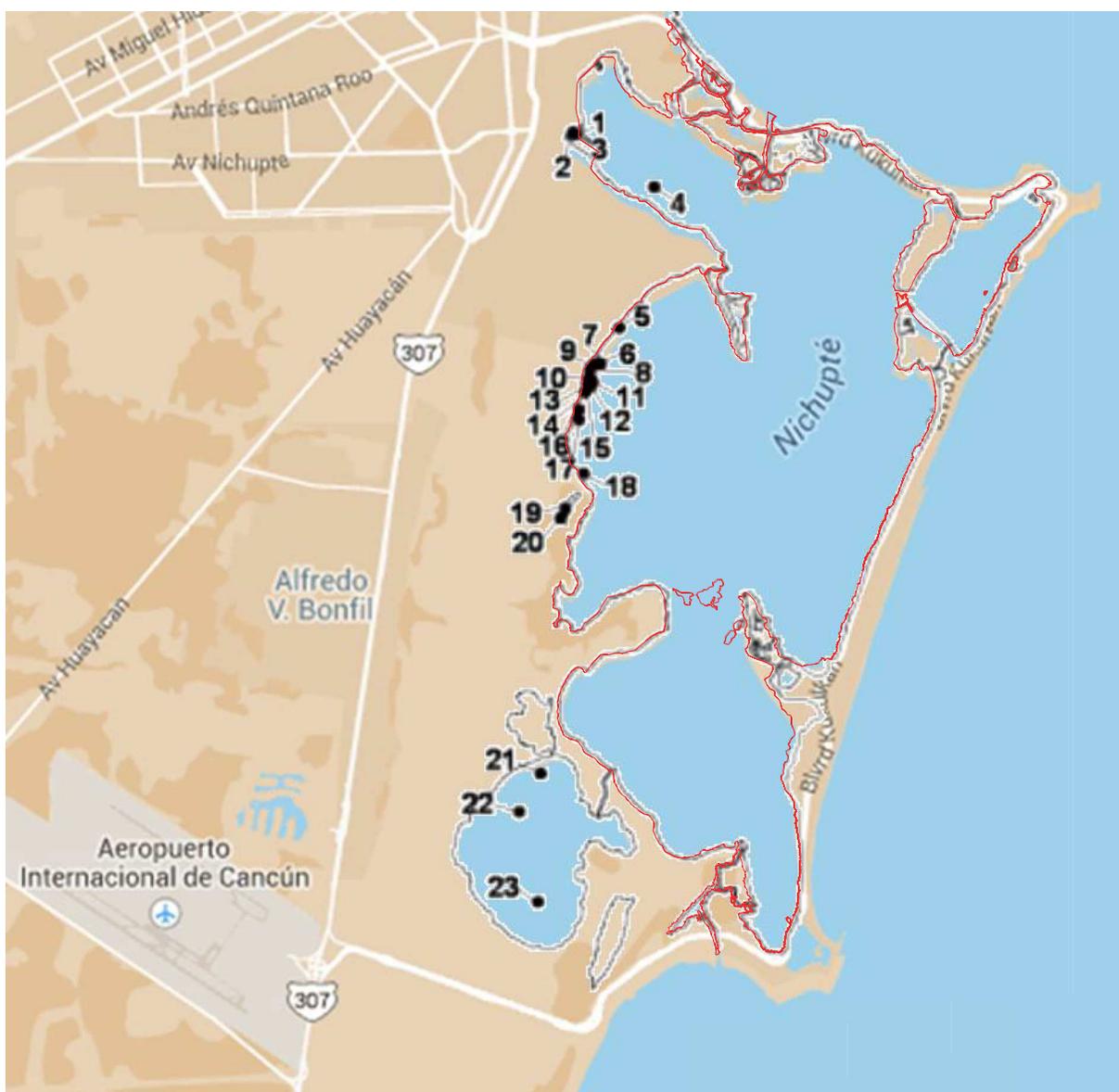
<sup>4</sup> SARH. 1992 y Ley Federal de Derechos.

Figura 8. Batimetría de la Zona de Influencia.



## Manantiales

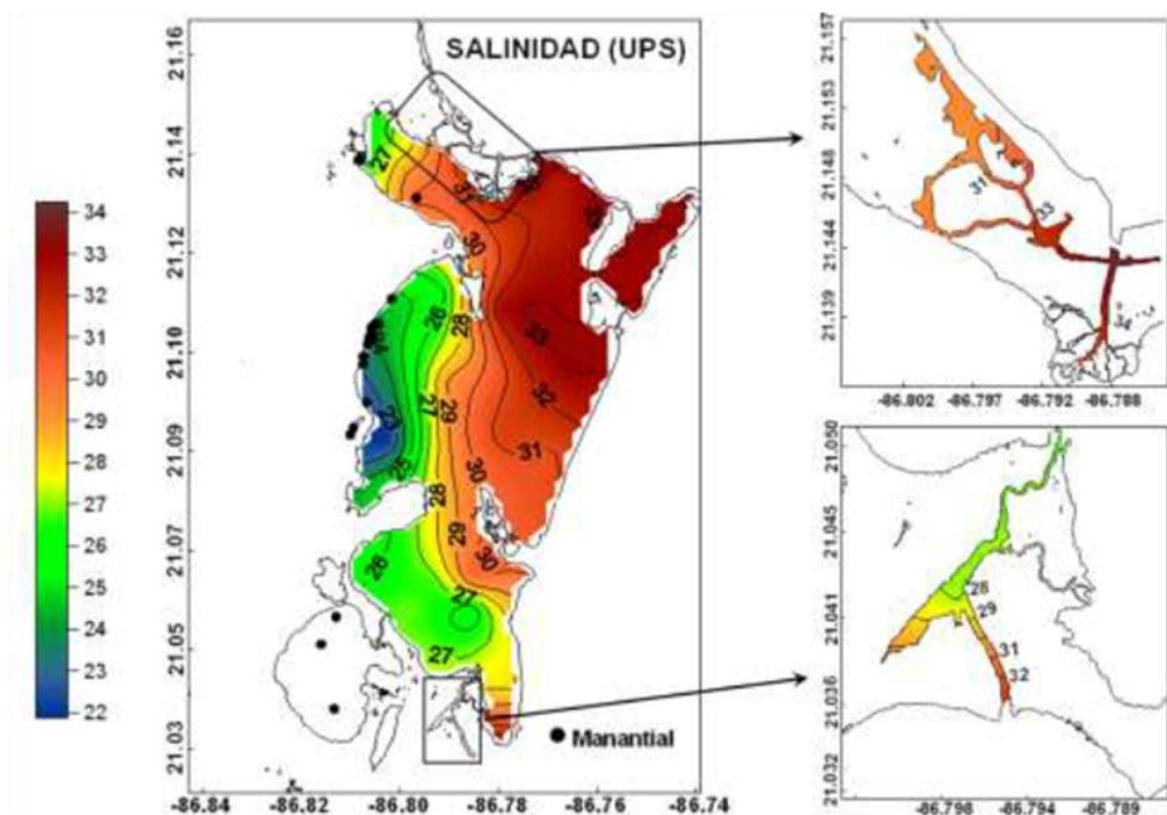
Un aspecto importante del Sistema Ambiental es la interacción con flujos subterráneos de agua, ya que en el complejo lagunar se han identificado diferentes manantiales de agua continental, derivados de un gradiente de presión orientado de tierra firme hacia el sistema lagunar Nichupté. Tales flujos no son del todo de agua dulce, sin salinidad, como sería de esperar, lo que no concuerda con los registros del agua en los manantiales, lo que indica que, debido a la naturaleza cárstica del subsuelo en la Península de Yucatán, en el subsuelo de las cercanías de la costa hay un proceso de mezclado entre el agua dulce y el agua de mar de la cuña salina, que al parecer alcanza distancias importantes tierra adentro.



**Figura 9. Manantiales en el Sistema Ambiental y la zona de influencia (con línea roja.)**

## Salinidad

En primer lugar, se observa la influencia del agua del Mar Caribe a través de las altas salinidades en la zona norte, en gran parte de los cuerpos de agua de Nichupté y Bojórquez. La distribución de salinidad en las diferentes épocas del año muestra que la influencia del agua marina cambia notablemente por efectos climáticos. Por ejemplo, considerando como referencia la isohalina de 30 ups (Unidades Prácticas de Salinidad), en noviembre la zona de mayor salinidad se limita a la parte norte de Nichupté, mientras que en marzo el agua salina de 30 o más ups alcanza su mayor extensión en todos los cuerpos de agua.



**Figura 10. Salinidad en julio-agosto de 2007. Fuente: Carbajal Pérez, 2009.**

En la región central de Nichupté, frente a la cual se halla el proyecto, hay un gradiente de salinidad marcado de norte a sur, con valores de 24 a 30 ups y las isohalinas están orientadas de norte a sur en todas las épocas del año, es decir, el gradiente va en dirección Oeste a Este, por los aportes de agua menos salina de aguas subterráneas y escurrimientos superficiales desde tierra firme. Los valores de salinidad de 21 ups, medidos en las zonas donde están los manantiales, sugieren que en el subsuelo hay un proceso de mezclado entre al agua dulce y el agua de mar.

---

En la zona de canales en la parte norte, en los alrededores del canal Sigfrido, los contenidos de sal son grandes; en tanto que en la parte sur, en los canales cercanos a Punta Nizuc, se registran salinidades bajas, del orden de 23 ups, y solamente en las cercanías del mar se eleva el valor de salinidad, lo que indica que la influencia del mar a través de esta boca es menor que a través de la boca en el norte.

### Temperatura

En términos generales, a causa de la radiación solar y la poca profundidad de los cuerpos de agua, la temperatura en el complejo lagunar de Nichupté- Bojórquez es siempre más alta que en la zona marina adyacente.

Las partes central y norte del complejo presentan temperaturas del agua mayores que en el lado oeste, con variación de 25.5 a 32.0 °C. Las áreas de agua fría se encuentran normalmente en las inmediaciones de los canales que conducen a las bocas Cancún en el norte, Punta Nizuc en el sur y en la zona donde se encuentran los manantiales de agua subterránea.

Por efecto de la radiación solar y a lo somero de los cuerpos de agua, en general la temperatura en el complejo lagunar de Nichupté es siempre más alta que en el adyacente Mar Caribe.

Estas altas temperaturas son, sin embargo, modificadas constantemente por dos procesos: por agua fría proveniente de los manantiales subterráneos y por el agua del Mar Caribe enfriada por la mezcla vertical y por surgencias asociadas al paso de frentes fríos o vientos dominantes de mesoscala.

De las distribuciones de salinidad y temperatura se deduce que la densidad del agua, la cual puede ser calculada teniendo los valores de temperatura, salinidad y profundidad, debe ser bastante variable en el sistema.

En términos generales, los valores de temperatura, salinidad y densidad varían estacionalmente y las influencias dominantes son la entrada de salinidad por las bocas Cancún y Punta Nizuc y la entrada de agua subterránea fría por los manantiales. En época de lluvia la descarga desde los manantiales debe aumentar y por ende hay más inyección de agua baja en salinidad y temperatura.

---

### Oxígeno disuelto

Este parámetro es importante para el desarrollo de los organismos aerobios en la laguna. El oxígeno molecular disuelto proviene de dos fuentes principales, el oxígeno atmosférico que se disuelve en las aguas superficiales y el que se genera por fotosíntesis de organismos en el cuerpo de agua. A su vez, la concentración de oxígeno se reduce al ser consumido por la respiración de los organismos aerobios y por descomposición microbiana del detritus del mangle; además de acciones humanas, como el vertido de contaminantes que utilizan el oxígeno libre en reacciones químicas de oxidación.

La concentración de oxígeno disuelto en el cuerpo de aguas tiene gran variabilidad, debido al complejo de factores que intervienen. Registros en noviembre indican valores cercanos o típicos de mar abierto (11-12 mg/L) en la parte central y sur del complejo; mientras que se registran valores más bajos en la parte norte. Los valores de oxígeno disuelto más bajos se hallan en un área adjunta a la barra de la Zona Hotelera y en el noroeste de la laguna, donde hay mayor influencia de la zona urbana.

En julio-agosto se aprecian concentraciones de oxígeno disuelto con valores bajos en todo el sistema, lo que implica que el consumo de oxígeno por las especies marinas es más grande o que la acción de los vientos para aumentar la concentración es menos efectiva en esos meses. Esto indica que puede haber periodos en verano con poca intensidad de vientos, que puede conducir a la disminución de la concentración de oxígeno.

### pH

El pH es un coeficiente que indica el grado de acidez de una sustancia, en el presente caso el cuerpo de agua del Sistema Lagunar Nichupté es alcalino. Los valores del centro y sur del sistema son similares a los presentes en sistemas marinos, en torno a 8.3, mientras que en la parte norte se encuentran valores de pH un poco más bajos, probablemente asociados a aportes de aguas residuales procedentes de la ciudad de Cancún por el Noroeste o de la Zona Hotelera por el noreste, donde hay registros de pH de 7.8. Los valores mínimos se hallan en el Oeste del cuerpo de agua central, de 7.6, que reflejan la influencia de las aguas subterráneas, cuya composición indica que antes de brotar del subsuelo ya se mezclan no sólo con agua de mar, sino también con aguas residuales de la zona urbana de Cancún, cuyo efecto es la reducción del pH, pues los bajos niveles registrados coinciden con los valores de pH a la salida de los manantiales.

---

## Turbidez

La claridad de un cuerpo de agua es uno de los principales indicadores de la condición y productividad del sistema. La turbidez es causada en forma natural por sólidos no disueltos y suspendidos por fenómenos como viento y corrientes, lodo, arcilla, algas y microorganismos, pero también por la descarga de efluentes de actividades humanas.

En la zona de influencia (UGA 25) se tiene que la zona central y sur tienen altos valores de turbidez (expresados en FTU -Unidad de Turbidez de Formazina-, unidad ISO), que pueden tener su origen en la acción del viento sobre el cuerpo de agua, la presencia de detritus en el fondo marino en la cercanía de los manglares y pastos marinos y lo somero de las zonas centrales del complejo. En las zonas más profundas la turbidez es menor.

En la zona norte, los valores de turbidez son relativamente bajos, con excepción de áreas aledañas a la Laguna Bojórquez y el Oeste de Nichupté, donde los valores de turbidez son marcadamente mayores, lo que se podría deber a que en la Laguna Bojórquez y en la parte Oeste de Nichupté hay flujos de aguas residuales con sustancias que aumentan la turbidez.

La comparación estacional de turbidez muestra que hay variaciones dentro de un patrón similar de distribución. El comportamiento de este parámetro es distinto en la temporada turística alta, cuando hay una mayor circulación de embarcaciones en el cuerpo lagunar.

