



- I Unidad administrativa que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT.
- II Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, con número de bitácora **23/MP-0061/08/24**.
- III Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el monto de inversión ,el domicilio particular y el número de teléfono celular de persona física en páginas 3, 4 y 11.
- 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 Firma de titular:**

  
Ing. Yolanda Medina Gámez

**VI Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

ACTA\_18\_2024\_SIPOT\_2T\_2024\_ART69 ,en la sesión celebrada 16 de Octubre del 2024

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA\\_25\\_2024\\_SIPOT\\_3T\\_2024\\_ART69](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_25_2024_SIPOT_3T_2024_ART69)

# **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR**

TRÁMITE SEMARNAT-04-002-A

Recepción, Evaluación y Resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular  
Modalidad: No incluye actividad altamente riesgosa

**PROYECTO:**

**“PLAYA NUEVA NYX – KAANA”**

**PROMOVENTE:**

**PROMOCIONES URBANAS RIERA,  
S. A. DE C. V.**

**AGOSTO DE 2024**



# CAPÍTULO 1

## **DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**FRACCIÓN I** DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL  
EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE  
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (ÚLTIMA REFORMA DOF 31-10-2014)



## 1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### 1.1.1. Nombre del proyecto

Playa nueva NYX - KAANA

### 1.1.2. Ubicación del proyecto

El sitio que se pretende aprovechar para la implementación del proyecto corresponde al área marina colindante con los Lotes número 16-9 y 17 de la Sección A, Primera Etapa, Zona Hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, México.

### 1.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El plazo solicitado para la ejecución del proyecto se estima en 1 año para las etapas de preparación del sitio y construcción; y un plazo de 30 años para su operación.

## 1.2. DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE

### 1.2.1. Nombre, denominación o razón social

PROMOCIONES URBANAS RIERA, S. A. DE C. V.

### 1.2.2. Nacionalidad

Mexicana

### 1.2.3. Registro Federal de Contribuyentes

PUR080123N25

### 1.2.4. Domicilio para oír y recibir notificaciones

[Redacted address line]  
[Redacted address line] Tel. [Redacted phone number] en la [Redacted address line]  
[Redacted address line]



### **1.3. DATOS GENERALES DEL APODERADO LEGAL**

#### **1.3.1. Nombre o razón social**

Giancarlo Dell' Erba, como consta en la Escritura Pública Número PA. 6523, Volumen Vigésimo Octavo, Tomo "D", de fecha 31 de enero de 2023.

#### **1.3.2. Domicilio para recibir u oír notificaciones**

[Redacted]  
[Redacted] Tel. [Redacted]  
[Redacted]

### **1.4. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO**

#### **1.4.1. Nombre o razón social del responsable técnico del estudio**

ABIÓTICA GLOBAL, S. C.

#### **1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes**

AGL211020152

#### **1.4.3. Nombre del representante legal**

Biol. Emmanuel Concepción Jiménez Sánchez

#### **1.4.4. Domicilio para oír y recibir notificaciones**

[Redacted]  
[Redacted] Tel. [Redacted]  
[Redacted]

## 1.5. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

- 1.5.1.** Carta firmada por el responsable técnico de la elaboración del estudio.
- 1.5.2.** Tabla de cálculo para el pago de derechos, por la recepción, evaluación y el otorgamiento de la autorización en materia de impacto ambiental.
- 1.5.3.** Formato de pago e5.
- 1.5.4.** Recibo bancario de pago de contribuciones, productos y aprovechamientos Federales.
- 1.5.5.** Escritura Pública Número PA. 6523, Volumen Vigésimo Octavo, Tomo "D", de fecha 31 de enero de 2023.
- 1.5.6.** Escritura Pública Número 43337, Volumen Trigésimo Nonagésimo, de fecha 23 de enero de 2008.
- 1.5.7.** Copia de la identificación oficial del C. GIANCARLO DELL'ERBA.
- 1.5.8.** Copia de la Cédula de Identificación Fiscal de la promovente.



## CAPÍTULO 2

# DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

**FRACCIÓN II** DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (ÚLTIMA REFORMA DOF 31-10-2014)

## 2.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de un muro de contención en forma de "U" ubicado en forma paralela al litoral, ocupando una superficie de 1847.587 m<sup>2</sup>, con un perímetro de 404.307 metros en forma de "U", ocupando el área marina ubicada frente a los hoteles "NYX Cancún" y "Kaana", por lo que se trata de un proyecto netamente marino.

### 2.1.1. Naturaleza del proyecto

Se trata de la construcción de una estructura sólida hecha a base de mampostería y concreto fino, cuya función será detener o reducir el empuje horizontal debido al agua, viento, oleaje y erosión, garantizando una mejor protección.

La estructura se instalará de forma paralela al litoral y actuará como una barrera entre la tierra y el agua.

Se utilizará la capacidad del suelo donde se instalará, como medio de soporte; y tendrá la capacidad para resistir grandes presiones horizontales, grandes alturas de tierra y sobrecargas, sin incrementar significativamente el espesor de su sección. Su proceso constructivo se realizará de arriba para abajo, por lo que no necesita de rellenos artificiales, además de tener la ventaja de un tiempo reducido de construcción.

En este contexto, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) , el proyecto, se trata de una actividad Terciaria económicamente hablando, en donde no se producen bienes materiales; se reciben los productos elaborados en el sector secundario para su venta; e incluye los servicios cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal. También ofrece la oportunidad de aprovechar algún recurso sin llegar a ser dueños de él, como es el caso de los servicios que agrupan una serie de actividades que proporcionan bienestar a las personas.

De acuerdo con el Clasificador para la Codificación de Actividad económica del INEGI<sup>1</sup>, el proyecto se ubica dentro del Sector 23 "Construcción". Este sector comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la edificación; a la construcción de obras de ingeniería civil; a la realización de trabajos especializados de construcción como preparaciones a los suelos, y a la supervisión de la construcción de las obras con la finalidad

<sup>1</sup> <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/209/download/6081>

de que se respeten los tiempos programados, así como la calidad conforme a lo estipulado y la reglamentación vigente (las unidades que supervisan no construyen ni son responsables del proyecto de construcción).

Dentro de dicho sector, el proyecto se cataloga en el subsector 2370 "Construcción de obras de ingeniería civil". Unidades económicas dedicadas principalmente a la construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones; a la división de terrenos y construcción de obras de urbanización; a la construcción de vías de comunicación y otras obras de ingeniería civil, y a la supervisión de la construcción de las obras de ingeniería civil. Las unidades que supervisan no construyen ni son responsables del proyecto de construcción.

### **Obras integrales para la dotación de servicios**

*Calles, banquetas, redes de agua potable y alcantarillado, redes de distribución de energía y gas; a la división de terrenos.*

*Carreteras, autopistas, terracerías, puentes, pasos a desnivel y aeropistas;*

*Presas, represas y bordos para almacenamiento de agua; muelles, atracaderos, escolleras, **rompeolas**, embarcaderos **y construcciones bajo el agua**.*

*Redes ferroviarias para ferrocarril, tren ligero, tranvía y el metro, y a la colocación de durmientes, vías o rieles, puentes, plataformas para cambios de vías.*

*Estaciones e instalaciones para teleféricos y otras obras de ingeniería civil. Incluye la realización de trabajos especializados que requieren habilidades y equipo específicos para las obras de ingeniería civil exclusivamente.*

### **2.1.2. Objetivo de proyecto**

Como se señaló anteriormente el proyecto tiene por objetivo la protección costera a través de la construcción de un muro de contención a manera de un dique sumergido, que promoverá la recuperación de la playa adyacente, puesto que la zona donde se ubica el proyecto estuvo sujeta a un proyecto de recuperación de playas implementado por parte del gobierno Federal, que a la fecha ha resultado ineficiente para la conservación de esta zona.

### 2.1.3. Ubicación física

El sitio que se pretende aprovechar para la implementación del proyecto corresponde al área marina colindante con los Lotes número 16-9 y 17 de la Sección A, Primera Etapa, Zona Hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.

En la **Tabla 1** se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el polígono del sitio donde se desarrollará el proyecto, las cuales se encuentran proyectadas en unidades UTM, con referencia al Datum WGS84, Zona 16Q Norte, México.