## **Nutrientes**

### Nitratos

La medición del nitrato ayuda a evaluar la calidad ambiental de los cuerpos de agua superficiales, ya que las aguas naturales no contaminadas contienen cantidades insignificantes de este tipo de compuesto. El nitrato es un nutriente que las plantas asimilan en proteína celular; por lo que su abundancia estimula el crecimiento vegetal, especialmente de algas, lo que suele causar problemas de calidad del agua por eutrofización y sus efectos secundarios indeseables como malos olores y costras de algas.

Los mayores valores de este nutriente se encuentran en la Laguna Bojórquez, donde indican la presencia de aguas residuales. Los registros indican además que la Laguna Bojórquez está exportando nitratos hacia la Laguna Nichupté. Los valores son también altos en la zona noroeste del Sistema Ambiental, donde se encuentran manantiales con agua de apariencia turbia, que pudieran provenir de la zona urbana de Cancún.

---

### Amonio

El amonio se produce cuando la actividad microbiológica destruye la materia orgánica nitrogenada, por lo que se encuentran más en cuerpos contaminados por aguas residuales, fertilizantes y desechos agrícolas o industriales que contienen nitrógeno orgánico. Los valores más altos en la zona de influencia se encuentran en la Laguna Bojórquez y en la parte noroeste del sistema, donde hubo depósitos de lodos de origen municipal. En el resto de la zona de influencia las concentraciones de amonio son bajas.

### Fosfato

El fósforo es un nutriente importante para la flora acuática. La concentración en agua por lo general no pasa de 0.1 ppm, a menos que haya contaminación por aguas residuales o riego agrícola excesivo. Cuando el fósforo está por encima de las concentraciones requeridas para el crecimiento normal de las plantas acuáticas, genera eutrofización. Los valores de fosfato más altos se hallan en la Laguna Bojórquez y en sus inmediaciones, de donde se exporta hacia la Laguna Nichupté. En el resto del sistema lagunar se tienen registros más bajos, salvo la parte más hacia el noroeste, junto a la zona urbana de Cancún.

### Microbiología

Para la descripción de la comunidad de microbios, con énfasis en los elementos contaminantes, se considera un estudio bacteriológico del complejo lagunar mediante el análisis de muestras colectadas antes y después del huracán Wilma, que afectó la zona en octubre de 2005<sup>5</sup>. El trabajo consistió en la identificación de la diversidad microbiana mediante el análisis de los genes 16S rRNA con el método de huellas dactilares, clonación, secuenciación de ADN y taxonómicamente clasificada por método de similitud en secuencias. Los resultados generales evidencian una mezcla de especies adaptadas al medio ambiente marino presente en el complejo lagunar.

El análisis de diversidad microbiana en el complejo lagunar reveló una amplia colección genética, con 10 géneros de 6 clases filogenéticas: *Proteobacteria*, *Cyanobacteria*, *Bacilli*, *Bacteroidetes*, *Flavobacteria*, y *Sphingobacteria*. Los grupos más comunes son *Cytophaga-Flavobacteria/FlexibacterBacteroidetes* CFB- (dos tercios), en particular el phylum *Bacteroidetes*; el grupo *Proteobacteria* (un tercio) y las clases *Cyanobacteria* y *Bacilli*.

---

<sup>5</sup> Carbajal Pérez, 2009.

---

La mayoría de los grupos aislados fueron miembros del grupo *Bacteroidetes*, los cuales son principal o estrictamente anaerobios y se les considera indicadores fecales por ser abundantes en caca de animales de sangre caliente, aunque también es un phylum común en el océano abierto y en aguas costeras.

En suma, es una comunidad microbiana de ambientes de transición marino-estuarina y presencia de elementos indicadores de aportes de aguas residuales o aguas negras de las zonas urbanas aledañas y de una baja capacidad de recambio en los cuerpos lagunares.

### **Hidrodinámica de la zona de influencia**

Los principales factores que determina el movimiento del agua en los ambientes lagunares costeros son el viento, las variaciones de densidad y las variaciones mareales. En el Sistema Lagunar Nichupté, por ser muy somero, las corrientes inducidas por gradientes horizontales de densidad no son de importancia y son enseguida frenadas por fuerzas de fricción. Por ello, la presente descripción se concentra en la dinámica inducida por las mareas y por el viento.

#### Hidrodinámica por mareas

En Cancún se cuenta con un mareógrafo ubicado en el muelle municipal (LAT. 21° 11.0 N, LONG.86° 48.4 W); de acuerdo con los registros, la marea en el sitio se clasifica como mixta semidiurna, de amplitud pequeña, con un rango medio de 0.5 m, que corresponde a pleamar máxima de 0.3 m y bajamar de -0.2 m en mareas vivas.

Aunque las oscilaciones son suaves, en tiempos de mareas vivas el efecto es capaz de producir un intercambio de agua significativo en las bocas. Esta circulación inducida por las mareas se restringe a zonas aledañas a las bocas, sobre todo en el Canal Sigfrido, donde las velocidades alcanzan valores de 0.20 m/s en los canales vecinos, y con mucha menor importancia en la región del Canal Nizuc. Así, en general, las mareas tienen una mayor influencia dinámica en la parte centro-norte de Nichupté, en tanto que las áreas de agua de la parte noroeste, sur y suroeste reciben poca influencia de la propagación de la onda mareal.

El modelado de la circulación por marea a diferentes tiempos del periodo, también muestra que, a pesar de las amplitudes relativamente pequeñas en las bocas Cancún y Punta Nizuc, las velocidades en los canales y en los abanicos alcanzan valores de hasta 0.20 m/s.

La zona de acción de las mareas abarca la zona de los canales y buena parte de la Laguna Nichupté, pero no en forma homogénea; la barra somera que divide este cuerpo de agua en el norte limita la propagación del efecto hacia el sur. La influencia del Canal Nizuc en el sur se limita a la zona de los canales y su efecto en la parte sur de la Laguna Nichupté es escaso.

En la Laguna Bojórquez la capacidad de intercambio de aguas por la acción de mareas es mínima. La Laguna del Inglés, que para el presente análisis queda fuera de la Zona Influencia delimitada, prácticamente no recibe influencia de las mareas.

#### Hidrodinámica por viento

Los vientos dominantes provienen del Noreste con velocidades típicas entre 1 y 4.5 m/s<sup>6</sup>, información consistente con mediciones realizadas en el aeropuerto de Cancún, que indican que vientos dominantes provenientes del Este y Noreste, con valores máximos observados principalmente en invierno, cuando la velocidad alcanza valores máximos entre 7 y 8 m/s, en tanto que en verano los máximos varían entre 4 y 5.5 m/s. La simulación numérica del efecto del viento a 5m/s mostró una influencia en la hidrodinámica de todo el sistema lagunar, donde causa flujos promedio de 0.03 a 0.05 m/s.

#### Transporte de partículas

La proyección por modelado matemático de la velocidad y dirección de difusión de partículas en el sistema lagunar, realizada mediante el Método de Montecarlo para vientos de 5m/s, mostró que, en un escenario en el que se tenga como origen de partículas contaminantes la Laguna Bojórquez y viento del Noreste, ocurre una fuerte circulación hacia el este y, en apenas 8 días, la serie de remolinos inducidos por el viento logran transportar las partículas a prácticamente todo el sistema lagunar y en 15 días la concentración es mayor en el sureste; el modelo indica que el sistema lagunar alcanza a exportar partículas hacia mar abierto a través del Canal Nizuc.

No se realizó la estimación para el movimiento de partículas por efecto de las mareas, debido que éstas constituyen un proceso fundamentalmente oscilatorio, de tal modo que los contaminantes son desplazados con el flujo en una dirección y traídos de regreso con el reflujos a casi la misma posición que tenían originalmente.

---

<sup>6</sup> (León, 1993).

## Hidrología subterránea

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se localiza en la porción sureste de México; abarca una superficie de 124,409 kilómetros cuadrados, comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de porciones en el sur centro de la Península y las islas marinas. Se trata de un acuífero libre, costero, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas, formado por calizas y depósitos de litoral.

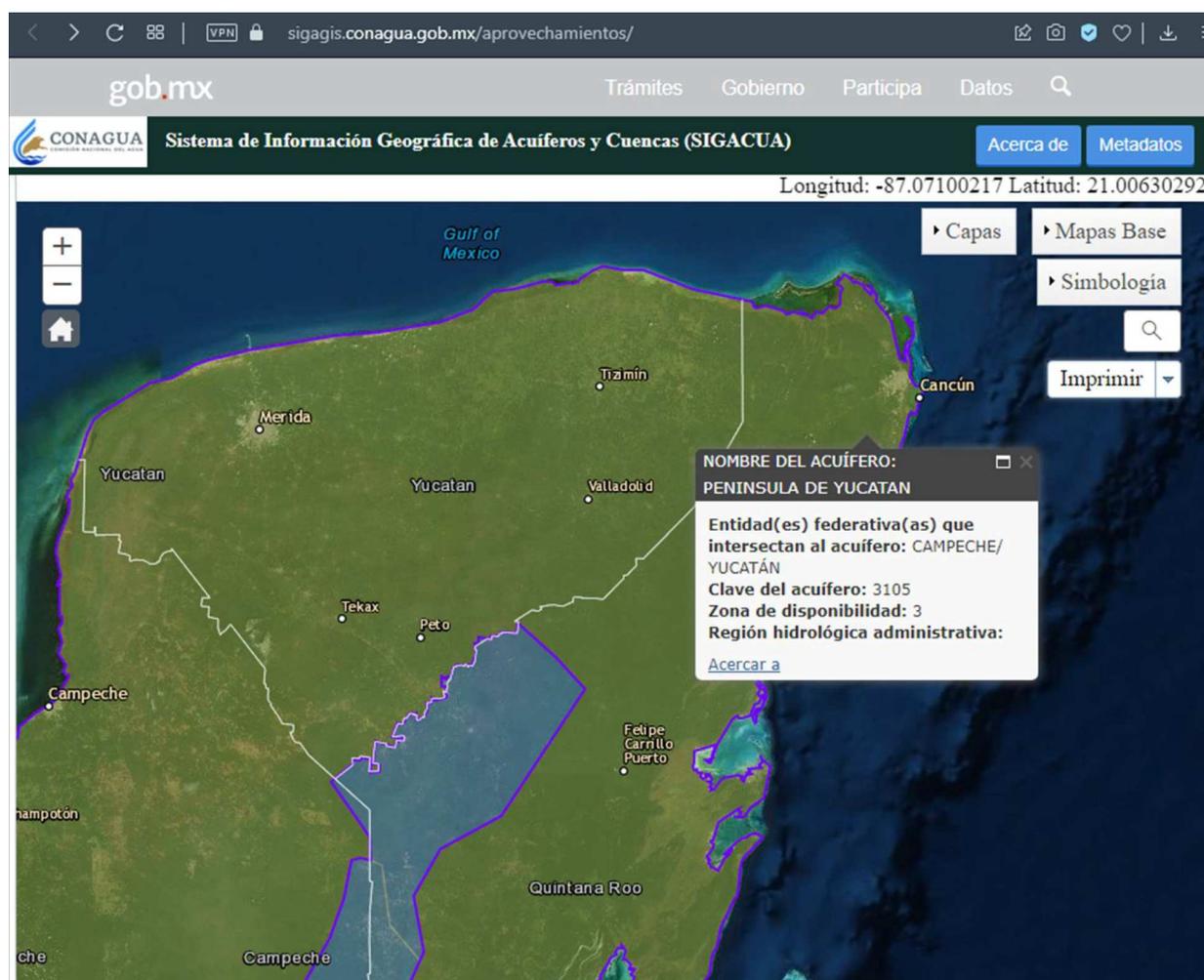


Figura 11. Acuíferos. En: <https://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/>.

El acuífero presenta un alto desarrollo kárstico, con gran permeabilidad secundaria, lo que da lugar a manifestaciones en la superficie, como cenotes y dolinas, y canales subterráneos como los que desembocan en la Laguna Nichupté, todos en el borde continental o cerca de éste, y ninguno desde la isla de barrera o el sitio del proyecto.

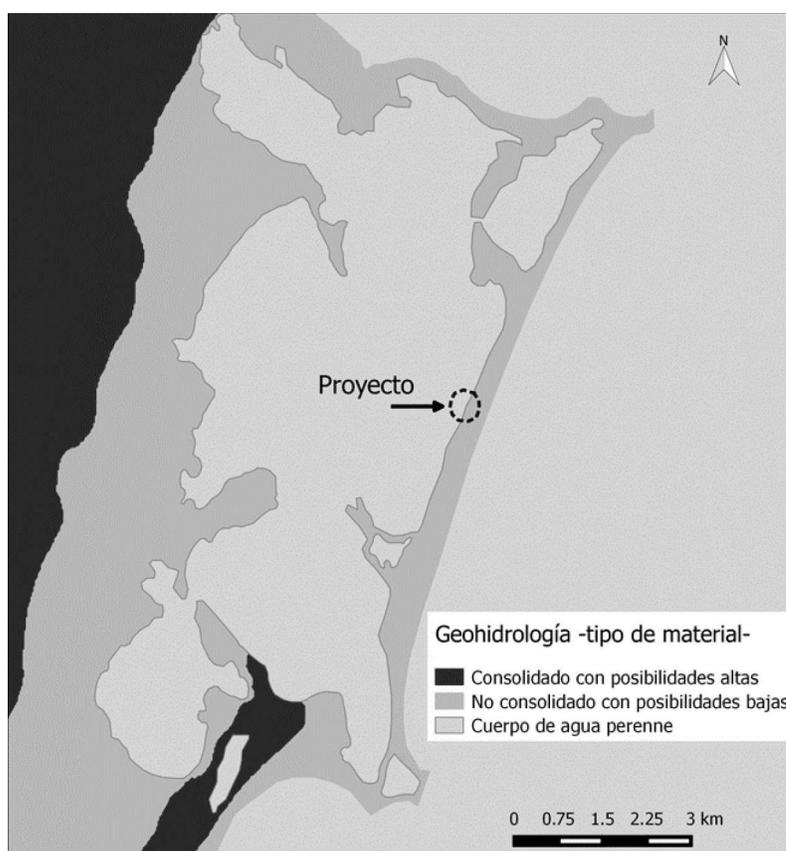
La alta precipitación pluvial, gran capacidad de infiltración y escasa pendiente favorecen la recarga del acuífero. La descarga natural está integrada por la transpiración de la vegetación, la evaporación de agua freática aflorante y por el flujo subterráneo que llega al mar. De acuerdo con estudios oficiales<sup>7</sup>, tales condiciones de descarga se mantienen casi inalteradas hasta la fecha, debido a que la explotación del acuífero no ha modificado significativamente la posición natural de los niveles del agua subterránea, aunque se explota a través de miles de alumbramientos. La disponibilidad reportada en 2013 es la siguiente (ese estudio sigue siendo la base de las estimaciones de disponibilidad a 2021).