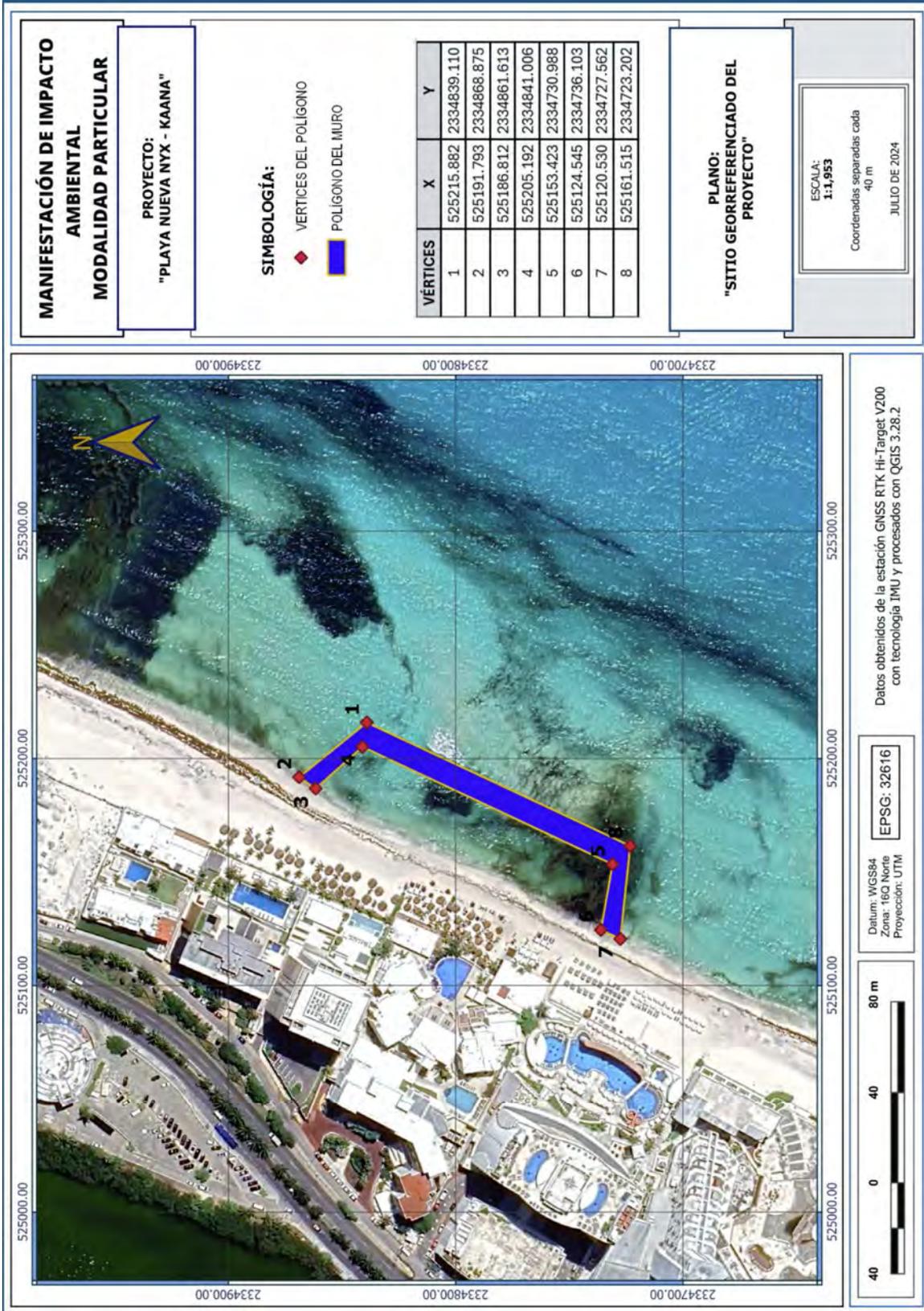
TABLA 1. VÉRTICES DEL SITIO DEL PROYECTO		
VÉRTICES	X	Y
1	525215.882	2334839.110
2	525191.793	2334868.875
3	525186.812	2334861.613
4	525205.192	2334841.006
5	525153.423	2334730.988
6	525124.545	2334736.103
7	525120.530	2334727.562
8	525161.515	2334723.202

En el plano de la **página 9** se presenta el polígono georreferenciado del sitio del proyecto con las coordenadas de sus vértices.

### 2.1.4. Selección del sitio

La zona donde será desplantado el proyecto fue seleccionada ya que actualmente se observa un problema de erosión y pérdida de sus arenales por diversos factores naturales como suradas (vientos del sur), cambios en las corrientes marinas y oleaje provocado por las intensas lluvias.

La erosión costera es uno de los efectos del aumento de los niveles del mar. Anualmente la mayor erosión está en Cancún (5.86 m/año). Actualmente la salida de sedimento es mayor que el ingreso, por lo que puede afirmarse que la playa de la zona se encuentra en un régimen erosivo y que el sedimento que entra al sistema es mínimo; entonces se asume que la recuperación natural de la playa no es posible.



## 2.2. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

**Vialidades o acceso.** El acceso al predio se realiza por vía terrestre a través del Boulevard Kukulcán, a la altura del kilómetro 11.5; y desde esa arteria se accede a través de las instalaciones del hotel NYX Cancún, como se observa en el plano de la **página 11**.

**Energía eléctrica.** No se requiere de este servicio para la operación del proyecto. Para su construcción la energía eléctrica será adquirida de las tomas domiciliarias del hotel NYX Cancún.

**Agua potable.** No se requiere de este servicio para la operación del proyecto. Para su construcción el agua requerida será adquirida de las tomas domiciliarias del hotel NYX Cancún.

**Drenaje sanitario.** No se requiere de este servicio para la operación del proyecto. Para su construcción, los trabajadores podrán utilizar los baños del hotel NYX Cancún.

## 2.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

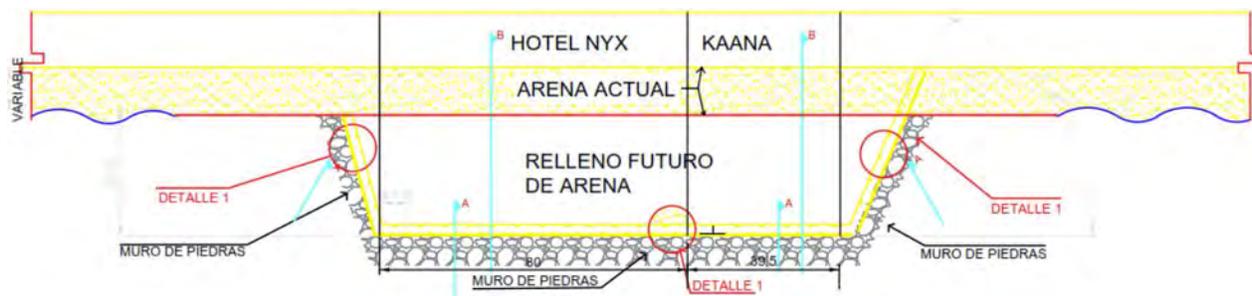
### 2.3.1. Inversión requerida

La inversión aproximada que se requiere para el desarrollo del proyecto en todas sus etapas, incluyendo todas las medidas preventivas, de mitigación y compensación a los impactos ambientales, es de aproximadamente \$ [REDACTED]



### 2.3.2. Dimensiones del proyecto

Por las características de nuestro litoral, el mejor sistema de recuperación de playa es con la construcción de un muro de contención sumergido dentro del mar, de acuerdo al siguiente esquema:



Se construirá un muro dentro del lecho marino a una distancia de 25 metros de la línea de costa en forma paralela a la línea de costa en forma de "U". La base del muro de piedras tendrá un ancho de 1 m hasta una altura de 2.40 m y una longitud de 207.53 metros.

El muro ocupará una superficie de 1847.587 m<sup>2</sup>, con un perímetro de 404.307 metros en forma de "U", ocupando el área marina ubicada frente a los hoteles "NYX Cancún" y "Kaana", por lo que se trata de un proyecto netamente marino.

### 2.3.3. Programa general de trabajo

Debido a la magnitud del proyecto se prevé que este se realice durante 3 meses, contemplando las etapas de preparación del sitio y construcción, en tanto que la etapa operativa se estima en 50 años como se indica en el siguiente cronograma.

ACTIVIDADES	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Mes 2	Mes 3
Embolsado y colocación de costales de arena						
Colocación de piedra						
Achique del área de recuperación						
Pilotaje						
Cimentación (base del muro)						
Construcción del muro						

#### **2.3.4. Etapa de preparación del sitio**

Las actividades requeridas durante la preparación del sitio consistirán básicamente en el rescate de fauna marina de lento desplazamiento; trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento; preparación del terreno, cimentación y construcción del muro. A continuación, se describen las actividades más importantes que se llevarán a cabo.

##### **a) Aviso de inicio de actividades**

La ejecución del proyecto comienza con el aviso de inicio de actividades por parte del promovente a las autoridades correspondientes; particularmente se avisará a las autoridades ambientales (PROFEPA y SEMARNAT) del inicio de las actividades contempladas para el desarrollo del proyecto.

##### **b) Trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento**

A través de un levantamiento topográfico se realizarán los trazos para la delimitación y marcaje del trazo del muro, balizado mediante boyas de color naranja.

##### **c) Rescate de fauna marina**

Entre las acciones preventivas a desarrollar en el corto plazo está el diseño de procedimientos para el rescate de especies hidrobiológicas que pudieran afectarse por el desarrollo del proyecto.

En el ámbito de aplicación de las medidas preventivas y de mitigación se plantea el traslado de especímenes desde el área afectada negativamente hacia sitios de características naturales similares al hábitat de origen. Sobre la base de conocimiento científico de las especies, se diseñaron procedimientos fundados técnicamente con el fin de facilitar la orientación para la ejecución de estas actividades. Esta línea de acción se aplicará a invertebrados acuáticos y peces.