**Tabla 11. Disponibilidad de agua en el acuífero 3105. Cifras en millones de metros cúbicos anuales.**

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
3105	Península de Yucatán	21,813.4	14,542.2	2,265.595234	1,313.3	5,005.604766	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

Aunque el acuífero 3105 abarca todo Benito Juárez, bajo criterios técnicos, las islas marinas, incluso de aguas marinas interiores, no son parte de los acuíferos cuando no tienen geoformaciones conectadas hidrológicamente con otras de zona continental<sup>8</sup>; esta situación es apreciable en Cancún por la ubicación de los manantiales que descargan en el sistema lagunar. Los límites reales del acuífero 3105 también son patentes en el mapa de posibilidades de extracción.



**Figura 12. Condiciones geohidrológicas (INEGI).**

<sup>7</sup> SEMARNAT, 2013.

<sup>8</sup> Según definición de Acuífero en Ley de Aguas Nacionales, Artículo 3, Fracción II.

---

El proyecto no implica extracción de agua subterránea, descargas de aguas servidas o residuales ni otros contaminantes, por lo que no hay componentes o factores de hidrología subterránea que se pueda prever sean afectados por el proyecto.

### **IV.3.2 Medio biótico**

#### **a) Vegetación**

La Zona de Influencia es un conjunto lagunar que se utiliza para recreación y como vía de navegación de embarcaciones menores, con fines turísticos; lo mismo que las marinas, restaurantes, hoteles y villas establecidos en sus márgenes, que la aprovechan como escenario natural. La vegetación natural es de asociaciones de manglar las márgenes y bajos, así como vegetación secundaria en las zonas perturbadas de los márgenes; en la zona acuática se encuentran pastos marinos y algas.

#### Manglar

Las mayores masas de manglar y otras asociaciones de humedal del sistema lagunar Nichupté se encuentran fuera de la zona de influencia, en la porción poniente del sistema lagunar y en los polígonos del ANP Manglares de Nichupté, áreas que son las principales zonas de percha de numerosas aves acuáticas y de refugio para la ictiofauna juvenil.

Otra porción de manglares se halla dispersa en las márgenes lagunares, particularmente en las zonas que no fueron objeto de relleno y en taludes de los rellenos que se hicieron para la conformación del Boulevard Kukulcán y otras áreas ganadas a la laguna en sitios como La Isla y la zona del Hotel Clipper Club en Laguna Bojórquez, así como en algunas zonas inundadas. En el sistema ambiental se identifican dos tipos de manglar.

#### Manglar de borde

El manglar de borde se desarrolla en toda la periferia de los cuerpos de agua del Sistema Ambiental y está conformado por comunidades de densidad variable constituidas con la dominancia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), con presencia escasa de otras tres especies de mangle: blanco (*Laguncularia racemosa*), negro (*Avicennia germinans*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*), todas incluidas en la lista de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

---

En los márgenes de la Zona de Influencia colindantes con la Zona Hotelera de Cancún, la vegetación de manglar se encuentra mezclada con otras especies, como julub (*Bravaisia berlandieriana*), uva de mar (*Coccoloba uvífera*), cocotero (*Cocos nucifera*) y kichem (*Fimbristylis cymosa*), así como especies invasivas, como pino de mar (*Casuarina equisetifolia*) y almendro (*Terminalia catappa*).

#### Manglar de cuenca

Comprende machones de mangle que se desarrollan en suelos que se inundan estacionalmente, con una composición que incluye mangle rojo, en las zonas de mayor inundación, y mangle blanco y negro en los sitios de inundación intermedia. Normalmente se denomina así al tipo de manglar que se desarrolla tierra adentro en depresiones; sin embargo, en el caso del Sistema Ambiental, denominamos como manglar de cuenca (para diferenciarlo del de borde) a un tipo de manglar que se hallan en manchones dentro de la cuenca lagunar, pero no en depresiones sino en zonas particularmente bajas, como la franja de bancos de arena que divide las zona central de la zona norte de la Laguna Nichupté, y en las cercanías del proyecto Tajamar de Fonatur, donde tales manchones forman islas de manglar compuestas de mangle rojo.

#### Vegetación secundaria

La zona de influencia incluye la zona federal del cuerpo lagunar, la cual en la mayor parte de la zona hotelera fue perturbada por las obras de infraestructura, dando lugar a un desarrollo de vegetación secundaria compuesta por elementos de matorral costero, de selva y de humedal, así como especies exóticas comunes en la zona, incluso pastos, y especies invasivas muy agresivas, como el pino de mar (*Casuarina equisetifolia*) y el almendro (*Terminalia catappa*).

#### Vegetación sumergida

La flora acuática está dominada por comunidades de pastos marinos, frecuentes en todo el Caribe, seguido de una proporción menor de algas, sobre todo clorofitas, que crecen en dos formas principales, como epífitas de los mangles y bentónicas en el fondo lagunar. Este componente no muestra efectos de disturbio significativo en la mayor parte del espejo de agua, excepto en las zonas de paso frecuentes de lanchas, donde es común observar el fondo arenoso sin vegetación, y en la Laguna Bojórquez, donde la eutrofización causó la reducción en la cobertura de pastos marinos y su reemplazo por grandes masas de algas.

---

### Pastos marinos

La cobertura dominante en los cuerpos lagunares corresponde a comunidades de angiospermas marinas conocidas como pastos marinos, de las especies *Thalassia testudinum* y *Halodule wrightii*, en ese orden de dominancia, aunque también se halla presente una tercera especie, *Syringodium filiforme*, la cual es la menos representada en el sistema.

La dominancia de pastos marinos se relaciona con lo somero de los cuerpos lagunares, la condición hidrodinámica de baja energía que permite la estabilización de sedimentos, y la transparencia del agua, que permite una alta penetración de luz solar. Los pastos marinos desarrollan praderas monoespecíficas altamente productivas, aunque la mayor parte de su producción primaria pasa a otros niveles tróficos a través de organismos detritívoros y no por el pastoreo de las hojas vivas, debido a su constitución fibrosa.

La mayor cobertura de vegetación acuática en el Zona de Influencia (más de 90%) corresponde a praderas de *Thalassia testudinum*<sup>9</sup>, especie resistente y tolerante a diversos factores ambientales, excepto en la Laguna Bojórquez, donde la especie dominante de pasto marino es *Halodule wrightii*. La densidad de la cobertura de pastos del fondo presenta su máximo en los fondos de las cuencas, y su mínimo en los canales o zonas de corrientes, donde se puede encontrar arena desnuda o una cubierta parcial de *Thalassia* en pequeños parches, asociada con *Penicillus capitatus* (indicadora de perturbación), mientras que las masas de *Syringodium filiforme* sólo se hallan en zonas expuestas de bajos, donde domina en pequeños parches.

Las principales amenazas en la zona para estas comunidades provienen del exceso de materia orgánica y sedimento en suspensión que eleva la turbidez en el agua y disminuye el desarrollo de los pastos, así como el exceso de nutrientes, que causa un crecimiento anormalmente acelerado de las algas, resultando en el ahogamiento de los pastos.

Los pastos marinos son hábitat de numerosos organismos invertebrados y área de refugio y alimentación de peces en sus etapas larvares o juveniles, que aprovechan la gran productividad y la complejidad estructural de las hojas y raíces de los pastos.

---

<sup>9</sup>Jordán et al., 1978.

---

### Algas

En la Zona de Influencia se han identificado 77 especies de algas en las siguientes divisiones: 33 en Chlorophyta, 37 en Rhodophyta, 3 en Phaeophyta y 4 en Cyanophyta. 35 se presentaron tanto en los bajos como en los manglares, 25 sólo en bajos y 17 sólo en manglares. Las diatomeas, que se presentan como un taxón en conjunto, se hallaron en bajos y manglares. Esta distribución indica la existencia de dos grandes ambientes ficológicos diferentes, los bajos arenosos y las raíces de manglares, así como la presencia de un continuo o matriz ecotonal entre ellos, donde se hallan especies de ambos ambientes.

La diferenciación de ambientes ficológicos sugiere que la comunidad algal podría ser afectada por diferencias de la incidencia lumínica, la cual se modifica con la profundidad y con la presencia del follaje del mangle, pues los bajos se caracterizan por ser someros y estar expuestos totalmente a la luz y las raíces de manglar por ser sombreadas y profundas.

En los bordes del sistema lagunar, en sustratos pedregosos junto a los taludes construidos para el Boulevard Kukulcán, se encontró una dominancia de las especies *Caulerpa sertularioides*, *Penicillus pyriformis*, *Penicillus capitatus* y *Batophora oerstedii*, por lo que se les podría considerar especies indicadoras de perturbación.

A partir de los años 80 se hicieron notables los efectos de la contaminación por descargas de aguas residuales en el sistema lagunar, sobre todo el crecimiento de algas filamentosas (*Ulva longissima* y *Caulerpa sp.*), que alcanzaron una situación crítica en la Laguna Bojórquez donde se redujo su calidad ambiental.

El efecto se hizo evidente cuando las algas comenzaron a formar masas flotantes, efecto que a la fecha se observa sólo en la Laguna Bojórquez, lo cual sugiere que la afectación ambiental fuerte aún no ocurre en el resto de la Zona de Influencia.

### **b) Fauna**

La Zona de Influencia corresponde a la mayor parte del cuerpo de agua lagunar y sus áreas de zona federal marítimo-terrestre, excluyendo los polígonos del ANP Manglares de Nichupté; por lo tanto, esa delimitación contiene una comunidad faunística asociada principalmente al agua.

---

## Vertebrados

En el caso de la herpetofauna, se registran dos especies de crocodylia, el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), en tanto que, en las márgenes, lo mismo que en toda la zona urbana de Cancún, es común la presencia de iguana rayada (*Ctenosaura similis*), todas inscritas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por lo que hace a los anfibios, no se hallan dentro del espejo de agua lagunar, debido a que este grupo de organismos no tiene la capacidad de habitar en zonas salobres o salinas.

La ornitofauna en el Sistema Ambiental es una comunidad que se mueve entre ésta y otras áreas de la región. Las aves acuáticas se observan preferentemente en las zonas más someras del cuerpo de agua y en la vegetación que lo rodea, aunque en la zona de influencia y sobre todo en las cercanías del emplazamiento del proyecto no se observaron sitios de anidación, por lo que al parecer esa parte del ciclo de vida la realizan sobre todo en las áreas menos perturbadas y más distantes de las zonas urbanas, sin duda en el ANP Manglares de Nichupté. En las áreas urbanas es común una alta dominancia de zanates (*Quiscalus mexicanus*), especie indicadora de perturbación, casi equivalente a las ratas.

La comunidad de mamíferos silvestres es escasa en la Zona de Influencia, salvo por la presencia de tlacuaches (*Didelphis virginiana*), común en toda la zona urbana; no obstante, en el Sistema Ambiental hay una mayor diversidad, sobre todo en el ANP Manglares de Nichupté, donde se reporta una riqueza de mastofauna de 20 especies, incluyendo varias especies de murciélagos y carnívoros como el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*).

En el caso de los peces, Conabio<sup>10</sup> reporta 48 especies, con clara predominancia de especies marinas. De la lista de Conabio destacan dos que están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: el caballito enano (*Hippocampus zosterae*), no endémica y sujeta a protección especial, y el molly de velo (*Poecilia velifera*), endémica y amenazada. El caballito enano es una especie cuyo hábitat es precisamente el de las praderas de pastos marinos; aunque su distribución se extiende a Bermudas, el sur de Florida, Bahamas y el Golfo de México, su hábitat en realidad es restringido a las zonas costeras con pastos marinos, por lo que sus poblaciones son sensibles a la degradación de ese tipo de hábitat.

---

<sup>10</sup> Anexo 4 de la Ficha PY64 del sitio de manglar con relevancia biológica Sistema Lagunar Nichupté.

---

El molly de velo, de la familia Poeciliidae, es muy llamativa por el desarrollo de su aleta dorsal, pero además tiene la particularidad de que se halla lo mismo en aguas dulces que salobres e incluso marinas; es frecuente en cenotes, pero también se halla en humedales costeros, petenes, ciénagas y esteros. Aunque es endémica de la Península de Yucatán, debido a que es apreciada por los acuaristas, se ha distribuido por todo el orbe, dando lugar a poblaciones introducidas en Florida, Colombia, Brasil, Perú, Israel, Singapur, Taiwán, Vietnam y Tailandia.

### Invertebrados

La fauna de invertebrados acuáticos incluye organismos nectónicos y bentónicos. Uno de los grupos más importantes, por estar asociado a los pastos de *Thalassia*, es el de moluscos gasterópodos, de los que se han registrado 110 especies, siendo las más representativas por abundancia y frecuencia *Caecum nitidum*, *Diastoma alternatum virginicum* y *Tricolia adamsi*. La comunidad tiene una diversidad baja debido a la alta dominancia de *Caecum nitidum*. Los pastos marinos, que forman la cobertura dominante, son además hábitat de organismos como hidrozoarios y anémonas, protozoarios, esponjas, balanos y caracoles que viven sobre las hojas y tallos. También viven ahí, asociados a las raíces y al sustrato, diatomeas, copépodos, nematodos, bivalvos, cangrejos, camarones, pepinos, estrellas de mar y erizos.

### Zooplancton

El sistema lagunar contiene una comunidad de zooplancton de tipo eusalino, donde en general los copépodos son el grupo más abundante (60% de biomasa), en particular el copépodo *Acartia tonsa*; además, se halla una gran cantidad de larvas de equinodermos ofiopluteus y en menor cantidad equinopluteus, así como decápodos, principalmente representados en la forma larval por braquiuros, y ostrácodos. La comunidad zooplanctónica incluye además larvas de gasterópodos, medusas, quetognatos y huevos y larvas de peces.