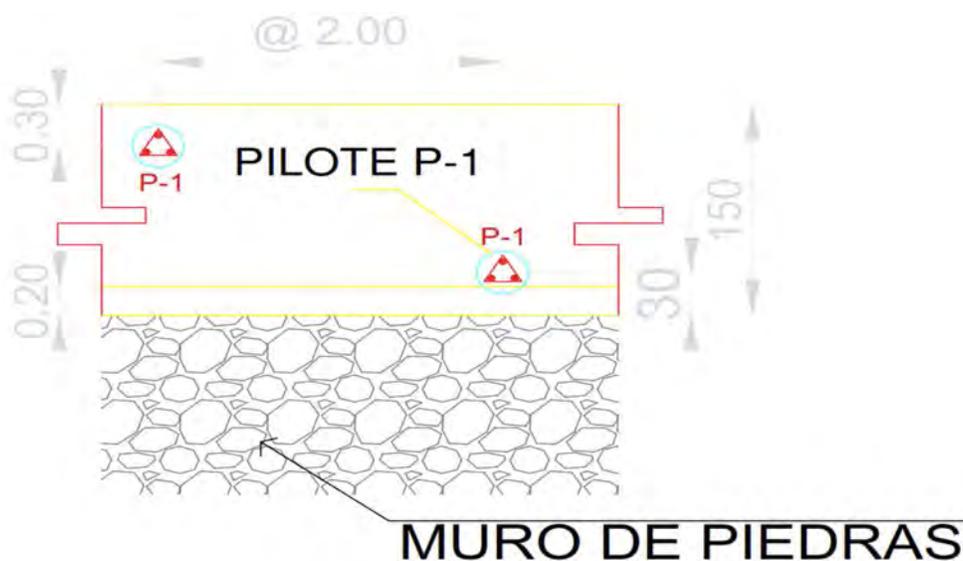
#### **2.3.5. Construcción**

##### **a) Colocación de muro de piedra**

De los bancos de materiales autorizados por el Gobierno del Estado de Quintana Roo, se traerá piedra caliza de la región aproximadamente un volumen de 600 m<sup>3</sup>, que, a través de carretillas, así como de un bobcat y un total de 10 empleados, se conformará un muro de piedra dentro del lecho marino a una distancia de 25 m paralelo a la línea de consta en forma de "U". La base del muro de piedras tendrá un ancho de 1 m hasta una altura de 2.40 m. De las obras auxiliares a ejecutar para el apoyo de la colocación del muro de piedra, se contempla el movimiento de la arena para ser embolsada y colocada como un muro de protección con la intención de facilitar la maniobra de colocación o de hilar las piedras.

### b) Cimentación

Una vez colocado el muro de piedra, con ayuda de una bomba de agua se retirara el agua de mar para hacer perforaciones a una profundidad a 6 m mediante una perforadora hidráulica articulada a una guía de acero mástil (Track Drill), y posteriormente se introducirá una tubería de PVC hidráulico de un diámetro de 30 cm, a través del cual se introducirá un armado de varillas corrugadas de 3 piezas del número 5 con armado de acero de alambroón del número 2; y finalmente se verterá concreto de 300 kg/cm<sup>2</sup> de 60 micropilotes en forma de zig zags, cada pilote estará con separaciones de 2 m de largo por 1 m de ancho.





utilizándose la mayoría del personal durante el primer mes de ejecución. La mano de obra será contratada en las localidades cercanas, conforme al siguiente listado que se presenta en la **Tabla 2**.

<b>TABLA 2. REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA</b>	
<b>OFICIO U OCUPACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
Albañiles	18
Peones	10
Arquitectos	2
Carpinteros	2
Cabos	2
Residente de obra	1
Ferreros	3
Operadores de maquinaria	2
Agentes de seguridad	2
Supervisores de obra	2
Limpieza	6
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>

## 2.5. REQUERIMIENTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO

En el siguiente listado (**Tabla 3**) se indica la relación de equipo y maquinaria requerida para los distintos trabajos implicados en el desarrollo del proyecto, en sus fases de preparación del sitio y construcción.

<b>TABLA 3. REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA</b>	
<b>MAQUINARIA O EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Moto bomba	5
Track Drill	1
Bobcat	1
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>

## 2.6. OBRAS Y/O SERVICIOS DE APOYO A UTILIZAR

De acuerdo con el tipo de proyecto que se pretende llevar a cabo, se requieren distintas obras de tipo provisional como apoyo en las distintas etapas del proceso constructivo, tales como:

**Caseta de vigilancia y checador.** Para tener control sobre el personal que ingresa a la obra, se habilitará una pequeña caseta con capacidad para albergar 1 o 2 vigilantes, quienes se encargarán de llevar el registro de todo el personal que ingrese a las instalaciones del proyecto. Esta obra provisional tendrá una superficie de 24 m<sup>2</sup>.

**Comedor de obra.** Se instalará un comedor de 8 x 5 m; No habrá campamento de obra ya que el personal pertenece a la localidad de Puerto Morelos por lo que diariamente se transportarán al área de trabajo, esto debido a que el proyecto se encuentra dentro de la zona urbana y el sistema de transporte Municipal da servicios en la zona. Esta obra provisional tendrá una superficie de 42 m<sup>2</sup>.

**Almacén de obra.** Será necesario el desplantar una bodega de madera con techo de lámina de metal para el acopio de materiales. Esta obra provisional tendrá una superficie de 42 m<sup>2</sup>.

**Sanitarios para el personal de obra.** Se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, de acuerdo con la etapa del proyecto que se trate y según el número de personas que se encuentren laborando al mismo tiempo. Para la instalación de los sanitarios se ocupará una superficie de 24 m<sup>2</sup>.

**Sanitarios para el personal técnico.** Se instalarán 2 sanitarios portátiles (hombres y mujeres) para el personal técnico que estará a cargo del desarrollo de la obra. Para la instalación de los sanitarios se ocupará una superficie de 4.55 m<sup>2</sup>.

**Oficinas de obra.** Se rentará un camper que servirá como oficina de obra para el personal que estará a cargo de supervisar el desarrollo de los trabajos proyectados en las distintas etapas programadas. Para la instalación de esta obra provisional se ocupará una superficie de 21.50 m<sup>2</sup>.

**Laboratorio de concreto.** Se destinará un espacio dentro de las áreas de aprovechamiento, para la instalación de un laboratorio de concreto para la toma de muestras de dicho material. Los ensayos son producto de criterios iniciales de las muestras de campo o de laboratorio que se toman en el transcurrir de la obra, o antes de iniciarla. Podemos decir que son la base del buen desarrollo de los procesos constructivos y que, en últimas, darán un veredicto de calidad y durabilidad a las estructuras de concreto.

## **2.7. SITIOS ALTERNATIVOS PARA EL DESARROLLO DE LA OBRA O ACTIVIDAD**

No se evaluaron sitios alternativos, ya que la promovente no cuenta con otro predio con las dimensiones y características del lote en cuestión, que le permitan desarrollar un proyecto similar al que se propone en este estudio.

## **2.8. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

Este apartado se basa en el Plan de manejo de residuos propuesto para el proyecto, el cual se describe a continuación.

## PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS

### a. INTRODUCCIÓN

La importancia del tema de la generación y manejo adecuado de los residuos no involucra sólo los efectos ambientales y de salud pública derivados de su generación y manejo, también implica el uso de los recursos naturales. El reúso y reciclaje de los residuos, además de reducir su generación y conseguir su adecuada disposición final, también puede dar como resultado evitar el agotamiento de los recursos naturales reduciendo su extracción, y la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero. Todo ello se acompaña de importantes beneficios económicos, sociales y ambientales.

La gestión de residuos es un proceso que engloba las actividades necesarias para hacerse cargo de un residuo, como material que pierde su utilidad tras haber cumplido con su misión o servicio para el que fue producido. En otras palabras, el concepto de residuo se emplea como sinónimo de basura, es decir, son todos desechos de aquello que el hombre ha producido. A continuación, se describen las acciones de manejo y disposición final que se llevarán a cabo sobre los residuos que generará la obra en sus distintas etapas.

### b. OBJETIVOS

#### b.1. Objetivo General

Reducir al máximo el impacto al medio ambiente derivado de la generación y manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial durante el proceso constructivo del proyecto.

#### b.2. Objetivos particulares

- ⊕ Evitar en todo momento la dispersión de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial dentro y fuera del área de aprovechamiento a lo largo del proceso constructivo.
- ⊕ Desarrollar al interior de la obra un sistema de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que permita la recuperación por separado de los subproductos potencialmente reciclables.

- ⊕ Canalizar la mayor cantidad y tipo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados durante el proceso constructivo que cuenten con las características idóneas para su reciclaje.
- ⊕ Reutilizar la mayor cantidad posible de los residuos generados a lo largo del proceso constructivo.
- ⊕ Enviar con destino a vertedero los residuos sólidos urbanos que carezcan del potencial de reincorporarse a la cadena productiva, previa gestión ante el Municipio de Puerto Morelos.
- ⊕ Reincorporar el mayor porcentaje de los residuos de manejo especial generados a la cadena productiva.
- ⊕ Llevar un adecuado seguimiento del manejo de los residuos mediante la implementación de una bitácora de control de residuos.
- ⊕ Cumplir con la normatividad municipal, estatal y federal vigente en materia de residuos y prevención de la contaminación.
- ⊕ Fomentar las buenas prácticas ambientales en materia de residuos en los obreros a lo largo del proyecto constructivo.

## **c. CANTIDAD Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS BASADA EN LA METODOLOGÍA DE CUARTEO**

### **c.1. Descripción de los residuos que se espera generar en obra**

En este apartado se describen los principales residuos que serán generados en obra, además de las cantidades por tipo de residuo de acuerdo con la metodología aplicada.

Conforme a la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, la caracterización de los residuos que se espera generar durante el desarrollo del proyecto se basa en las siguientes definiciones:

**Residuo:** material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o

disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

**Residuos inorgánicos:** aquellos constituidos por materiales que no son biodegradables y que pueden ser susceptibles de reutilización o reciclado tales como vidrio, papel, cartón, plástico, laminados de materiales reciclables, aluminio y metales no peligrosos.

**Residuos orgánicos:** aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Por ejemplo, los restos de comida, frutas, restos de jardinerías, cáscaras entre otros.

**Residuos peligrosos:** aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley por ejemplo aceites lubricantes usados, acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo, convertidores catalítico de vehículos automotores entre otros.