### Zoobentos

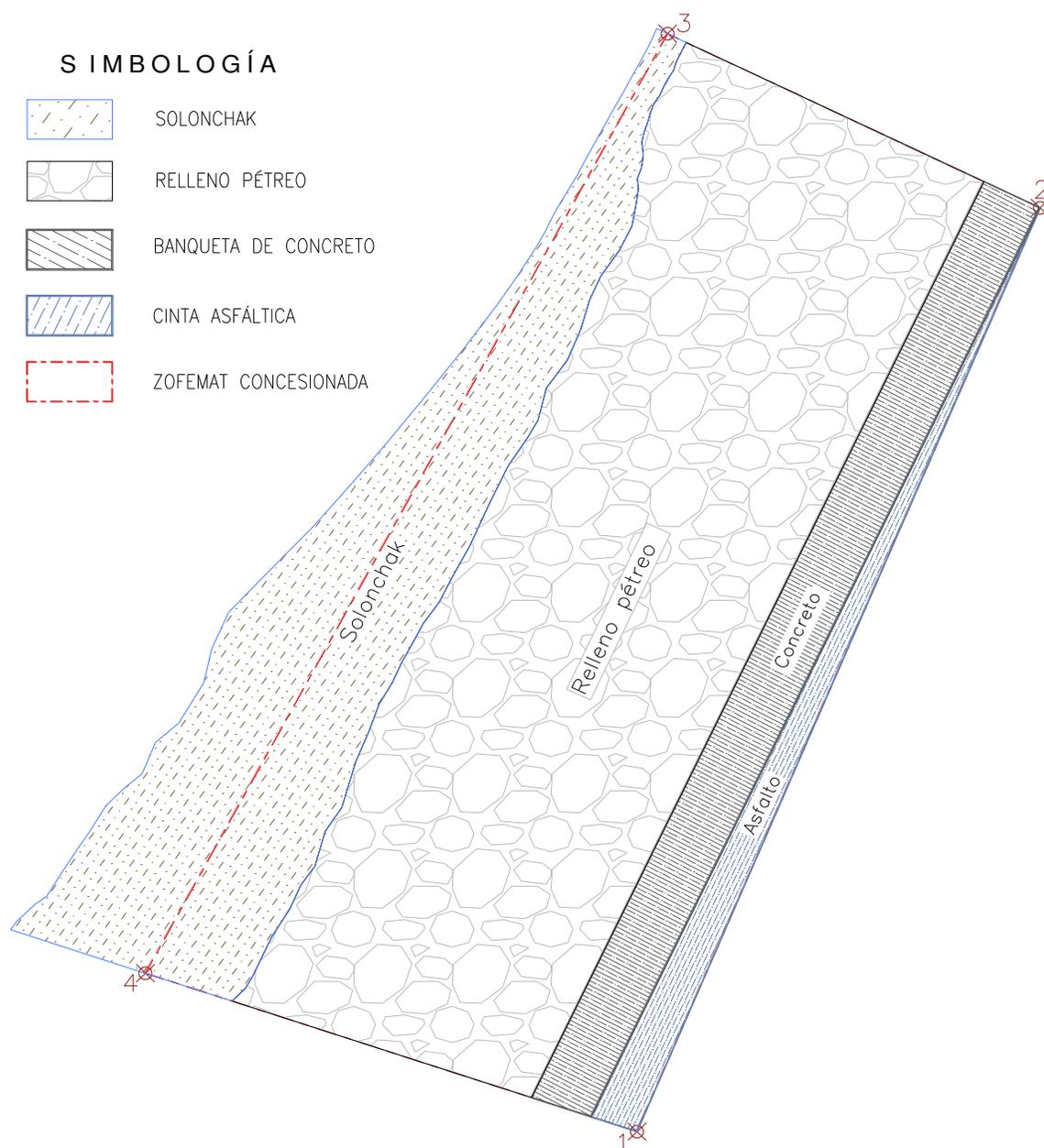
El zoobentos son grupos muy asociados a los pastos marinos, por lo que su distribución se relaciona con la especie de pasto dominante; la proporción de anfípodos y tanaidáceos, asociados a *Halodule* es mayor en la Laguna Bojórquez y menor en Nichupté, donde aumenta la proporción de anélidos poliquetos, más abundantes en las áreas de *Thalassia*.

### c) Suelos, Flora y Fauna en el sitio del proyecto

Se revisó la información del levantamiento de vegetación de 2016 en la franja de zona federal marítimo terrestre donde se pretende establecer el proyecto, sin encontrar diferencias en las coberturas, salvo una evolución de la dominancia de almendros.

#### Suelos

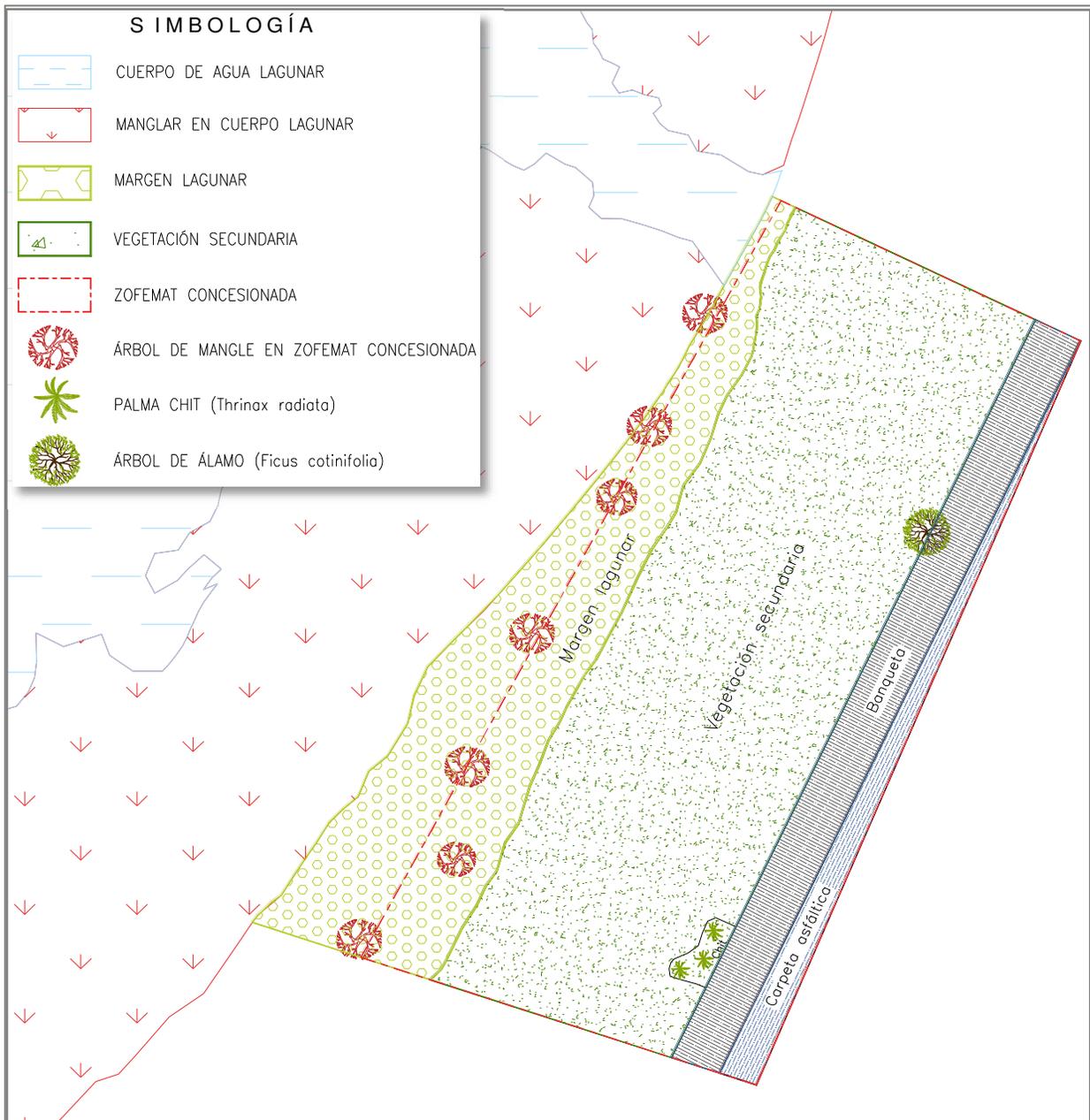
Los suelos en el sitio están formados por un relleno de sascab desde la vialidad hasta cerca del borde lagunar, donde hay suelo original de Solonchak, típicamente hidromórfico.



**Figura 13. Suelos en el área del proyecto.**

**Flora**

Se confirman la presencia de dos categorías de cobertura; una de vegetación que desarrolla sobre el material de relleno, con una mezcla de elementos propios de selva, matorral costero y sobre todo especies exóticas invasoras, que en lo sucesivo se denomina Vegetación Secundaria, y otra cobertura que se halla en el sustrato de Solonchak, junto a la laguna, que denominamos Margen Lagunar, por tener elementos nativos, aunque ya avanzó más la presencia de almendro, con mayor desarrollo de copas y más plántulas.



**Figura 14. Mapa de vegetación.**

Los individuos arbóreos identificados se dividieron en dos clases de acuerdo con el diámetro del tronco. Los de 7.5 cm o más de diámetro normal se agrupan en la clase Adultos y los de diámetro menor a 7.5 cm y mínimo de 2 cm se clasifican como Regeneración.

En el levantamiento se registraron casos de árboles con crecimiento del eje principal simpódico, de modo que un mismo individuo mostraba numerosos troncos o fustes. En tales casos, se registraron los diámetros de manera independiente y el árbol como un solo individuo. Para el procesamiento de los datos, se sumó el área basal de cada fuste, como si se tratara de individuos independientes.



**Figura 15. Vista del sitio del proyecto en el frente a la vialidad. Las marcas rojas indican los límites aproximados de la franja concesionada de Zofemat. Se aprecian el ficus que ocupa parte de la banqueta y la zona con palma chit (detrás del letrero de Retorno).**

### Vegetación Secundaria

La cobertura vegetal contigua a la banqueta, identificada para el presente estudio como Vegetación Secundaria, que se halla sobre un sustrato de sascab y piedras, inclinado en su mayor parte, por ser el talud del terraplén hecho para construir la vialidad. Esta cobertura se encuentra compuesta por 9 especies arbóreas y 1 especie de palma. Se aprecia poco cambio respecto al estudio previo, sobre todo en el desarrollo de los almendros, que resulta en variaciones moderadas en datos de Abundancia, Dominancia y Valor de Importancia por especie en la clase Adultos, principalmente el Valor de Importancia del almendro, que queda apenas detrás de la uva de mar.

**Tabla 12. Estructura de especies arbóreas en el estrato Adultos de Vegetación Secundaria.**

Nombre	Especie	Individuos	AbR	Densidad		
				AB (m <sup>2</sup> )/ha	DoR	VI
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	6	14.63	16.63	36.97	<b>25.80</b>
Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	12	29.27	9.75	21.68	<b>25.47</b>
Álamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	8	19.51	7.68	17.06	18.29
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i>	8	19.51	2.07	4.60	12.06
Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	3	7.32	6.47	14.38	10.85
Canisté	<i>Pouteria campechiana</i>	2	4.88	1.84	4.09	4.48
Huaxín	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	4.88	0.55	1.22	3.05
Total		41		45.00		

AbR: Abundancia relativa = Individuos de la especie / individuos de todas las especies x 100.

Densidad = AB (Área basal absoluta =  $0.7854 \cdot (\text{Diámetro})^2$ )/hectárea.

DoR: Dominancia relativa = Densidad de la especie / Densidad de todas las especies.

VI: Valor de importancia = Promedio entre AbR y DoR.

Como se aprecia en la tabla anterior, el área de Vegetación Secundaria tiene una cobertura de ejemplares arbóreos adultos compuesta por 7 especies, entre las cuales la más frecuente es el almendro, con 12 individuos de más de 7.5 cm de diámetro normal; sin embargo, la uva de mar sigue siendo la especie con mayor Dominancia Relativa y Valor de Importancia (por poco), por efecto de una mayor área basal que resulta de dos ejemplares de tronco múltiple, con 11 y 5 fustes muy desarrollados, respectivamente, a los cuales se les tomó la medida del diámetro a 1.3 m del suelo, debido a que se trataba de individuos que se desarrollaron en el sitio en forma simpodial.

Una condición similar se halló en dos ejemplares del ficus conocido como sak-awaj o álamo (*Ficus cotinifolia*), especie de la cual se encontraron 2 individuos con crecimiento simpodial del eje principal, con 4 troncos cada uno, aunque también se hallaron ejemplares de la misma especie de un solo fuste. Uno de los ejemplares de canisté (*Pouteria campechiana*) también se halló acostado, lo cual no es raro en esta especie propia de zonas bajas inundables. En el estrato se hallaron además 9 ejemplares de palma chit (*Thrinax radiata*) agrupados junto a la baqueta del Boulevard Kukulcán, de entre 1.6 y 4 m de altura, con un promedio de 2.30 m. La densidad de la vegetación muestra un gradiente descendente del borde de la banqueta hacia el borde lagunar.



**Figura 16. Cobertura de Vegetación Secundaria. Se aprecia el sustrato de sascab y el avance de la población de Terminalia catappa, desde grandes copas en los ejemplares más grandes hasta plántulas en buenas condiciones que brotan entre la hojarasca de la misma especie.**

En el estrato denominado Regeneración se observaron los siguientes resultados.

**Tabla 13. Estructura de especies arbóreas del estrato regeneración de Vegetación Secundaria.**

Nombre	Especie	Individuos	AbR	Densidad AB (m <sup>2</sup> )/ha	DoR	VI
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	10	27.78	0.8158	39.19	<b>33.49</b>
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i>	9	25.00	0.5680	27.29	26.14
Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	9	25.00	0.3393	16.30	20.65
Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	2	5.56	0.1163	5.59	5.57
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	2	5.56	0.1010	4.85	5.20
Canisté	<i>Pouteria campechiana</i>	2	5.56	0.0648	3.11	4.33
Álamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	1	2.78	0.0686	3.30	3.04
Chechén	<i>Metopium brownei</i>	1	2.78	0.0076	0.37	1.57
Total		33		2.000		

AbR: Abundancia relativa = Individuos de la especie / individuos de todas las especies x 100.

Densidad = AB (Área basal absoluta =  $0.7854 \cdot (\text{Diámetro})^2$ )/hectárea.

DoR: Dominancia relativa = AB de la especie / AB de todas las especies.

VI: Valor de importancia = Promedio entre AbR y DoR.

El estrato Regeneración tiene 8 especies, donde la más importante, debido a su alto registro diamétrico por su forma de ramificación, es la uva de mar (*Coccoloba uvifera*), seguida del siricote (*Cordia dodecandra*) y el almendro (*Terminalia catappa*), del cual hay además numerosas plántulas, en tanto que el brote de otras especies parece inhibido. A diferencia del estrato de adultos, no hay huaxín y si se registra chacá y chechén.

#### Margen Lagunar

Es la franja terrestre entre el cuerpo lagunar y el área de Vegetación Secundaria; tiene un ancho variable por la irregularidad del borde lagunar, mayor en el lado sur y algo más angosto en el lado norte del sitio del proyecto.

Esta franja se distingue claramente de la zona de Vegetación Secundaria por ser más baja y plana, con un suelo de tipo Solonchak y cobertura vegetal menos densa que la anterior, aunque bajo la sombra de copas extensas de los ejemplares arbóreos.

Enseguida se muestran los resultados obtenidos en esta zona.

**Tabla 14. Estructura de especies arbóreas en el estrato Adultos del área de Margen.**

Nombre	Especie	Individuos	AbR	Densidad		
				AB (m <sup>2</sup> )/ha	DoR	VI
Mangle negro	<i>Avicennia germinans</i>	7	53.85	98.90	91.71	<b>72.78</b>
Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	5	38.46	3.86	3.58	21.02
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	1	7.69	5.08	4.71	6.20
		13		107.841		

AbR: Abundancia relativa = Individuos de la especie / individuos de todas las especies x 100.  
Densidad = AB (Área basal absoluta = 0.7854\*(Diámetro)<sup>2</sup>)/hectárea.  
DoR: Dominancia relativa = AB de la especie / AB de todas las especies.  
VI: Valor de importancia = Promedio entre AbR y DoR.

La diversidad vegetal es menor en el ambiente de Margen Lagunar, con dominancia de mangle negro, con sólo 7 individuos muy ramificados desde la base, como es propio de la especie, seguido del almendro, con 5 individuos de una población que se nota muy vigorosa, tanto por el número de individuos de diversas tallas, como, sobre todo, por el fuerte avance de las copas de los individuos adultos, incluso de la franja de Vegetación Secundaria, que ya prácticamente cubren toda la franja de Margen y parecen inhibir el desarrollo de las otras especies, probablemente por efecto alelopático, pues entre la abundante hojarasca de almendro sólo encontramos brotes de la misma especie.

**Tabla 15. Estructura de especies arbóreas en el estrato Regeneración en el área de Margen.**

Nombre	Especie	Individuos	AbR	Densidad		
				AB (m <sup>2</sup> )/ha	DoR	VI
Mangle negro	<i>Avicennia germinans</i>	2	33.33	0.301	51.39	<b>42.36</b>
Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	3	50.00	0.138	23.61	<b>36.81</b>
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i>	1	16.67	0.146	25.00	20.83
		Total	6	0.586		

AbR: Abundancia relativa = Individuos de la especie / individuos de todas las especies x 100.  
Densidad = AB (Área basal absoluta = 0.7854\*(Diámetro)<sup>2</sup>)/hectárea.  
DoR: Dominancia relativa = AB de la especie / AB de todas las especies.  
VI: Valor de importancia = Promedio entre AbR y DoR.

El estrato de Regeneración en la franja del Margen es de baja densidad. Aunque hay mangle negro en el cuerpo de agua aledaño, en la zona terrestre la vegetación es escasa, compuesta sobre todo de plántulas de almendro, lo que demuestra su eficiencia para competir con las especies nativas halófitas aun en ambientes salobres.



**Figura 17. Vistas de la cobertura en el Margen Lagunar. Las esferas en el agua son 2 boyas publicitarias que se soltaron de algún restaurante cercano; ya se informó a SEMAR.**

## Fauna

Se realizaron recorridos en el sitio del proyecto en busca de fauna silvestre. Los registros obtenidos muestran una baja presencia de fauna.

En las visitas se revisó la zona del margen lagunar, la cual presenta una textura fangosa, en busca de huellas u otros indicios indirectos de la presencia de animales silvestres en el sitio, sin resultados, sólo se observó abundante hojarasca de almendro.

En el sitio solamente se registró una especie de reptil y 2 especies de aves. Ninguna de las especies registradas se encuentra en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre	Especie	Individuos	Hábitat
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	1	Relleno
Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>		Relleno/Borde
Lagartija	<i>Anolis sagrei</i>	3	Relleno/Borde

### IV.2.3 Paisaje

#### Calidad paisajística

La calidad visual del entorno inmediato y del fondo visual es pobre, sin accidentes ni elementos singulares que atraigan la atención. Desde la zona urbanizada, incluso el cuerpo lagunar, que podrían ser un elemento de calidad paisajística, está oculto por la vegetación secundaria que crece en sus márgenes y bloquea su visibilidad, de modo que quien circula por el Boulevard sólo ve construcciones y masas de vegetación monótonas.



**Figura 18. Vista actual del sitio del proyecto. Destaca el ficus que invade la banqueta.**

---

### Visibilidad

El sitio del proyecto se ubica entre el área urbanizada con construcciones turísticas y la laguna; sin embargo, a nivel de calle, la vista del área lagunar está impedida por la vegetación secundaria desarrollada sobre el relleno que se hizo para construir la vialidad.

### Fragilidad del paisaje

La fragilidad del paisaje es baja, dada la saturación en la zona con instalaciones y construcciones turísticas, de modo que, por sus dimensiones y localización, el proyecto no incidirá significativamente en el paisaje del sitio.

## **IV.3.4. Medio socioeconómico**

### a) Demografía

El Municipio tiene una población de 911,503 habitantes según el Censo de Población y Vivienda de 2020 de INEGI, de los cuales aproximadamente 900,000 viven en Cancún y sus alrededores, por lo que es una población es eminentemente urbana; del total de la población, 459,325 son hombres y 452,178 son mujeres, por lo que la relación hombres-mujeres es 101.58 %. La edad mediana en el municipio es de 29 años, con un índice de envejecimiento de 27.8 (personas de 60 o más años por cada 100 personas de menos de 15) y una razón de dependencia de 38 %. El Municipio de Benito Juárez es el más poblado del estado, pero, a diferencia de los registros de censos anteriores, en el de 2020 se observa que la tasa de crecimiento demográfico es mayor en los municipios Solidaridad y Tulum.

### b) Factores socioculturales

> Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto

- El proyecto se ubica en una zona urbanizada con uso turístico.

> Nivel de aceptación del proyecto

- El proyecto se encuentra en una zona de uso turístico hotelero y náutico, donde no afecta recursos o áreas utilizadas por otros sectores o por la población local, de modo que no se identifica que pueda implicar algún conflicto social. En la zona aplican varios instrumentos de política ambiental, como POEL y ANP, que indican los ecosistemas relevantes para conservar. El proyecto no contraviene tales instrumentos y no afecta componentes críticos del hábitat, por lo que no se prevén conflictos con la conservación.

---

> Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos del proyecto como puntos de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo

- El sitio no tiene puntos valorados como sitios de reunión o aprovechamiento colectivo.

> Patrimonio histórico que pueda ubicarse en su zona de influencia

- En el sitio del proyecto no se encuentra ningún tipo de patrimonio histórico.

### c) Economía

El principal sector económico en Cancún es el turismo, es el destino turístico con mayor reconocimiento de América Latina. La mayor parte de la infraestructura hotelera del destino, que incluye una oferta de 38,812 cuartos hoteleros, se encuentra precisamente en la Zona Hotelera de Cancún, donde se pretende desarrollar el proyecto.

### **IV.3.5. Diagnóstico ambiental**

El Sistema Ambiental es una zona estuarina dominada por un cuerpo de agua de uso turístico, con una zona urbana turística profundamente impactada y modificada continuamente desde 1971, con gran desarrollo de infraestructura de transporte y servicios.

El área con vegetación terrestre corresponde a zonas inundables y franjas del margen lagunar con manglar de borde, vegetación secundaria con especies oportunistas y exóticas y algunas islas de manglar en el cuerpo lagunar, todas con baja riqueza de especies vegetales y escasa presencia de fauna. En el cuerpo de agua, la cobertura dominante del fondo es de pastos marinos de *Thalassia testudinum*. El proyecto sólo afectará con obras permanentes vegetación secundaria de una zona de relleno con material pétreo.

En el sitio del proyecto y su zona de influencia no se encontraron componentes del ecosistema o procesos críticos o que puedan considerarse únicos e indispensables para el equilibrio de los componentes de mayor valor ecológico del Sistema Ambiental, que ya se encuentran delimitadas dentro de las ANP Manglares de Nichupté.

Por lo que hace específicamente al componente hidrológico, no se registran en el sitio cauces o flujos superficiales ni subterráneos. Empero, es de señalar que la cimentación del proyecto se hará a base de pilotes.

Enseguida se hace una valoración cualitativa del estado del sitio en el cual se pretende insertar el proyecto.

**Tabla 16. Valoración cualitativa del sitio.**

<b>Criterio</b>	<b>Valor alto</b>	<b>Valor medio</b>	<b>Valor bajo</b>
Normativo	Concurren más de 3 de los siguientes elementos: Áreas naturales protegidas, Ecosistemas protegidos, Especies protegidas OET no urbano, NOM	Al menos uno de los anteriores	Ninguno de los anteriores
Diversidad	Uniformidad alta, con dominancia baja de especies particulares	Uniformidad media, con pocas especies muy dominantes y riqueza media a baja	Uniformidad muy baja, con alta dominancia de una a 3 especies o riqueza muy baja
Rareza	Presencia importante de recursos escasos o raros	Presencia mínima de recursos escasos o raros	Ausencia de recursos escasos o raros
Conectividad	Continuidad de las poblaciones del sitio del proyecto con otras áreas	Poca continuidad pero posibilidad de contacto con otras poblaciones	Difícil o nulo contacto e intercambio genético con poblaciones fuera del sitio
Conservación	Estado original o muy poco alterado de comunidades originales	Presencia de comunidades originales alteradas o con fragmentación	Comunidades originales sustituidas
Calidad	Valores de Diversidad y Conservación altos	Valores de Diversidad y Conservación medios	Valores de Diversidad o Conservación bajos

Valor que corresponde al sitio del proyecto.

En el ámbito normativo, el sitio del proyecto tiene un valor medio, ya que se ubica a una distancia menor a 100 m de zonas de manglar, por lo que implica la NOM-022-SEMARNAT-2003 y está regulado por el POEL de Benito Juárez. Ninguno de esos instrumentos prohíbe las obras y actividades del proyecto, aunque si imponen condicionantes.

En el rubro de Diversidad, el valor es bajo, toda vez que se halló una riqueza muy baja, que incluye entre las especies dominantes al menos una especie invasora.

---

En cuanto a la presencia de organismos escasos o raros, se asignó un valor bajo, considerando que en el sitio del proyecto no se registraron especies o recursos únicos o limitados a esa área, aun cuando si hay especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales están bien representadas local y regionalmente.

El atributo de Conectividad es de valor medio, dado que el sitio del proyecto es una franja terrestre formada por material de relleno y una parte de margen lagunar que no tiene continuidad terrestre con otros hábitats similares, pues la franja con vegetación está interrumpida por obras al norte y el sur (restaurantes Porfirio's y Fred's, respectivamente), lo que limita los potenciales flujos genéticos con hábitats similares.

El Estado de conservación es bajo, ya que el sitio en el cual se pretende desplantar el proyecto es un relleno con material de banco, donde las comunidades originales han sido sustituidas por vegetación secundaria. Dado que el sitio era una barra arenosa, se estima que la comunidad original era de matorral costero.

La Calidad del sitio es baja, determinada por la baja riqueza y diversidad, ausencia de elementos escasos o raros y un estado de conservación bajo.

## V. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

#### V.1.1. Identificación de interacciones

Para identificar los impactos potenciales del proyecto sobre el sistema ambiental, se usa un sistema de matrices sucesivas de doble entrada, donde se presentan los componentes del medio susceptibles de afectación por el desarrollo del proyecto.

**Tabla 17. Componentes del medio susceptibles de ser afectados por el proyecto.**

Sistema	Subsistema	Componente	Factor o atributo del medio susceptible de afectación
Medio Físico	Medio Abiótico	Aire	Calidad del aire
		Agua	Calidad del agua
			Integridad de flujos hidrológicos
		Suelo	Calidad del suelo
	Medio Biótico	Flora	Poblaciones de especies protegidas
			Continuidad de las coberturas naturales
		Fauna	Poblaciones de especies protegidas
	Disponibilidad y calidad de hábitat		
	Paisaje	Paisaje natural	Visibilidad
			Calidad visual
Continuidad escénica			
Medio Socio-económico	Medio urbano	Estructura, ordenación y equipamiento	
		Disponibilidad de agua potable	
	Medio Económico	Economía	Capacidad de manejo de aguas residuales
Capacidad de manejo de residuos sólidos			
			Disponibilidad de puestos de trabajo

Tales factores y atributos potencialmente sensibles del medio ambiente se cruzan, en la segunda entrada de la matriz, con las principales actuaciones del proyecto, las cuales se indican en la siguiente tabla.

**Tabla 18. Actuaciones del proyecto con efecto potencial en el medio.**

Etapa	Actuación
Preparación	Desmante y despalme
	Cimentación
Construcción	Edificación de superestructura
	Instalaciones
	Acabados
	Deck de madera
	Embarcadero de madera
Operación	Preparación y consumo de alimentos y bebidas
	Generación de residuos sólidos municipales
	Generación de aguas residuales domésticas

Una vez identificados y desglosados los componentes del medio y las actuaciones del proyecto, se hace una matriz de cribado, para identificar potenciales interacciones y hacer una precalificación *grosso modo*, al asignarles un valor inicial, con los siguientes criterios.

### Efectos adversos

**Muy Alto: 4.** Probable efecto del proyecto sobre el factor ambiental en una extensión o intensidad tal que impida el desarrollo de las comunidades naturales y de los procesos ecológicos o anule posibilidades futuras de uso y aprovechamiento de los recursos usados.

**Alto: 3.** Efectos potenciales sobre el factor ambiental a un grado tal que reduzca u obstaculice el desarrollo de las comunidades naturales y los procesos ecológicos o limite significativamente las posibilidades futuras de uso, disfrute y aprovechamiento de los recursos utilizados.

**Medio: 2.** Efectos potenciales consistentes en repercusiones negativas apreciables en los componentes del medio, pero sin comprometer el desarrollo de las comunidades y los procesos naturales o las posibilidades futuras de uso, disfrute y aprovechamiento de los recursos.

**Bajo: 1.** Se trata de efectos potenciales adversos sobre los componentes ambientales, pero insignificantes por su extensión, intensidad o duración del efecto.

Los efectos benéficos no se precalifican, ya que *a priori* se puede decir que, por las dimensiones del proyecto, son insignificantes y por lo tanto notoriamente irrelevantes.

**Tabla 19. Matriz de cribado de interacciones.**

Etapas		Pre	Construcción					Operación			
Efecto adverso 4: muy alto 3: alto 2: medio 1: bajo	Actuación	Desmonte y despalle	Cimentación	Edificación	Instalaciones	Acabados	Deck de madera	Embarcadero de madera	Preparación y consumo de bebidas	Generación de residuos municipales	Generación de aguas servidas
		Componente y factor o atributo ambiental									
Aire	Calidad del aire	2	1	1					1		
Agua	Calidad del agua			2	1	1	1	2	1	2	
	Integridad de flujos hidrológicos										
Suelo	Calidad del suelo	1									
Flora	Poblaciones de especies protegidas										
	Continuidad de coberturas naturales										
Fauna	Poblaciones de especies protegidas										
	Disponibilidad y calidad de hábitat	1									
Paisaje	Visibilidad										
	Calidad visual										
	Continuidad escénica										
Medio urbano	Disponibilidad de agua potable										
	Capacidad de manejo e aguas residuales										
	Capacidad de manejo e residuos sólidos										
Economía	Disponibilidad de puestos laborales										

**V.1.2. Identificación de impactos**

De las interacciones identificadas en la matriz de interacción, se seleccionaron las que calificaron como efectos con valor superior a 1, de modo que se eliminan los que corresponden a un efecto bajo. El resultado de este cribado se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 20. Interacciones relevantes identificadas.**

Etapas		Preparación	Construcción		Operación
Efecto adverso 4: muy alto 3: alto 2: medio 1: bajo	Actuación	Desmonte y despalle	Edificación	Hincado de pilotes y armado de embarcadero	Generación de basura
		Componente / factor / atributo			
Aire	Calidad del aire	2			
Agua	Calidad del agua		2	2	2

A partir de esta tabla se identifican los impactos potenciales adversos, los cuales serán sometidos posteriormente a una evaluación más detallada mediante una matriz de importancia.