**Residuos de manejo especial:** Aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

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

### c.2. Listado de los residuos que se espera generar de acuerdo con su tipo

RESIDUOS INORGÁNICOS	
TIPO	RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR
Plásticos PET (Polietileno tereftalato)	Botellas de bebidas; botellas de agua; envases de aceite comestible

## RESIDUOS INORGÁNICOS

TIPO	RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR
	<p>Plásticos PEAD (Polietileno de alta densidad)</p> <p>Bolsas de supermercado, envases de detergentes, bolsas de basura, botes de champú, botes de jabón para ducha y cascos de seguridad</p>
	<p>Plástico PVC (Cloruro de polivinilo)</p> <p>Utensilios de limpieza, algunas herramientas, tubería hidráulica, tubería sanitaria, tubo corrugado y tubo Conduit, etc.</p>
	<p>Plástico LDPE (PEBD) (Polietileno de baja densidad)</p> <p>Bolsas del supermercado, bolsas ziploc, playo, etc.</p>
	<p>Plástico PP (Polipropileno)</p> <p>Cubetas, taparrosas, sillas, vasos, sogas, espátulas, cajas multiusos, cucharas, cuchillos, tenedores, taquetes, envases de comida (grado alimentario), bolsas reutilizables, costales, cordel, etc.</p>

## RESIDUOS INORGÁNICOS

TIPO	RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR
	
<p>Plástico PS (Poliestireno)</p>	<p>Vasos desechables, platos desechables, envases de alimentos, cucharas (PS cristal), tapas, domos para pastel, frascos, etc.</p>
	
<p>Unicel (Poliestireno expandido)</p>	<p>Contenedores para la industria alimenticia, construcción de edificios y casas, embalaje, transporte, hieleras, empaques y aislamiento térmico</p>
	
<p>Envolturas</p>	<p>Envasado de frituras, envasado de golosinas, envasado de galletas, envasado de chocolates, envasado de dulces, etc.</p>
	
<p>Cartón</p>	<p>Cajas, embalajes, envases de comida, tubos de papel higiénico, platos, vasos, etc.</p>

## RESIDUOS INORGÁNICOS

TIPO	RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR
	
<p>Papel</p>	<p>Hojas para impresiones, servilletas, rollos para impresión de notas, envolturas, papel higiénico, servilletas, revistas, periódico, conos para agua, etc.</p>
	
<p>Vidrio</p>	<p>Botellas, vasos, platos, tazas, puertas, ventanas, frascos, envases de comida, etc.</p>
	
<p>Metales ferrosos</p>	<p>Varillas, clavos, tornillos, tuercas, rondanas, mallas, tubería y latas de pintura, marcos de puertas y ventanas, herramientas, armex, alambre y alambazón, vigas, lámina para techado, etc.</p>
	
<p>Metales no ferrosos</p>	<p>Latas de aluminio, cables, tubería, envases de comida, botes de pintura, etc.</p>

## RESIDUOS INORGÁNICOS

TIPO	RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR
	
<p>Fibras sintéticas</p>	<p>Hilo, sogas, ropa, cordones, guantes, alfombras, discos abrasivos, cerdas de cepillos, redes, hilo de pesca o cordel, rodillos para pintar, brochas, mochilas, chaleco de seguridad, arnés de seguridad, etc.</p>
	
<p>Hule</p>	<p>Mangueras, llantas, botas, guantes, envasado de leche, envasado de jugos, ligas, empaques, tapetes, tubos, arandelas, juntas, agarraderas, dedos, tapetes, etc.</p>
	
<p>Poliuretano</p>	<p>Fibra lava trastes, sellador, espuma filtrante, espuma selladora, rodillo para pintas, suelas de zapatos, tubería, juntas, etc.</p>
	
<p>TetraBrik</p>	<p>Envases de jugo, envases de leche, bebidas a base de leche, etc.</p>

### RESIDUOS INORGÁNICOS

TIPO	RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR

### RESIDUOS ORGÁNICOS

TIPO	RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR
Huesos	
Cáscara de frutas	
Restos de comida	
Residuos de jardinería	
Cuero	
Cáscara de huevo	

**Residuos peligrosos.** Los residuos peligrosos, como se mencionó anteriormente, son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio. Los residuos peligrosos que se espera generar se describen de acuerdo con sus características de peligrosidad:

**a) Corrosivos.** Una sustancia corrosiva es aquella que puede destruir o dañar irreversiblemente otra superficie o sustancia con la cual entra en contacto.

Entre los residuos corrosivos que se pueden generar, están aquellos que deriven del uso de las siguientes sustancias:

- Aditivos de hormigón.
- Desencofrantes.
- Grasas.
- Limpiadores.
- Selladores.



**b) Reactivos.** Es la capacidad de una sustancia química para reaccionar en presencia de otras sustancias; y se representa con el siguiente símbolo.



Estos residuos pudieran llegar a generarse en caso de que se mezcle accidentalmente productos de limpieza como cloro con ácido muriático que pueden generar gases que provocan quemaduras graves en los ojos y vías respiratorias. Al estar en contacto con mucosas del cuerpo, puede destruir membranas, causar heridas o quemaduras químicas graves.

**c) Tóxicos.** Se usa para medir el grado tóxico o venenoso de algunos elementos. El estudio de los venenos se conoce como toxicología. La toxicidad puede referirse al efecto de esta sobre un organismo completo, como un ser humano, una bacteria o incluso una planta; y se representa con el siguiente símbolo.

Entre los residuos tóxicos que se pueden generar, están aquellos que deriven del uso de las siguientes sustancias:

- Alquitranes.
- Barnices.
- Desencofrantes.
- Desmoldantes.
- Grasas.
- Insecticidas.
- Solventes.
- Diluyentes.
- Silicón.
- Impermeabilizante.



**d) Inflamables.** Es el conjunto de condiciones de presión, temperatura, mezcla de gases en que una sustancia combustible/inflamable, normalmente un líquido, produce suficientes vapores que, al mezclarse con el aire, se inflamarían al aplicar una fuente de calor (llamada fuente de ignición) a una temperatura suficientemente elevada; y se representa con el siguiente símbolo.

Entre los residuos inflamables que se pueden generar, están aquellos que deriven del uso de las siguientes sustancias:

- Aceites.
- Aditivos.
- Catalizadores.
- Combustibles.
- Desencofrantes.
- Desinfectantes.
- Disolventes.
- Diluyentes.
- Desmoldantes.
- Grasas.
- Pegamento.
- Poliuretanos.
- Selladores.
- Diésel.



**Residuos de manejo especial.** En el caso del proyecto los residuos de manejo especial que se espera generar son los residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de productos gastados o descompuestos. A continuación, se presenta la clasificación de los residuos de manejo especial considerado en este Plan de Manejo.

CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL				
TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	SUB CLASIFICACIÓN	CLAVE	EJEMPLO
RME	Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas.	RR	RR-1	Residuos de grava y rocas trituradas no impregnados con materiales o sustancias peligrosas.
			RR-2	Residuos de arena y arcillas no impregnados con materiales o sustancias peligrosas.
			RR-3	Residuos del corte y serrado de piedra no impregnados con materiales o sustancias peligrosas.
			RR-4	Residuos de polvo y arenilla no impregnados con materiales o sustancias peligrosas.
			RR-5	Escombros (restos de concreto, block, mortero y material de relleno), no impregnado con materiales o sustancias peligrosas.
	Residuos de productos o consumibles gastados o descompuestos	RP	RP - 1	Pilas alcalinas.
			RP - 2	Cartuchos de tinta o tóner.
			RP - 3	Aparatos electrónicos.
			RP - 4	Focos ahorradores.

**Residuos sólidos urbanos.** Estos residuos, de tipo doméstico, se producirán particularmente durante los trabajos de oficina y consumo de alimentos. En el siguiente cuadro se especifican los residuos sólidos urbanos que se espera generar en espacios que implican actividades domésticas.

## RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS QUE SE ESPERA GENERAR

TIPO	EJEMPLOS	ILUSTRACIÓN
Plásticos PET (Poliéster tereftalato)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botellas de bebidas</li> <li>• Botellas de agua</li> </ul>	
Plásticos PEAD (Poliéster de alta densidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bolsas de supermercado</li> <li>• Envases de detergentes</li> <li>• Bolsas de basura</li> <li>• Botes de champú</li> <li>• Botes de jabón</li> </ul>	
Plástico PVC (Cloruro de polivinilo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utensilios de limpieza</li> </ul>	
Plástico LDPE (PEBD) (Poliéster de baja densidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goteros</li> <li>• Bolsas del supermercado</li> <li>• Guantes</li> <li>• Bolsas ziploc</li> </ul>	
Plástico PP (Polipropileno)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taparroscas</li> <li>• Vasos</li> <li>• Cajas multiusos</li> <li>• Cucharas, cuchillos, tenedores</li> <li>• Envases de comida (grado alimentario)</li> <li>• Bolsas reutilizables</li> </ul>	

## RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS QUE SE ESPERA GENERAR

TIPO	EJEMPLOS	ILUSTRACIÓN
Plástico PS (Poliestireno)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vasos desechables</li> <li>• Platos desechables</li> <li>• Envases de alimentos</li> <li>• Cucharas (PS cristal)</li> <li>• Tapas</li> <li>• Domos para pastel</li> <li>• Frascos</li> </ul>	
Unicel (Poliestireno expandido)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenedores para la industria alimenticia</li> <li>• Embalaje</li> <li>• Empaques</li> </ul>	
Envolturas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envasado de frituras</li> <li>• Envasado de golosinas</li> <li>• Envasado de galletas</li> <li>• Envasado de chocolates</li> <li>• Envasado de dulces</li> </ul>	
Cartón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas</li> <li>• Embalajes</li> <li>• Envases de comida</li> <li>• Tubos de papel higiénico</li> <li>• Platos</li> <li>• Vasos</li> </ul>	

### RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS QUE SE ESPERA GENERAR

TIPO	EJEMPLOS	ILUSTRACIÓN
Papel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas para impresiones</li> <li>• Servilletas</li> <li>• Rollos para impresión de notas</li> <li>• Envolturas</li> <li>• Papel higiénico</li> <li>• Servilletas</li> <li>• Revistas</li> <li>• Periódico</li> <li>• Conos para agua</li> </ul>	
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botellas</li> <li>• Vasos, platos, tazas, etc.</li> <li>• Puertas y ventanas</li> <li>• Peceras</li> <li>• Frascos</li> <li>• Envases de comida</li> <li>• Floreros</li> </ul>	
Metales no ferrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latas de aluminio</li> <li>• Envases de comida</li> </ul>	
Tetrabrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envases de jugo</li> <li>• Envases de leche</li> <li>• Bebidas a base de leche</li> </ul>	

#### d. CUANTIFICACIÓN ANUAL DE RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR EN OBRA

Para la cuantificación total de residuos que se espera generar en obra, se consideran 2 escenarios posibles, a saber: generación al día y generación al mes, y con base en esos dos escenarios se estimó la generación total esperada a 6 meses de proceso constructivo, como se resume en la **Tabla 4**.