En la siguiente tabla se presentan los impactos potenciales adversos identificados para cada una de las interacciones precalificadas con un valor superior a 1. En el caso del proyecto, ninguna de las interacciones obtuvo un valor de impacto superior a 2.

**Tabla 21. Impactos identificados.**

Acción generadora	Atributo	Impacto
Desmonte y despalde	Calidad del aire	Contaminación por suspensión de partículas de suelo
Edificación	Calidad del agua	Riesgo de vertidos de materiales de obra al cuerpo lagunar
Embarcadero de madera (hincado de pilotes)	Calidad del agua	Turbidez por suspensión de sedimentos.
Generación de residuos sólidos	Calidad del agua	Riesgo de vertido de residuos al cuerpo lagunar

## V.2. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

### V.2.1. Criterios

Para obtener un valor cuantitativo de la importancia de los impactos identificados, se consideran 9 atributos para caracterizar cada uno. Esos atributos se califican en grados y se procesan en una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción en un factor ambiental, con énfasis en los atributos de intensidad y extensión:

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + EF + PR + MC)$$

Donde: I = Importancia del impacto

IN = Intensidad

EX = Extensión

MO = Momento

PE = Persistencia

RV = Reversibilidad

EF = Efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad

Ce= Certidumbre

**Tabla 22. Valores asignables a cada atributo de calificación de importancia del impacto.**

<b>INTENSIDAD (IN)</b> (grado de afectación) - Baja 1 - Media 2 - Alta 4 - Muy Alta 8 - Total 12	<b>EXTENSIÓN (EX)</b> (Área de influencia) - Puntual 1 - Parcial 2 - Extenso 4 - Total 8 - Crítica +4
<b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de manifestación) - Largo Plazo 1 - Medio Plazo 2 - Inmediato 4	<b>PERSISTENCIA (PE)</b> (del efecto) - Fugaz 1 - Temporal 2 - Permanente 4
<b>REVERSIBILIDAD (RV)</b> - Corto Plazo 1 - Medio Plazo 2 - Irreversible 4	<b>EFECTO (EF)</b> (Relación causa-efecto) - Indirecto 1 - Directo 4
<b>PERIODICIDAD (PR)</b> (de la manifestación) - irregular o aperiódico y discontinuo 1 - Periódico 2 - Continuo 4	<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b> (x medios humanos) - Recuperable de manera inmediata 1 - Recuperable a medio plazo 2 - Mitigable 4 - Irrecuperable 8
<b>CERTIDUMBRE (Ce)</b> - Poco probable 1 - Probable 2 - Incierto 3 - Cierto 4	
<b>IMPORTANCIA (I)</b> $I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + EF + PR + MC + Ce)$	

La importancia del impacto toma valores entre 12 y 92. En términos generales puede afirmarse que los valores hasta 23 o menores son irrelevantes, entre 24 y 46 son moderados, entre 47 y 69 severos y por encima de 69 deben considerarse críticos. A fin de clarificar el significado de los atributos del impacto expresados y sus valores, se describe a continuación brevemente cada una de ellos.

### Intensidad

Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

---

**Extensión**

El alcance espacial del impacto, donde se manifiesta el efecto. Se valora entre 1 y 8, donde 1 es un efecto muy localizado o puntual y 8 representa un efecto generalizado en el sistema ambiental. Se agregan 4 puntos si el impacto afecta un hábitat crítico. Si es el caso y además se trata de un impacto para el cual no es posible aplicar medidas correctivas, deberá buscarse otra alternativa.

**Certidumbre**

El grado de probabilidad de que ocurra el efecto. Cuando se tiene la certeza de que ocurra, se le asigna un valor de 4; si no hay certeza, pero si alta probabilidad de ocurrencia, se le califica con 2 unidades; si la probabilidad del efecto es baja se asigna el valor 1, y si no fue posible estimar la probabilidad de que el efecto ocurra se le asigna un valor de 3, atendiendo al principio de precaución, cuando no se puede afirmar que el efecto no ocurrirá o que es poco probable.

**Momento**

Plazo entre la acción generadora y la manifestación del efecto. Cuando el efecto sea inmediato o en un plazo menor a un año, el momento es Inmediato o de Corto Plazo y se le asigna un valor de 4. Si el período va de 1 a 5 años, es Medio Plazo y su valor es 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, se califica con 1, Largo Plazo.

**Persistencia**

Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición hasta que el factor afectado vuelva a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o medidas correctivas. Si es menos de 1 año, se considera que un efecto fugaz, con valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto persiste más de 10 años, se considera permanente, con valor 4.

**Reversibilidad**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

---

### **Recuperabilidad**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se debe asignar es 4.

### **Efecto**

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

### **Periodicidad**

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

### **V.2.2 Valoración**

La evaluación de los impactos, de acuerdo con la metodología y criterios descritos, arroja que, de los 5 impactos indicados en la lista anterior, 2 son irrelevantes y 3 son moderados, en tanto que no se registró ningún impacto que califique en las categorías de severo o crítico.

Enseguida se muestra la matriz de evaluación y caracterización de los impactos.

Tabla 23. Matriz de valoración de impactos.

Tipología	Criterios de Evaluación	Impacto	Preparación	Construcción		Operación	
			Actuación:	Desmonte y despalme	Edificación	Embarcadero (hincado pilotes)	Generación de residuos sólidos
			Componente:	Calidad de aire	Calidad de agua	Calidad de agua	Calidad de agua
				Contaminación por suspensión de partículas de suelo	Riesgo vertido de materiales de obra al cuerpo lagunar	Turbidez por suspensión de sedimentos	Riesgo vertido de residuos al cuerpo lagunar
INTENSIDAD <b>In</b>	Baja (1)		1	1		1	
	Media (2)						
	Alta (4)				4		
	Muy Alta (8)						
	Total (12)						
EXTENSIÓN <b>Ex</b>	Puntual (1)						
	Parcial (2)		2	2	2	2	
	Extremo (4)						
	Total (8)						
	Crítica (+4)						
CERTIDUMBRE <b>Ce</b>	Poco probable (1)						
	Probable (2)						
	Incierto (3)			3		3	
	Cierto (4)		4		4		
MOMENTO ( <b>Mo</b> )	Largo plazo (1)						
	Medio plazo (2)						
	Inmediato (4)		4	4	4	4	
PERSISTENCIA <b>Pe</b>	Fugaz (1)						
	Temporal (2)		2	2	2	2	
	Permanente (4)						
REVERSIBILIDAD <b>Rv</b> -natural	Corto Plazo (1)		1		1		
	Medio Plazo (2)			2		2	
	Irreversible (4)						
RECUPERABILIDAD <b>Rc</b> -por intervención	Inmediato (1)		1	1	1	1	
	Medio Plazo (2)						
	Mitigable (4)						
	Irrecuperable (8)						
EFECTO <b>E</b>	Indirecto (1)						
	Directo (4)		4	4	4	4	
PERIODICIDAD <b>Pr</b>	Discontinuo (1)		1	1	1	1	
	Periódico (2)						
	Continuo (4)						
I = (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Rc+E+S+A+Pr)			24	24	33	24	
Irrelevante (12-23)							
Moderado (24-46)			√	√	√	√	
Severo (47-69)							
Crítico (70-92)							

### V.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

#### V.3.1. Impactos relevantes

Del análisis en la matriz de valoración se confirma que los 4 impactos ambientales adversos filtrados antes son relevantes, de acuerdo con el Valor de Importancia resultante para cada uno, aun por escaso margen.

**Tabla 24. Impactos ambientales relevantes del proyecto.**

No	Impacto	Componente sensible	Acción generadora
1	Contaminación por suspensión de partículas de suelo	Calidad del aire	Desmante y despalme
2	Riesgo de vertido de materiales de obras al cuerpo lagunar	Calidad del agua	Edificación
3	Turbidez por suspensión de sedimentos	Calidad del agua	Embarcadero (hincado de pilotes)
4	Riesgo vertido de residuos al cuerpo lagunar	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos

#### V.3.2. Caracterización de los impactos

No	Impacto	Descripción / caracterización
<b>1</b>	<b>Contaminación por suspensión de partículas de suelo</b>	<p>Las acciones de desmante y despalme se realizarán sobre una zona de relleno con material pétreo en la cual se ha desarrollado una cobertura de vegetación secundaria, que al ser retirada dejará expuesta una superficie que podría liberar por efecto del viento partículas que afecten la calidad del aire en el sitio. La intensidad del impacto es baja, dada la extensión del proyecto.</p> <p>La extensión del impacto es parcial, pues se limita al sitio de la acción y un área circundante inmediata, en tanto las partículas suspendidas se vuelven a decantar.</p> <p>El impacto es cierto, inmediato y directo, pues es de esperar que ocurra como resultado de las actividades del proyecto.</p> <p>Se trata de un efecto reversible y recuperable en el corto plazo y en forma inmediata, pues al cesar la acción las partículas suspendidas volverán a asentarse.</p> <p>La acción generadora y el impacto ocurrirán sólo en la etapa de Preparación, por lo que se califica como un efecto discontinuo.</p>
	Actividad: Desmante y despalme	
	Factor de incidencia: Calidad del aire	
	Valor de Importancia: 24	
	Clasificación por VI: Moderado	
	Evaluación por criterio	
	Intensidad in: 1 (x3)	
	Extensión ex: 2 (x2)	
	Certidumbre ce: 4	
	Momento (mo): 4	
	Persistencia pe: 2	
	Reversibilidad rv: 1	
	Recuperabilidad rc: 1	
	Efecto e: 4	
	Periodicidad pr: 1	

No	Impacto	Descripción / caracterización
2	<b>Riesgo de vertido de material de obras al cuerpo lagunar</b>	Las actividades de edificación implican el manejo de materiales de obra, como cementos y pétreos, en una zona muy cercana al cuerpo de agua lagunar, lo que implica el riesgo de sean vertidos accidentalmente.
	Actividad: Edificación	La intensidad del impacto es baja, dadas las dimensiones del proyecto y los volúmenes de materiales a utilizar.
	Factor de incidencia: Calidad del agua	En caso de ocurrir, la extensión del impacto es parcial, pues afectaría el área lagunar próxima al sitio de la acción, pero por el tipo de materiales no significaría una alteración importante para todo el cuerpo lagunar o más allá de éste, entre otros factores por la baja tasa de circulación en el sitio.
	Valor de Importancia del impacto: 24	El impacto es incierto, pues sería un hecho involuntario, pero, de ocurrir, sería inmediato y directo, al resultar de las actuaciones del proyecto.
	Clasificación por VI: Moderado	Es un efecto reversible y recuperable a mediano plazo, pues implica materiales pétreos que se incorporan al sedimento. La acción generadora es en un lapso limitado y el impacto, en su caso, sería discontinuo.
	Evaluación por criterio	
	Intensidad In: 1 (x3)	
	Extensión Ex: 2 (x2)	
	Certidumbre Ce: 3	
	Momento Mo: 4	
	Persistencia Pe: 2	
	Reversibilidad Rv: 2	
	Recuperabilidad Rrc: 1	
	Efecto E: 4	
	Periodicidad Pr: 1	

No	Impacto	Descripción / caracterización
3	<b>Turbidez por suspensión de sedimento</b>	El hincado de pilotes en el fondo lagunar se hace por el método de sifoneo, que consiste en inyectar agua a presión en la base del poste para desplazar el sustrato, hasta que el poste se asienta en la roca del fondo, lo que genera la suspensión partículas que causan turbidez.
	Actividad: Hincado de pilotes	La intensidad del impacto es alta, pues implica levantar una cantidad importante de sedimentos. La extensión del impacto es parcial, pues se limita al sitio de la acción y un área circundante inmediata, en tanto que las partículas suspendidas se vuelven a decantar.
	Factor de incidencia: Calidad del agua	En el sitio las corrientes son bajas, lo mismo que la tasa de recambio del agua, por lo que no hay riesgo de que los sedimentos sean transportados hacia áreas sensibles, como las zonas coralinas fuera de la laguna.
	Valor de Importancia del impacto: 33	El impacto es cierto, inmediato y directo, pues es resultado de las actividades del proyecto.
	Clasificación por VI: Moderado	Se trata de un efecto reversible y recuperable en el corto plazo y en forma inmediata, pues al cesar la acción las partículas suspendidas volverán a sedimentarse.
	Evaluación por criterio	La acción generadora y el impacto ocurrirán sólo en la etapa de Construcción, por lo que se califica como un efecto discontinuo.
	Intensidad In: 4 (x3)	
	Extensión Ex: 2 (x2)	
	Certidumbre e: 4	
	Momento Mo: 4	
	Persistencia Pe: 2	
	Reversibilidad Rv:	
	Recuperabilidad Rc: 1	
	Efecto E: 4	
	Periodicidad Pr: 1	

No	Impacto	Descripción / caracterización
4	<b>Riesgo de vertido de residuos sólidos (basura) al cuerpo lagunar</b>	La preparación y consumo de alimentos y bebidas en el sitio del proyecto implica la generación constante de residuos sólidos domésticos, tanto orgánicos como inorgánicos, en un área cercana al cuerpo lagunar, lo que implica el riesgo potencial de que haya vertidos involuntarios o accidentales.
	Actividad: Generación de residuos sólidos	
	Factor de incidencia: Calidad del agua	
	Valor de Importancia del impacto: 24	
	Clasificación por VI: Moderado	La intensidad del impacto potencial es baja, pues se trata de cantidades limitadas de residuos.
	Evaluación por criterio	
	Intensidad in: 1 (x3)	La extensión del impacto, en caso de ocurrir, es parcial, pues se limita a la zona lagunar adyacente.
	Extensión ex: 2 (x2)	
	Certidumbre ce: 3	El impacto, al tratarse de un riesgo de ocurrencia accidental o involuntaria, es incierto, aunque en caso de ocurrir sería un efecto inmediato y directo, resultado de actividades del proyecto.
	Momento (mo): 4	
	Persistencia pe: 2	Se trata de un efecto temporal, reversible en el mediano plazo y recuperable de inmediato con intervención.
	Reversibilidad rv: 2	
	Recuperabilidad rc: 1	
	Efecto e: 4	La acción generadora ocurrirá durante toda la etapa de Operación, por lo que el riesgo es continuo pero de ocurrencia incierta.
	Periodicidad pr: 1	

## VI. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

### VI.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS

Enseguida se proponen las medidas para mitigar y prevenir, en su caso, cada uno de los impactos relevantes identificados.

<b>Medida 1 Barrera perimetral</b>		<b>Descripción</b>
Tipo:	Mitigación y prevención	Se colocará una barrera o pantalla en torno a las zonas de obra, para reducir el efecto del viento y reducir la dispersión de partículas. Adicionalmente, se procurará hacer el desmonte y despalde en etapas.  Efecto esperado de la medida: Contener la suspensión y dispersión de partículas en el aire.  Especificaciones: Barrera de protección perimetral de 1.5 a 2.5 m de altura, con porosidad de 50%.
Impactos que atiende:	1 Contaminación por suspensión de partículas de suelo	
Factor de incidencia:	Calidad del aire	
Acción generadora:	Desmonte y despalde	
Etapas de aplicación:	Preparación	
Tiempo de aplicación:	Antes de ejecutar la acción generadora	
Área de aplicación:	Desplante de proyecto	
Costo estimado:	\$15,000 pesos	

<b>Medida 2 Control de materiales de obra</b>		<b>Descripción</b>
Tipo:	Prevención	La medida consta de dos acciones. En primer lugar, se colocará una barrera de protección en el borde de la zona de relleno, para prevenir que se haga manejo de materiales junto a la laguna. La segunda acción consiste en un sistema de instrucción a los operarios y supervisión continua de las actividades de edificación, para evitar descuidos en el manejo de los materiales, cuidando además que cualquier residuo sea acopiado en el sitio indicado para ello y en ningún caso vertido al cuerpo lagunar.  Efecto esperado de la medida: Se previenen vertidos de materiales o desechos de obra en el cuerpo de agua.  Especificaciones: Barrera en el borde de la zona de relleno de 1.5 m de alto; instrucción y supervisión continua.
Impactos que atiende:	2 Riesgo de vertido de materiales de obras al cuerpo lagunar	
Factor de incidencia:	Calidad del agua	
Acción generadora:	Edificación	
Etapas de aplicación:	Construcción	
Tiempo de aplicación:	Durante la etapa	
Área de aplicación:	Área del proyecto.	
Costo estimado:	Integrado	

<b>Medida 3 Malla geotextil</b>		<b>Descripción</b>
Tipo:	Mitigación	Se colocará una malla geotextil en torno al área de hincado de pilotes, para contener los sedimentos que serán suspendidos. De preferencia se procurará colocar la malla por secciones, a efecto de limitar al mínimo el área afectada por los sedimentos levantados.
Impactos que atiende:	1 Turbidez por suspensión de sedimentos	
Factor de incidencia:	Calidad del agua	
Acción generadora:	Hincado de pilotes	Efecto esperado de la medida: Contener la dispersión de sedimentos puestos en suspensión por la acción generadora.
Etapas de aplicación:	Construcción	
Tiempo de aplicación:	Antes de ejecutar la acción generadora	Especificaciones: La malla con luz de 0.150 mm; resistencia mínima a ruptura por pinchazo de 3,000 Newton y a ruptura por desgarramiento de 400 Newton, con porcentaje de elongación de 60% previo a la ruptura.
Área de aplicación:	Desplante de proyecto	
Costo estimado:	\$45,000 pesos	

<b>Medida 4 Control de basuras</b>		<b>Descripción</b>
Tipo:	Prevención	Se establecerá un control estricto de las basuras generadas durante la operación del proyecto, que incluye el adecuado manejo y acopio en los depósitos y sitios destinados para ese efecto hasta su recolección. En el servicio a clientes se evitará la salida de materiales desechables, incluyendo envases y empaques, fuera de las áreas de servicio interiores. Se cuidará de instruir a los visitantes y personal respecto a la prohibición estricta de arrojar cualquier cosa al cuerpo lagunar. Se colocarán botes con tapas abatibles, estancos o con bolsas en las áreas exteriores (deck y embarcadero) y carteles preventivos.
Impactos que atiende:	3 Riesgo de vertido de residuos sólidos urbanos al cuerpo lagunar	
Factor de incidencia:	Calidad del agua	
Acción generadora:	Generación y manejo de residuos sólidos domésticos (basura)	Efecto esperado de la medida: Prevenir el riesgo de vertido de basura al cuerpo de agua adyacente.
Etapas de aplicación:	Operación	
Tiempo de aplicación:	Permanente	Especificaciones: Manual de operación para usuarios Kit antiderrame de 30 gal, con almohadillas y barreras oliofílicas. Sin dispersantes.
Área de aplicación:	Área del proyecto	
Costo estimado:	Integrado	

## VI.2. IMPACTOS RESIDUALES

La aplicación de las medidas señaladas, todas factibles, permitirá mitigar y prevenir los impactos potenciales relevantes del proyecto. Enseguida se comentan los impactos residuales resultantes de la aplicación de medidas de mitigación a los impactos relevantes.

**Tabla 25. Impactos residuales del proyecto.**

No	Impacto potencial relevante	Impacto residual tras medidas
1	Contaminación por suspensión de partículas de suelo	Mitigado. Se minimiza la suspensión en el aire de partículas de suelo descubierto por el desmonte y despálme. La calidad del aire se mantiene sin cambios significativos.
2	Riesgo de vertido de materiales de obra al cuerpo lagunar	Prevenido. Se evitan vertidos de material es de obra accidentales o por descuido. La calidad del agua será similar a la previa al proyecto.
3	Turbidez por suspensión de sedimento por sifoneo	Mitigado. La colocación de malla geotextil limitará el área de afectación. Una vez concluido el hincado de pilotes, la calidad del agua volverá al estado previo.
4	Riesgo vertido de residuos sólidos urbanos al cuerpo lagunar	Prevenido. Se evitan vertidos de basura al cuerpo de agua por descuido o negligencia. La zona lagunar en el sitio del proyecto se mantendrá en condiciones de limpieza.

La evaluación de los impactos ambientales relevantes muestra que corresponden a la dispersión de partículas en el aire y riesgos de vertidos en el cuerpo lagunar, pues el sitio del proyecto cuenta con todos los servicios básicos urbanos. Tales impactos, antes de la aplicación de las medidas de mitigación son en todos los casos moderados, por lo que la aplicación de las medidas indicadas resulta en impactos no significativos en el medio. En la aplicación de las medidas de mitigación no se identifica la generación de nuevos impactos, pues todas se van a realizar en las mismas áreas afectadas del proyecto.

Por lo anterior, es de concluir que los impactos relevantes identificados, todos moderados, son aceptables en el sitio del proyecto, donde no ponen en riesgo elementos críticos del sistema lagunar Nichupté ni de sistemas circundantes, que son la zona hotelera de Cancún, la zona marina y el ANP Manglares de Nichupté, con los cuales el proyecto no tendrá interacción significativa. Los otros impactos evaluados no resultaron relevantes, de acuerdo con el método de valoración aplicado.

El resultado de la evaluación es coherente con las dimensiones del proyecto y el tipo de actividad que se propone, del todo terciaria, sin procesos de extracción o transformación.

---

## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES**

En la elaboración del pronóstico se consideran dos escenarios tendenciales: sin proyecto y con proyecto, incluyendo en éste la aplicación de las medidas de mitigación, las cuales se asumen como parte del proyecto.

Para el presente análisis se establece como corto plazo un período de hasta 2 años; para el medio plazo se considera un periodo de más de 2 años y hasta 10 años y será largo plazo el de más de 10 años.

### **VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO**

El Sistema Ambiental corresponde a un complejo lagunar de uso turístico, impactado por actividades humanas desde hace 40 años, principalmente por dragado de canales y construcción de infraestructura de transporte y servicios básicos, así como por actividades turísticas y náuticas. En ese lapso, el sitio ha sido afectado también por huracanes de alta intensidad.

El Sistema Lagunar Nichupté formalmente está dividido en una porción protegida, mediante la creación del ANP Manglares de Nichupté, donde se hallan los componentes más valiosos y en mejor estado de conservación, y el resto del sistema, que corresponde a las partes menos conservadas, de menor valor ecológico y destinadas al aprovechamiento y uso turístico, entre las cuales se halla el proyecto. Es decir, la autoridad ambiental ha establecido una diferenciación de áreas dentro del Sistema Lagunar.

El escenario en el Sistema Ambiental tiende a un deterioro gradual ligero por el aumento de las actividades náuticas, a la vez que se observa una mejora en el control de los vertidos de aguas residuales en el área y de los que provienen por vía subterránea de las zonas urbanizadas de Cancún, donde hay una tendencia al mejoramiento de los servicios básicos de la población, incluyendo el drenaje y tratamiento de aguas residuales (aunque aún hay rezago del concesionario para el cumplimiento de las obligaciones de la concesión), lo que lleva a que se reduzca el uso de fosas sépticas y el vertido directo al suelo, muy permeable, o a cuerpos de agua.

El sitio específico donde se pretende establecer las obras permanentes del proyecto es una zona modificada hace 40 años por la construcción del Boulevard Kukulcán, que requirió la

---

formación de una plataforma de terracería formada a base de relleno con material de banco de la zona continental, la cual se colocó sobre la barra arenosa original. Sobre la parte del relleno que no quedó ocupada por la vialidad, se desarrolló una cobertura de vegetación secundaria con elementos de selva, que en cierto grado revelan el origen del material de relleno, combinados con elementos de matorral costero y abundantes individuos de almendro, una especie exótica muy agresiva y capaz de competir con la vegetación nativa en un amplio rango de condiciones, incluso de inundación temporal y salinidad.

La tendencia de desarrollo de esa vegetación secundaria e invasiva implica un deterioro del medio, ya antropizado, en perjuicio de la vegetación propia de humedal, al incluir formaciones vegetales no propias del sitio que son fuente de germoplasma de especies invasivas, y que además impiden el disfrute del paisaje lagunar.

## **VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO**

El desarrollo del proyecto implica en el corto plazo un deterioro puntual del hábitat por las actuaciones, sobre todo por el desmonte y despalme, que dejará descubierta una superficie de relleno de sascab y piedras, y el hincado de pilotes en la zona lagunar, donde temporalmente se tendrán áreas puntuales de agua con mayor turbidez por la suspensión de sedimentos.

El escenario con proyecto en el mediano plazo y largo plazo será muy similar al actual, salvo que una superficie de 370.72 m<sup>2</sup> junto a la vialidad, la vegetación secundaria con especies invasivas estará ocupada por un restaurante y su área de estacionamiento.

Así mismo, una franja de margen lagunar y una porción del espejo de agua estarán ocupadas por instalaciones de madera sobre palafitos, de bajo impacto y totalmente desmontables.

En total, con obras permanentes y rústicas, el proyecto afectará alrededor de una milésima de la zona de influencia, que es la UGA 25 del POEL, donde el uso del suelo será el mismo que ya ocurre, de servicios turísticos y actividades náuticas recreativas en el cuerpo de agua.

De acuerdo con el inventario ambiental en el sitio del proyecto, éste no implica la disminución o afectación de poblaciones naturales de flora o fauna.

### VII.3. PRONÓSTICO AMBIENTAL

Una vez establecido el proyecto, los valores cualitativos asignados en el diagnóstico ambiental se mantendrán sin cambios en ningún de los rubros considerados.

**Tabla 26. Valoración cualitativa del sitio con proyecto.**

Criterio	Valor alto	Valor medio	Valor bajo
Normativo	Concurren más de 3 de los siguientes elementos: Áreas naturales protegidas, Ecosistemas protegidos, Especies protegidas OET no urbano, NOM	Al menos uno de los anteriores	Ninguno de los anteriores
Diversidad	Uniformidad alta, con dominancia baja de especies particulares	Uniformidad media, con pocas especies muy dominantes y riqueza media a baja	Uniformidad muy baja, con alta dominancia de una a 3 especies o riqueza muy baja
Rareza	Presencia significativa de recursos escasos o raros	Presencia mínima de recursos escasos o raros	Ausencia de recursos escasos o raros
Conectividad	Continuidad de las poblaciones con otras áreas	Poca continuidad pero posibilidad de contacto con otras poblaciones	Difícil o nulo contacto e intercambio genético con poblaciones fuera del sitio
Conservación	Estado original o muy poco alterado de comunidades originales	Presencia de comunidades originales alteradas o con fragmentación	Comunidades originales sustituidas
Calidad	Valores de Diversidad y Conservación altos	Valores de Diversidad y Conservación medios	Valores de Diversidad o Conservación bajos

Valor que corresponde al sitio del proyecto.

### VII.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Con el objetivo de dar seguimiento a los aspectos ambientales del proyecto y documentar su desarrollo en términos ambientales, se ejecutará un programa de manejo ambiental a cargo de un biólogo, ingeniero ambiental o similar, quien deberá supervisar el desarrollo del mismo y asegurar que se implementen las medidas de mitigación propuestas y se atiendan las condicionantes que, en su caso, emita la autoridad ambiental.

El programa a cargo del biólogo se ejecutará durante las etapas de preparación y construcción, quedando la operación a cargo de los promoventes del proyecto, con excepción de las actividades de restauración de humedal propuestas para exceptuar la

---

restricción del numeral 4.16 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, que será seguida por el especialista de acuerdo a lo que se acuerde con la dirección del ANP Manglares de Nichupté, dependencia que requiere de la aprobación en materia de impacto ambiental para firmar el convenio respectivo.

Enseguida se presentan los componentes preliminares del programa, en el entendido de que aún no se conocen los términos y condicionantes que en su caso incluya la autorización del proyecto, por lo que, una vez obtenida ésta, se presentará un programa de manejo detallado para que sea validado antes de realizar cualquiera de las actuaciones del proyecto, así como el respectivo programa de cumplimiento de términos y condicionantes.

Las acciones del Programa de Vigilancia Ambiental son las siguientes.

**Información al personal.** Al inicio de las obras y de manera periódica quincenal o antes si se requiere, el responsable del programa deberá hacer una presentación ilustrada relativa a los aspectos ambientales del proyecto, en la cual se incluyan apuntes sobre los componentes del medio que deben ser activamente protegidos, las actividades del proyecto con potencial de causar alteraciones negativas, las obligaciones, restricciones y prohibiciones para el personal durante los trabajos, las formas de aplicar las medidas de mitigación y las acciones a tomar en caso de contingencias o impactos no previstos.

**Supervisión directa.** El encargado del programa de manejo ambiental deberá supervisar periódicamente el desarrollo de los trabajos, a fin de asegurarse de que se realicen conforme a lo previsto y de que se cumplen las obligaciones, restricciones y prohibiciones establecidas. En el caso de medidas puntuales, como la colocación de la malla geotextil, el encargado deberá estar presente para supervisar su ejecución.

En caso de que durante la supervisión se identifiquen incumplimientos, el responsable del programa deberá informarlo de inmediato al responsable de las obras, a fin de que se corrija de inmediato cualquier incumplimiento. El encargado del programa estará autorizado por el propietario o director del proyecto para suspender cualquier actividad que considere que pueda poner en riesgo componentes relevantes del medio en el sitio del proyecto o su entorno.