**TABLA 4. CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS TOTALES**

RESIDUOS	AL DÍA	AL MES (30 DÍAS)	TOTAL (3 AÑOS)
Inorgánicos	1.5 kg	45 kg	270 kg
Manejo especial	0.74 m <sup>3</sup>	22.20 m <sup>3</sup>	133.20 m <sup>3</sup>
Sólidos urbanos	2 kg	60 kg	360 kg

Conforme a los datos vertidos en la tabla que antecede, se espera generar 270 kg de residuos inorgánicos compuestos principalmente por sobrantes de materiales de construcción; así como 360 kg de residuos sólidos urbanos por actividades domésticas y consumo de alimentos; y 133.20 m<sup>3</sup> de escombros, ponderado a 6 meses y con base en una estimación diaria y mensual. No obstante, cabe aclarar que, en el caso del escombros, este se basa fundamentalmente en los metros cuadrados de construcción.

#### **e. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS.**

Se contará con sitios específicos destinados al acopio de residuos, de acuerdo con su naturaleza. Específicamente se contará con espacios destinados al acopio de:

- Escombros.
- Madera.
- Pet.
- Cartón.
- Residuos sólidos urbanos.

**Cartón.** Para el acopio y separación de este residuo, se contará con un contenedor delimitado con tarimas de madera, con dimensiones de 1 m de largo x m de ancho x 1 m de altura debidamente señalizado, cuya capacidad máxima de almacenamiento es de 1 m<sup>3</sup> de cartón. Se ubicará dentro de las instalaciones del hotel NYX CANCUN, como se ejemplifica en el siguiente material fotográfico (**Figuras 1**).



Figura 1. Ejemplo de contenedor instalado para el acopio de cartón.

**PET.** Para el acopio y separación de este residuo, se contará con un espacio delimitado con tarimas de madera, con dimensiones de 2.5 m de largo x 1.5 m de ancho x 1.20 m de altura debidamente señalado, cuya capacidad máxima de almacenamiento es de 4.5 m<sup>3</sup> de PET (**Figura 2**). Se ubicará dentro de las instalaciones del hotel NYX CANCUN, como se ejemplifica en el siguiente material fotográfico.



Figura 2. Ejemplo de sitio para el acopio de PET.

Adicionalmente, se contará con contenedores elaborados con malla electrosoldada, distribuidos en distintos puntos de la obra para el acopio de PET (**Figura 3**), pero siempre dentro de las instalaciones del Hotel NYX CANCUN.



Figura 3. Ejemplo de contenedores distribuidos en obra para el acopio de PET.

**Madera.** Se destinará una superficie de 2 m<sup>2</sup> para el acopio de este residuo, delimitado y habilitado con un letrero distintivo, pero siempre dentro de las instalaciones del Hotel NYX CANCUN.

**Residuos sólidos urbanos.** Para el acopio temporal de estos residuos, se instalarán contenedores con tapas en distintos puntos estratégicos de la obra. Una vez retirado los residuos de esos contenedores, se procede a su traslado a un sitio de acopio delimitado, dentro de las instalaciones del Hotel NYX CANCUN (**Figura 4**).



Figura 4. Ejemplo de contenedores propuestos para el acopio de residuos sólidos urbanos.

**Escombro.** Se destinará una superficie de 6 m<sup>2</sup> para el acopio de este residuo de la construcción, con dimensiones de 3 m de largo x 3 m de ancho dentro de las instalaciones del Hotel KAAN (**Figura 5**).



Figura 5. Ejemplo de un sitio de acopio de escombro.

#### **f. IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN CADA UNA DE LAS ZONAS QUE COMPONE LA INFRAESTRUCTURA EN GENERAL**

En los siguientes puntos se describen las áreas identificadas como generadoras de residuos dentro de la obra en general.

### **f.1. Oficinas de obra**

Estará ocupada por un máximo de 3 personas, en donde se generarán residuos propios de papelería, residuos sólidos urbanos e insumos de computadoras e impresoras.

### **f.2. Caseta de seguridad**

Se contará con caseta de seguridad operadas por 1 guardia. En esta área se producirán de manera particular residuos sólidos urbanos.

### **f.3. Comedor de obra**

En esta área, corresponde a los comedores de los Hoteles NYX Cancún y Kaan, que se ocuparán para la obra. Se espera producir de manera particular residuos orgánicos como restos de comida (hueso, cáscara de fruta, restos cárnicos, tortilla, etc.); además de residuos sólidos urbanos.

### **f.4. Área de construcción**

En esta área que corresponde a las zonas de desplante del muro de contención, se producirán de manera particular residuos de construcción como escombros, cascajos, residuos metálicos, madera, residuos sólidos urbanos, residuos inorgánicos (sobrantes de materiales de construcción, etc.).

### **f.5. Área de armado de acero**

En esta área se producirán de manera particular residuos de acero y residuos sólidos urbanos. Se ubicará dentro de las instalaciones tanto del Hotel NYX como del hotel KAAN.

### **f.6. Área de carpintería**

En esta área se producirán de manera particular madera y residuos sólidos urbanos. Se ubicará dentro de las instalaciones tanto del Hotel NYX como del hotel KAAN.

### **f.7. Almacenes o bodegas.**

En esta área se producirán de manera particular residuos sólidos urbanos, residuos de papelería, además de sobrantes de materiales de construcción. Se ubicará dentro de las instalaciones tanto del Hotel NYX como del hotel KAAN.

## **g. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS QUE SE LLEVARÁN A CABO INCLUYENDO LOS MECANISMOS DE IMPLEMENTACIÓN FAVORECIENDO LAS 3R'S (RECICLAJE, REÚSO Y REDUCCIÓN) Y EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS**

A continuación, se enlistan y describen las estrategias que se implementarán dentro del proceso constructivo del proyecto en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con la finalidad de prevenir y disminuir al máximo el impacto al medio ambiente por su generación.

### **g.1. Estrategias de reciclaje**

Conforme a la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, el **Reciclaje** es el proceso de transformación por el cual los subproductos valorizables de los residuos son utilizados como materia prima para la fabricación de productos nuevos.

En sentido de lo anterior, el proyecto se enfocará en la primera etapa del reciclaje que consiste en la clasificación, separación y entrega de los residuos, sin intervenir en las demás fases de transformación para la fabricación de productos nuevos.

**Objetivo 1:** Implementar al interior de la obra un sistema de separación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que permita la recuperación por separado de los subproductos potencialmente reciclables.

#### **Estrategias:**

- 1.** Se distribuirán contenedores específicos para el acopio de PET en los distintos frentes de trabajo para una mejora en la recolección y separación de estos residuos reciclables.
- 2.** El PET que es retirado de los contenedores que serán distribuidos en la obra, se acopiará en un sitio específico previo a su retiro de la obra.
- 3.** El cartón será confinado en un contenedor con tapa que impida que el residuo se moje en caso de lluvia.

4. Se delimitará y señalizará un sitio donde se acopiarán temporalmente los residuos metálicos provenientes del área de armado de acero.
5. Se delimitará y señalizará un sitio donde se acopiarán temporalmente los residuos de madera proveniente del área de carpintería.
6. En la oficina de obra se instalará un contenedor para el acopio temporal de pilas alcalinas gastadas.
7. En la caseta de seguridad, comedor de obra y oficina de obra, se instalarán contenedores para el acopio exclusivo de tapas.
8. En el comedor de obra se instalará un contenedor con tapa debidamente señalizado para el acopio de vidrio.
9. En el comedor de obra se instalará un contenedor con tapa debidamente señalizado para el acopio de Tetra Pak.
10. En el comedor de obra se instalará un contenedor con tapa debidamente señalizado para el acopio de envases de aluminio.

**Objetivo 2:** Canalizar al programa "Reciclatón" organizado por la Dirección General de Ecología del Municipio, la mayor cantidad posible de residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados durante el proceso constructivo, y que tengan potencial de reciclaje.

### **Estrategias:**

1. Participar de manera activa en las jornadas programadas del "Reciclatón".

**Objetivo 3:** Reincorporar todos los residuos de manejo especial generados a la cadena productiva.

### **Estrategias:**

1. Canalizar a reciclaje las pilas alcalinas gastadas, generadas en oficina de obra, a través del programa municipal "Reciclatón".
2. Canalizar a reciclaje los cartuchos de tinta o tóner gastados, generados en la oficina de obra, a través del programa municipal "Reciclatón".
3. Canalizar a reciclaje los aparatos electrónicos descompuestos, generados en la oficina de obra, a través del programa municipal "Reciclatón".
4. Canalizar a reciclaje los focos descompuestos, generados en la oficina de obra, a través del programa municipal "Reciclatón".