La supervisión deberá incluir observaciones específicas sobre los impactos ambientales relevantes identificados, pero también sobre otros efectos adversos potenciales del

---

proyecto, por lo que en la bitácora de seguimiento ambiental se incluirá cualquier observación relativa.

**Documentación de cumplimiento.** El responsable del programa llevará una bitácora de seguimiento ambiental, en la cual asentará las observaciones de cada visita a la obra, consignando el nivel de cumplimiento de las obligaciones, restricciones y prohibiciones, aplicación de las medidas de mitigación, dimensiones de los impactos respecto a lo previsto, impactos no previstos y cualquier otro aspecto del desarrollo de los trabajos con implicaciones relevantes sobre el medio.

Así mismo, el responsable deberá agregar los documentos pertinentes, como copias de notas o facturas que acrediten la legal procedencia de recursos naturales utilizados en la obra. La bitácora deberá ser complementada con registros fotográficos.

**Ejecución y eficacia de medidas de mitigación.** La ejecución de las medidas de mitigación estará a cargo del responsable del programa, por lo que deberá estar presente cuando se realicen las acciones generadoras de los impactos que se busca mitigar o prevenir, a efecto de dirigirlos y asegurarse de se cumplan las especificaciones previstas.

El responsable deberá vigilar la eficacia de las medidas implementadas, utilizando los medios que considere apropiados para estimar tal eficacia. En su caso, el responsable podrá proponer ajustes a las medidas propuestas originalmente o proponer medidas adicionales.

**Interpretación de la información.** El responsable del programa asentará en la bitácora sus conclusiones sobre el desarrollo del proyecto, justificadas con la interpretación de la información recogida, a la luz de la información base que se tiene del sitio del proyecto y su entorno.

**Elaboración de informes y reportes a la autoridad.** El responsable del programa será también el encargado de elaborar los informes y reportes de cumplimiento a que esté obligada la promovente en los términos de la autorización que en su caso se emita. Los reportes deberán ser firmados por el representante legal de la promovente o ésta deberá autorizar para ese efecto al responsable del programa, en términos del último párrafo del Artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

**VII.5. CONCLUSIONES GENERALES**

Con base en una evaluación integral del proyecto de restaurante con atracadero rústico, denominado Náutica Blue Star Lagoon, se concluye que éste no causará desequilibrios ecológicos ni rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas.

Así mismo, el proyecto implicará un mejor uso del territorio, en una zona formada por material de relleno y donde observamos el establecimiento y avance de flora invasora, específicamente almendro e la india (*Terminalia catappa*), capaz incluso de competir con eficacia contra especies nativas protegidas, como las de mangle, flor a exótica que se propone erradicar del sitio.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Aguayo, J. E.; Bello M., R.; del Vecchio C., M. A.; Araujo M. y Basáñez L., M. A. 1980. **Estudio sedimentológico en el área Tulum-Cancún-Isla Mujeres**, Quintana Roo, México. En: Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XLI, Nos. 1 y 2, 1980.
- Bonte, F. Butterlin, J. 1963.- **Las Formaciones cenozoicas de la Península de Yucatán**. Ingeniería Hidráulica en México. Inst. Geología. UNAM.
- Butterlin y Bonet. 1963. **Las formaciones cenozoicas de la península de Yucatán**. En: Ingeniería Hidráulica en México, núm. 17, México, pp. 63-71.
- Carbajal Pérez, N. 2009. **Hidrodinámica y transporte de contaminantes y sedimentos en el Sistema Lagunar de Nichupté-Bojórquez**, Quintana Roo. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CQ063. México D. F.
- Carnevali, G., L. Tapia-Muñoz J., Duno de Stefano, R. y I. Ramírez. 2010. **Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico**. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Mérida, Yucatán, México. 328 p.
- Carruthersa, T.J.B., B.I. Van T. y W.C. Dennison. 2003. **Influence of submarine springs and wastewater on nutrient dynamics of Caribbean seagrass meadows**. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 64(2-3): 191-199.
- Cifuentes, M., Mesquita, C., Méndez, J., Morales, E., Aguilar, N., Cancio, D., Gallo, M., Jolón, M., Ramírez, C., Ribeiro, N., Sandoval, E., Turcios, M., (1999). **Capacidad de carga Turística en las áreas de uso público del Monumento Natural Guayabo**. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas, Turrialba, Costa Rica.
- Collado Vides, Ligia; González González, Jorge y Ezcurra Exequiel. 1995. **Patrones de distribución ficoflorística en el sistema lagunar de Nichupté, Quintana Roo, México**. En: *Acta Botánica Mexicana*, junio, número 031 Instituto de Ecología A.C. Pátzcuaro, México. pp. 19 - 32.

- 
- CONANP. 2005. **Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Parque Nacional Manglares de Nichupté.** CONANP-SEMARNAT. México.
- CONANP. 2014. **Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté.** CONANP-SEMARNAT. México.
- Conesa, V. 1997. **Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.** Madrid, Mundi-Prensa.
- Cotler Ávalos Helena. (Coord.). 2010. **Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización.** Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAT, Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. México D.F.
- Eckert, K.L. 2001. **Status and distribution of the leatherback turtle, Dermochelys coriacea, in the Wider Caribbean Region.** In Eckert, KL, Abreu-Grobois FA (eds.) Proceedings of the regional meeting: 'Marine turtle conservation in the Wider Caribbean Region: A dialogue for effective regional management,' Widecast, IUCN-MTSG, WFF and UNEP-CEP.
- Echevarría, Martha. 2003. **Algunas lecciones sobre la aplicación de pago por la protección del agua con base a experiencias en Colombia y Ecuador.** Quito.
- Escofet, A; I. Espejel; J.L. Fermán; L. Gómez- Morín Fuentes y G. Torres – Moye. 1993. **El manejo de los fragmentos de la zona costera.** 182-193 p. In. Biodiversidad Marina y Costera de México. Salazar – Vallejo y González, N. E. (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México.
- Espinoza, N., Gatica, J. y J. Smyle. 1999. **El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural.** Serie de publicaciones RUTA. Costa Rica, 91 pp.
- Estevan Bolea, M. 1984. **Evaluación del Impacto Ambiental.** Mafre, S.A. Madrid.
- FAO. 1997. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests.** Forestry Paper No. 134. Rome. <<http://www.fao.org/docrep/W4095E/W4095E00.htm>

- 
- Fernández Eguiarte A., J. Zavala-Hidalgo, R. Romero-Centeno 2013. **Atlas Climático Digital de México**. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>
- Gallegos M., Merino E., 1995. **Dinámica de poblaciones y crecimiento de los pastos marinos caribeños *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii***. Tesis de Doctor en Ciencias. Fac. de Ciencias, UNAM. 70 p.
- García, A. E. 1973. **Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para la República Mexicana**. Instituto de Geografía de la UNAM. México.
- Gómez Orea, D. 2003. **Evaluación del Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental**. Ediciones Mundi-Prensa, España.
- González Hita, Luis. 2000. **Dinámica de los Contaminantes Infiltrados en el Acuífero Kárstico de Cancún, Quintana Roo**. En: Anales de 1st Joint World Congress on Groundwater. Fortaleza, Brasil.
- Herbario CICY. (2010 en adelante). **Flora de la Península de Yucatán**. <http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/>
- Herrera Silveira, J., Cortés Balán, O., Ramírez Ramírez, J., y Osorio, L. 2012. **Monitoreo de la Condición Trófica de la Columna de Agua de los Ambientes Costeros del Parque Nacional “Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc: Segunda Etapa”**. Proyecto GQ002 CINVESTAV- Conabio - CONANP, Séptimo Informe, CINVESTAV-IPN. Unidad Mérida, México 43pp.
- Herrera Silveira, J. A., Cortés Balán, T. O., Ramírez Ramírez, y I. Osorio. 2008. **Monitoreo de la condición trófica de la columna agua de los ambientes costeros del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc: Primera Etapa**. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida. **Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. FQ004**. México D. F.
- Herrera Silveira J A, CONABIO. (2021). **Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: Península de Yucatán**. Ver 1.9. CONABIO. Datos en: <https://doi.org/10.15468/9ecxkr> accessed via GBIF.org on 2021-11-14.

- 
- Herrera-Silveira J.A., Teutli-Hernández C., Cinco-Castro S., Ramírez-Ramírez J., Carrillo Baeza L., Pech Poot E., Pérez Martínez O., Zenteno Díaz K., Erosa Angulo J., Us Balam H., Solís Gamboa S., Hernández-Arana H. y H. López-Adame. 2018. **Red Multi-institucional. Programa Regional para la Caracterización y el Monitoreo de Ecosistemas de Manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: Península de Yucatán. Segunda Etapa.** Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida. Ecosistemas Costeros de la Península de Yucatán. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No.KN003. México.
- INEGI, 2002. **Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo**, Chetumal, Q. Roo. México.
- INEGI-INE-CONAGUA, 2007. **Mapa de cuencas hidrográficas de México (escala 1:250,000)**, producto cartográfico derivado de la obra primigenia INE (2003) Cuencas Hidrográficas de México, escala 1:250,000, elaborada por A.G. Priego, E. Isunza, N. Luna y J.L. Pérez.
- INEGI. 2010. **Documento Técnico Descriptivo de la Red Hidrográfica Escala 1:50,000.** Edición 2.0. Sitio web relativo: [http://Antares.inegi.org.mx/análisis/red\\_hidro](http://Antares.inegi.org.mx/análisis/red_hidro).
- Invasive Species Specialist Group, 2013. **Global Invasive Database.** Consulta electrónica: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1532&lang=EN>, fecha de consulta: 29 de abril de 2013.
- Jordán, E., Angot M. y De La Torre, R. 1978. **Prospección biológica de la Laguna de Nichupté, Cancún, Quintana Roo**, México. En: Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM 5(1): 179-188.
- Krysko, K. L. & King, F. W. & Enge, K. M. & Reppas, A. T. (2003): **Distribution of the introduced black spiny-tailed iguana (*Ctenosaura similis*) on the southwestern coast of Florida.** Florida Scientist, Lawrence, Kansas; 66 (2): 74-79.
- León L. Felipe. 1993. **Proyecto lagunar Nichupté.** Reporte del Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua. Coordinación de Tecnología de Sistemas Hidráulicos, Subcoordinación de Hidráulica. México.
- Loredo Osti C., S. Beltrán López, F. Moreno Sánchez, y M. Casiano Domínguez. 2007. **Predicción de Riesgo a la Erosión Hídrica a Nivel de Microcuenca.** INIFAP-CIRNE-Campo experimental Palma de la Cruz. San Luis Potosí.

- 
- Martínez Menés, M. 2005. **Metodología simplificada para la Estimación de la Erosión del Suelo**. SAGARPA, INCA Rural, Colegio de Posgraduados.
- Martínez, M.L.; Moreno - Casasola, P y Castillo S. 1993. **Biodiversidad costera: Playas y Dunas**. 160 – 181 p. In. Biodiversidad Marina y Costera de México. Salazar – Vallejo y González, N. E. (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. **Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación**. Boletín de la Sociedad Botánica de México.
- Molina, C., P. Rubinoff y J. Carranza. 1998. **Normas Prácticas para el Desarrollo Turístico de la Zona Costera de Quintana Roo**. Amigos de Sian Ka'an A.C. y Centro de Recursos Costeros de la Univ. De Rhode Island (ed.). México.
- Montes, C. 2007. **Los servicios de los Ecosistemas**. En: Revista Ecosistemas 16 (3): 137-147. <http://webs.uvigo.es/revistaecosistemas/miniecosistemas/temas/>.
- Montes-León, M. A. L., Uribe-Alcántara, E. M. & García-Celis, E. (2011). Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua, II (1) 5-17. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531972001>.
- Navarro-Martínez, Angélica; Durán-García, Rafael; Méndez-González, Martha. 2012. **El impacto del huracán Dean sobre la estructura y composición arbórea de un bosque manejado en Quintana Roo**, México. En: Madera y Bosques, vol. 18, núm. 1, 2012, pp. 57-76 Instituto de Ecología, A.C.
- Olmsted I. 1999. **Estudio para una propuesta de plan de manejo de la palma *Thrinax radiata*, en Yum-Balam, Quintana Roo**. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.-CONABIO.
- Pedrozo, Diego.; Posada, Gregorio y Silva, Rodolfo. 2008. **Modelación de viento en régimen medio y marea astronómica para el Sistema Lagunar Nichupté**. En: XX Congreso Nacional de Hidráulica, Toluca- Edo. de México.

- 
- Pedrozo, D. 2008. **Respuesta hidrodinámica del Sistema Lagunar Nichupté, Cancún, México.** Tesis de maestría. México, D.F.: Posgrado en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rady M., J., 1972. **Sedimentology and diagenesis of carbonate muds in coastal lagoons of NE Yucatan.** Tesis Doctoral, Rice Univ. Houston, Texas.
- Roigi Munar, F. X. 2002. **Análisis de capacidad de carga en los espacios litorales, calas y playas, situados en áreas naturales de especial interés de la isla de Menorca.** En: Turismo y transformaciones urbanas en el siglo XXI, Almería, Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones, pp. 327-335.
- Sajurjo, R.E. 2001. **Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México.** Instituto Nacional de Ecología. México.
- SARH. 1992. **Declaratoria de propiedad nacional de las aguas de la Laguna Nichupté o Bojórquez o río Inglés o Del Amor y Nizuc y arroyos Canal Playa Linda y Canal Nizuc,** municipio de Benito Juárez, Q. Roo. México, Diario Oficial de la Federación 06/10/1992.
- SECTUR. 2019. **Estudio sobre la capacidad de carga turística en las localidades donde se ubicarán las estaciones del Tren Maya.** Secretaría de Turismo de México. Elaborado por la empresa Bufette de Consultoría Ambiental E Industrial SCP. Disponible en: <http://sistemas.sectur.gob.mx/dgots/09-estudio-cct-localidades-tren-maya.pdf>.
- SEMARNAT. 2013. **ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.** Diario Oficial de la Federación, Primera Sección, 4 de septiembre de 2013.
- SEMARNAT. 2013 (2). **Informe de la Situación del Medio ambiente en México.** Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. México. Edición 2012. Disponible en: [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/index.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/index.html).

- 
- Sheinbaum, J., J. Candela, J. Ochoa, A. Badan. 2001. **The transport through Yucatan Channel**, Nature julio 2001.
- Silva, R. Ruíz G., Posada G., Pérez D., Rivillas G., Espinal J. y Mendoza E. 2008. **Atlas de Clima Marítimo de la vertiente Atlántica Mexicana**. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Torres, W., M. Méndez, A. Dorantes y R. Durán. 2010. **Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco**. Boletín de la Sociedad Botánica de México 86:37-51.
- Zaldívar Jiménez A., Pérez Ceballos R., Herrera Silveira, J.A. 2011. **Reforestación, recuperación y conservación de los manglares del ANP Manglares de Nichupté. Primer Informe Técnico**. CINVESTAV/FFy CM/CONANP/IM.