### **g.2. Estrategias de reutilización**

Conforme a la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, la **Reutilización** es el empleo de un residuo sólido sin que medie un proceso de transformación. En sentido de lo anterior, a continuación, se proponen las estrategias de reutilización que se implementarán durante todo el proceso constructivo del proyecto.

**Objetivo 1:** Implementar medidas tendientes al reuso de residuos de construcción con capacidad de reincorporarse al sistema productivo de la obra.

#### **Estrategias:**

2. Reutilizar la mayor cantidad posible de escombros generados en obra para los trabajos de relleno y cimentación.
3. Reutilizar la mayor cantidad posible de los residuos de madera generados en el área de carpintería, en la construcción de cimbras.

### **g.3. Estrategias de reducción**

**Objetivo 1:** Implementar medidas de control tendientes a evitar la dispersión de residuos sólidos urbanos al interior de la obra civil.

#### **Estrategias:**

1. Desde el punto de generación de papel y cartón, estos se compactarán y apilarán con ayuda de amarres que impidan su dispersión por acción del viento (**Figura 6**).



**Figura 6.** Forma de acopio de papel y cartón.

2. Para el área de armado de acero se instalarán contenedores metálicos de 200 L con tapa de madera.
3. Todos los contenedores se mantendrán con tapadera de cierre ajustado.
4. En la caseta de seguridad se contará con 1 contenedor metálico de 200 L con tapa de madera.
5. En el área de bodega se contará con 1 contenedor metálico de 200 L con tapa de madera.
6. En el área de carpintería se instalará 1 contenedor metálico de 200 L con tapa de madera.
7. En la oficina de obra se contará con 1 contenedor de plástico para evitar la dispersión de residuos.
8. En el comedor de obra se instalarán 2 contenedores metálicos de 200 L con tapa de madera para acopio de residuos sólidos urbanos; además de un contenedor para residuos orgánicos, con esas mismas características.

**Objetivo 2:** Enviar al relleno sanitario del Municipio los residuos sólidos inorgánicos y urbanos que carezcan del potencial de reincorporarse a la cadena productiva.

**Estrategias:**

1. Establecer un convenio con el servicio de recolección de basura del Municipio para que preste el servicio a lo todo lo largo del proceso constructivo; o en su caso, contratar los servicios de una empresa que cuente con los permisos necesarios para realizar dicha actividad.

**Objetivo 3:** reducir la cantidad de residuos sólidos urbanos que se espera generar en el área de comedor de obra.

**Estrategias:**

1. Al finalizar el horario de comida, todos los residuos generados serán separados y clasificados para su almacenamiento temporal en contenedores específicos.
2. Se evitará la compra de bebidas embotelladas cuyo contenido sea menor a 2 litros.
3. Se evitará el consumo de comida "chatarra" como frituras, botanas, galletas, etc.
4. Se promoverá el uso de embaces o recipientes que sean susceptibles de reutilizarse, con la finalidad de evitar la compra de recipientes desechables.
5. Los alimentos serán trasladados al área de comida a través de bolsas reutilizables, evitando en todo momento el uso de bolsas desechables.
6. Se evitará en todo momento el uso de vasos, platos o cubiertos desechables.
7. El agua para beber será proporcionada a través de garrafones de 20 litros, y servida en vasos de plástico o vidrio reutilizables, con la finalidad de evitar la compra de agua embotellada en presentaciones menores.

**Objetivo 4:** reducir la cantidad de residuos sólidos inorgánicos que se espera generar en los distintos frentes de trabajo de construcción.

## Estrategias:

1. Disponer de los equipos y herramientas adecuadas para cada trabajo o actividad, pues esto disminuye la producción de residuos.
2. Utilizar material normalizado y en las dimensiones ajustadas a las líneas arquitectónicas, ya que se reduce la producción de retazos o retales.
3. Organizar adecuadamente los sitios de trabajo en relación con sus condiciones físicas: acceso, iluminación y ventilación, para de esta forma evitar accidentes e impedir la generación de desperdicios.
4. Ubicar los materiales al alcance del trabajador, para mejorar el rendimiento de la labor y disminuir pérdidas de material por accidente o error.
5. Organizar el suministro de materiales, preferiblemente de forma mecanizada, para abastecer eficientemente todos los puestos de trabajo, mediante caminos expeditos y ventilados que eviten pérdidas de material y producción de desperdicios.
6. Dotar a los trabajadores de elementos adecuados para el manejo de los materiales, con el fin de que no se produzcan pérdidas en su manipulación.
7. Descargar de forma ordenada y apilar los materiales y elementos correctamente.
8. Coordinar los suministros y transportes con el ritmo de ejecución de la obra. No mantener niveles de "stock" muy altos en la obra, ya que con el tiempo producirán material inservible o desechable.

### **g.4. Estrategias de manejo de residuos peligrosos**

**Objetivo 1:** Realizar una correcta disposición de los residuos peligrosos generados al interior de la obra.

## Estrategias de recolección y traslado:

Para la recolección y traslado de los residuos peligrosos que podrían generarse dentro de las instalaciones del proyecto, se seguirán las siguientes recomendaciones:

1. Previo a la recolección de los residuos peligrosos, se deberá identificar la naturaleza de estos, es decir, se deberá determinar si son de naturaleza líquida o sólida.
2. Previo a la recolección de los residuos peligrosos se deberá verificar la compatibilidad de estos. Se entiende por residuos incompatibles aquellos que al entrar en contacto o mezclarse con otros, pueden generar calor, fuego, explosión, humos, gases tóxicos o inflamables, disolución de sustancias tóxicas o reacciones violentas. A modo de ejemplo, los residuos que contienen agentes oxidantes fuertes (9) son incompatibles con los metales (5), puesto que su contacto puede generar calor y fuego.
3. En el mercado existe una amplia disponibilidad de contenedores para el envasado de los diferentes tipos de residuos peligrosos, tanto para sólidos como para líquidos. A la hora de seleccionar el contenedor se tendrá en cuenta los siguientes criterios:
  - El material será compatible con el residuo.
  - Presentar resistencia a los golpes y durabilidad en las condiciones de manipulación a las que serán sometidos.
  - Permite contener los residuos en su interior sin que se originen pérdidas al ser manipulados.

Los contenedores más comunes disponibles en el mercado son de plástico (polietileno de alta densidad) y acero (al carbón galvanizado o inoxidable), las formas son cilíndricas, con tapa rosca o tapa y suncho, en volúmenes de 60 a 200 litros. Otros contenedores pueden ser cajas de cartón, cajones de madera o metálicos, bolsas especiales y distintas combinaciones. Para pequeñas cantidades de líquidos se pueden usar envases de vidrio colocándolos dentro de otros contenedores rellenos con material adsorbente.

4. Una vez recolectado el residuo y previo a su traslado, deberá ser etiquetado. El etiquetado tiene como principal objetivo identificar el residuo peligroso y reconocer la naturaleza del peligro que representa, alertando a las personas involucradas en el transporte o manejo sobre las medidas de precaución y prohibiciones.
5. Los envases de residuos peligrosos estarán debidamente identificados por medio de etiquetas de riesgo, especificando la identidad, cantidad, procedencia del residuo y la clase de peligro involucrado.

6. Las etiquetas tendrán una forma de un cuadrado apoyado sobre uno de los vértices, de 10 x 10 cm. En los casos que los materiales presenten más de un riesgo importante se utilizarán etiquetas para indicar el riesgo primario y secundario, colocadas una al lado de la otra.
7. El envase contará además con una etiqueta de identificación del residuo y el generador, donde figure el código de cuatro dígitos de Naciones Unidas. Estará escrita en el idioma local con letra legible y de tamaño apropiado.
8. Todas las etiquetas serán resistentes a la intemperie y estarán adosadas al envase en un lugar visible, sobre un color contrastante.
9. Establecer convenio de recolección con una empresa especializada en su manejo y disposición que cuente con autorización de la federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
10. Se contará con un kit antiderrames, en caso de que se presente algún derrame accidental de algún residuo que se considere como peligroso.
11. Se instalará un contenedor con tapa para el acopio temporal de botes de sellador, silicón y pegamento gastados, debidamente señalizado. Una vez que dicho contenedor llegue a 3/4 de su capacidad de acopio, se procederá al retiro de los residuos a través de empresas autorizadas.

### **Estrategias de atención a derrames:**

En el caso particular de residuos líquidos producto de derrames accidentales de hidrocarburos u cualquier otra sustancia líquida peligrosa, se seguirán las siguientes recomendaciones:

1. Identificar el tipo de residuo líquido en cuestión.
2. Identificar la fuente generadora del derrame; y en su caso, proceder a su reparación para contener la fuga y remediar el problema.
3. Determinar el radio de afectación ocurrido por el derrame.

4. Aislar el área del derrame utilizando Loose Fiber, una capa de arena o polvo de piedra, formando una barrera perimetral para contenerlo y evitar que sea dispersado a otras áreas, hasta que la sustancia sea absorbida en su totalidad.
5. Con el uso de herramientas manuales (palas, cucharas, etc.), retirar el Loose Fiber, o cualquier otro material absorbente que se haya utilizado para la contención del derrame.
6. Inmediatamente después de retirar el material absorbente de la zona donde haya ocurrido el derrame, estos deberán ser colocados en recipientes herméticos y completamente cerrados para evitar que el material absorbido se filtre y afecte nuevamente el medio circundante.
7. Como paso final se transportará el recipiente que contenga el material absorbente hasta el sitio de disposición temporal, en el menor tiempo posible de acuerdo con las distancias que se tengan desde la zona del derrame hasta el contenedor temporal. Para agilizar esta acción, y en caso de que el derrame sea de dimensiones considerables, se utilizarán herramientas manuales como carretillas o "diablitos".
8. De manera inmediata cuando se presente la generación de algún derrame de residuos peligrosos, se solicitará su retiro de la obra a través de empresas autorizadas.

#### **g.5. Otras estrategias para el manejo de los residuos**

**Objetivo 1:** Llevar un adecuado seguimiento del manejo de los residuos sólidos inorgánicos, urbanos y de manejo especial generados.

#### **Estrategias:**

1. Implementar el uso de una bitácora de control de los residuos generados y de aquellos enviados a reciclaje.

**Objetivo 2:** Evitar la generación de residuos sanitarios al aire libre.

#### **Estrategias:**

1. Contar con sanitarios dentro de las instalaciones de los hoteles NYX y KAAN.

2. Contratar el servicio de limpieza y mantenimiento periódico de los sanitarios instalados en la obra.
3. Instalar señalética relacionada con el uso adecuado de los sanitarios, y las prohibiciones sobre malas prácticas sanitarias como micción o defecación al aire libre.

### **g.6. Estrategias de manejo en caso de desastres naturales**

En materia de desastres naturales el litoral costero del estado de Quintana Roo, por su ubicación geográfica es susceptible de recibir el embate de fenómenos hidrometeorológicos que se presentan de manera natural en el Mar Caribe. La temporada de huracanes en la región inicia el 01 de junio y finaliza el día 30 de noviembre de cada año. Los huracanes o ciclones tropicales son tormentas que generan copiosas lluvias y vientos de gran intensidad, los cuales pueden llegar a causar inundaciones, daños y destrozos de consideración.

Los fenómenos hidrometeorológicos se clasifican en:

- Perturbación tropical. Es el más ligero de los fenómenos meteorológicos y lleva consigo vientos máximos de 25 kilómetros por hora con lluvias.
- Depresión tropical. Lluvias con vientos de 35 a 64 kilómetros por hora.
- Tormenta tropical. Lluvias con vientos de 65 a 118 kilómetros por hora.
- Huracán. Son originados por vientos que se desplazan a velocidades altas que van desde los 119 kilómetros por hora o más, lo que ocasiona que el nivel del mar se incremente originando olas gigantes que se desplazan tierra adentro arrastrando todo lo que a su paso encuentran.

El centro del huracán u ojo del huracán tiene un diámetro entre 100 y 500 kilómetros. Con vientos que soplan en sentido opuesto a las manecillas del reloj. Existe un período de calma y silencio al paso del Huracán, pero una vez finalizado tal, los vientos comenzarán a soplar con más fuerza y en sentido opuesto. Los huracanes desde que inician como tormenta tropical adquieren un nombre que es proporcionado en orden alfabético a partir de una lista preestablecida por el Centro Nacional de Huracanes en Miami, Estados Unidos.

Los huracanes se clasifican según la escala Saffir Simpson en:

- Categoría 1: Vientos de 119 a 152 Km/h, con olas de 1 a 1.5 metros arriba de lo normal.
- Categoría 2: Vientos de 154 a 177 Km/h, con olas de 1.5 a 2.5 metros arriba de lo normal.
- Categoría 3: Vientos de 178 a 209 Km/h, con olas de 2.5 a 3.5 metros arriba de lo normal.
- Categoría 4: Vientos de 210 a 249 Km/h, con olas de 5.5 metros arriba de lo normal.
- Categoría 5: Vientos de más 250 km/h, con olas de 12 m arriba de lo normal.

Al aproximarse un huracán a costas quintanarroenses, la Autoridad de Protección Civil emitirá los boletines correspondientes. Ha sido definido a nivel nacional un "código de colores" (alertas) para identificar el nivel de atención requerido, SIAT (Sistema de alerta temprana).

La fuente de información oficial es únicamente la Dirección Municipal de Protección Civil, que emitirá boletines periódicamente en el transcurso de las reuniones del Comité Operativo en Caso de Huracán. En estos boletines se indicará el color del semáforo de alerta vigente según la tabla de acercamiento.

Los boletines oficiales pueden ser seguidos a través de:

- Enfoque radio – FM 106.7
- Radio Ayuntamiento -105.1
- CANAL 16 de Banda Marina (no transmitir en este canal)
- [www.pcivil.org](http://www.pcivil.org)
- [www.bomberosrivieramaya.org](http://www.bomberosrivieramaya.org)
- [www.proteccioncivil.gob.mx](http://www.proteccioncivil.gob.mx)

Las siguientes estrategias tienen el objetivo de la prevención y atención a contingencias ambientales en materia de residuos. Las acciones están encaminadas a prevenir al máximo la posible generación de residuos sólidos por el impacto de un fenómeno hidrometeorológico, así como evitar la dispersión de los residuos sólidos y peligrosos que pudieran encontrarse acopiados temporalmente dentro del fraccionamiento al momento de la contingencia. También contempla llevar a cabo medidas correctivas en caso de

presentarse generación y dispersión de residuos sólidos y peligrosos por causas del impacto de algún fenómeno hidrometeorológico.

El proyecto cuenta con un ingeniero residente de tal modo que las siguientes estrategias de manejo de residuos en caso de desastre natural estarán a cargo de esta autoridad de obra.

Las actividades relacionadas con este tipo de contingencias se dividen en 3 etapas: Fase Previa a la Temporada de Huracanes, Fase de Emergencia y Fase Posterior a la Contingencia.

#### **g.6.1. Fase previa a la temporada de huracanes**

Esta etapa contempla todas las acciones relacionadas con la fase de preparación previa a cada temporada de huracanes y ante la amenaza de una contingencia.

#### **g.6.2. Fase de preparación**

- 1.** Identificación de sitios que se utilizarán como resguardo y almacenamiento temporal de los residuos sólidos que se pudieran generar durante la contingencia. En función de ser el sitio más resguardado y con mayor capacidad, se sugieren las viviendas con alto grado de avance constructivo, ya techadas y con muros levantados.
- 2.** Inspección detallada del estado que guarda el área de almacenamiento de residuos de obra. De esta inspección se desprenderán las medidas y acciones necesarias para asegurar la funcionalidad de las áreas de almacenamiento.
- 3.** El residente de obra procurará el abastecimiento de los insumos requeridos para la recolección de residuos sólidos y peligrosos que pudieran generarse antes del impacto de un fenómeno hidrometeorológico.

#### **g.6.3. Fase ante la amenaza de contingencia**

El residente de obra:

- 1.** Dará seguimiento puntual a los avisos de la Dirección Municipal de Protección Civil, la cual emitirá boletines periódicamente en el transcurso de las reuniones del Comité

Operativo en Caso de Huracán, informando las condiciones meteorológicas al momento del aviso, y en función de éstas se hará la toma de decisiones.

2. Girará instrucciones al personal correspondiente conforme al desarrollo de la contingencia.
3. Verificará que se cuente con los insumos y materiales requeridos para la recolección de residuos generados por contingencia ambiental.
4. Verificará que se desconecten todos los aparatos eléctricos y el interruptor de energía eléctrica; que se cierren las llaves de agua; que se retiren de la propiedad los residuos de obra que hubieren en el predio; que se recolecten todos aquellos residuos que pudieran convertirse en proyectiles durante el fenómeno; que se retiren y resguarden los contenedores de residuos sólidos; que se retiren los objetos que puedan desprenderse y que deban confinarse y que se sujeten aquellos objetos que no puedan ser confinados para minimizar el riesgo de dispersión.

#### **g.6.4. Fase de emergencia (durante la contingencia):**

Desde los primeros efectos del huracán "hora cero" hasta su finalización se considera como la fase de emergencia. Durante esta fase, el residente de obra aplicará las siguientes medidas de seguridad.

1. El personal que se haya quedado de guardia deberá continuar monitoreando el fenómeno hasta que ya no sea posible por ningún medio e informar continuamente al residente de obra.
2. Conservar la calma y tranquilizar a sus acompañantes y familiares. Una persona alterada puede cometer muchos errores.
3. Escuchar el radio de pilas para obtener información o instrucciones acerca del ciclón tropical.
4. Mantenerse alejado de puertas y ventanas.
5. No prender velas, ni veladoras, usar lámparas de pilas.

6. Si el viento abre una puerta o ventana, no avanzar hacia ella en forma frontal.
7. Vigilar constantemente el nivel del agua cercana a su lugar de resguardo.
8. Preparar alimentos y bebidas en un lugar seguro.
9. No salir del sitio de resguardo hasta que las autoridades indiquen que terminó el peligro. El ojo de un huracán crea una calma que puede durar hasta una hora y después vuelve la fuerza destructora con vientos en sentido contrario.
10. Establecer contacto al término del fenómeno con el residente de obra.

#### **g.6.5. Fase posterior a la contingencia (después del huracán)**

La seguridad de los obreros, la comunicación con el exterior y el reinicio de las actividades, son las principales prioridades en el período inmediatamente posterior al fenómeno, por lo tanto, los siguientes puntos requieren atención inmediata por parte del personal que se mantuvo en el predio:

1. Se realizará una valoración de la cantidad y tipo de residuos dispersos en el predio, y en función de esta se conformarán los equipos de limpieza y saneamiento.
2. Limpiar perfectamente cualquier derrame de sustancias tóxicas, riesgosas o inflamables que haya ocurrido dentro del predio, tratando los residuos como residuos peligrosos y llevándolos al contenedor temporal de residuos peligrosos, anotando en la bitácora el tipo y cantidad de residuo.
3. Desalojar el agua estancada para evitar plagas de mosquitos.
4. El residente de obra documentará (bitácora, fotografías o video) las acciones de recolección, traslado, separación, acopio y disposición de los residuos. Se deberá cuantificar los subproductos reciclados.
5. Una vez que las condiciones lo permitan se repondrá la infraestructura asociada al manejo de residuos que haya resultado dañada durante la contingencia.



## CAPÍTULO 3

### **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**FRACCIÓN III** DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL  
EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE  
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

### 3.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

En relación con este Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC), publicado el 24 de noviembre del 2012 en el Diario Oficial de la Federación, se determina que el sitio del proyecto se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental Regional **138** denominada **Benito Juárez**, como se muestra en el plano de la **página 54**.

Sábado 24 de noviembre de 2012

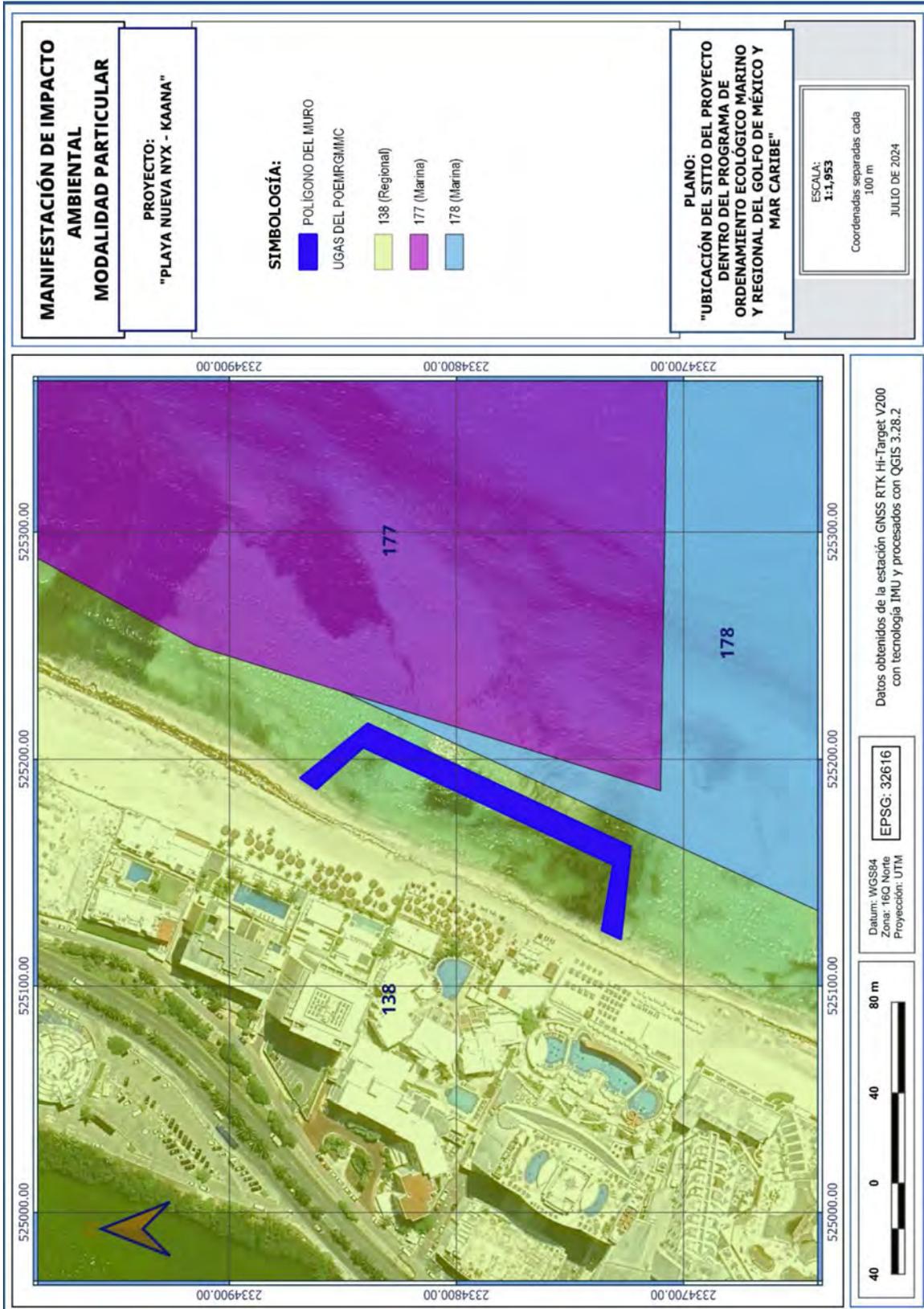
DIARIO OFICIAL

(Segunda Sección)

Unidad de Gestión Ambiental #:138

Tipo de UGA	Regional	Mapa
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:		

En relación con lo anterior, es importante mencionar que el POEMyRGMMyMC sólo da a conocer la parte Regional del Programa sin regularla, por lo que recae en los Estados y Municipios la ordenación de sus territorios de manera regional; por lo tanto, la UGA 138 Benito Juárez, por tratarse de una UGA Regional, sólo se considera de observancia. Esto confirma la pérdida de playa que ha tenido la zona y la ganancia del mar al meterse tierra adentro, puesto que lo que antes era playa ahora es zona marina.



No obstante, a continuación, se presenta una vinculación del proyecto con respecto a las acciones generales de este instrumento normativo de planeación ecológica.

***G001 Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.***

**Análisis:** el agua requerida en la construcción del proyecto será obtenida de las instalaciones del hotel NYX CANCÜN, mientras que en la operación este recurso no será necesario; por lo tanto, no se requiere la explotación de recursos adicionales a los que ya tienen los hoteles adyacentes.

***G002 Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.***

**Análisis:** las condiciones ambientales del sitio del proyecto no permiten establecer servicios ambientales hídricos, pues no se considera como un ecosistema forestal.

***G003 Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.***

**Análisis:** las condiciones ambientales del sitio del proyecto por tratarse de un área marina y por su ubicación, no permiten establecer la creación de UMA.

***G004 Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).***

**Análisis:** el proyecto no promueve actividades extractivas de flora y fauna silvestre, además que en el sitio del proyecto no se identificaron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

***G005 Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, el establecimiento de bancos de germoplasma queda fuera de los alcances planteados.

***G006 Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.***

**Análisis:** el único momento en que se producirán gases de efecto invernadero, es mediante el uso de maquinaria (moto bomba, track Drill y bobcat); sin embargo, debido a su mínima intervención y el corto plazo de ejecución, las emisiones no serán significativas.

***G007 Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.***

**Análisis:** el único momento en que se producirán gases de efecto invernadero, es mediante el uso de maquinaria (moto bomba, track Drill y bobcat); sin embargo, debido a su mínima intervención y el corto plazo de ejecución, las emisiones no serán significativas. Adicionalmente las condiciones ambientales del sitio del proyecto no permiten establecer comercio de Bonos de Carbono, pues no se considera como un ecosistema forestal.

***G008 El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, el uso de organismos genéticamente modificados queda fuera de los alcances planteados.

***G009 Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a infraestructura de comunicación terrestre.

***G010 Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no será desplantado en áreas agropecuarias.

***G011 Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.***

**Análisis:** las medidas de control que serán implementadas se encuentran descritas en el capítulo 6 de este estudio, tales como:

- Implementación de un plan de manejo de residuos (descrito en el capítulo 2).
- Ejecución de un programa de rescate de especies hidrobiológicas.
- Instalación de una malla geotextil perimetral al sitio de desplante.
- Uso de materiales inertes en contacto con el medio marino.
- Instalación de letreros preventivos.
- Supervisión ambiental del proyecto.

***G012 Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a un parque industrial.

***G013 Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no pretende la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.

***G014 Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no será desplantado en los márgenes de los ríos.

***G015 Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no será desplantado en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces.

***G016 Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no será desplantado en las laderas de montañas.

***G017 Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no será desplantado en zonas con pendientes mayores a 50%.

***G018 Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no será desplantado en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces.

***G019 Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no será desplantado en los polígonos regulados por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, Municipio de Benito Juárez (2022).

***G020 Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no será desplantado en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.

***G021 Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no promueve las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.

***G022 Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no promueve el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.

***G023 Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, en el sitio de desplante no se registraron especies que puedan convertirse en plagas.

***G024 Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.***

**Análisis:** las condiciones ambientales del sitio del proyecto no permiten establecer sumideros forestales de carbono, pues no se considera como un ecosistema forestal.

***G025 Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no promueve actividades productivas.

***G026 Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no será desplantado en zonas de montaña.

***G027 Promover el uso de combustibles de no origen fósil.***

**Análisis:** el único momento en que se utilizarán combustibles de origen fósil, es mediante el uso de maquinaria (moto bomba, track Drill y bobcat); sin embargo, debido a su mínima intervención y el corto plazo de ejecución, esto será temporal.

***G028 Promover el uso de energías renovables.***

***G029 Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.***

***G030 Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.***

***G032 Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.***

***G034 Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no requiere el uso de ningún tipo de energía para su operación.

***G031 Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.***

**Análisis:** el único momento en que se utilizarán combustibles de origen fósil, es mediante el uso de maquinaria (moto bomba, track Drill y bobcat); sin embargo, debido a su mínima intervención y el corto plazo de ejecución, esto será temporal.

***G033 Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes la promoción de la investigación y desarrollo en tecnologías limpias, ya que esta actividad queda fuera del alcance del proyecto propuesto, toda vez que no requiere el uso de tecnologías limpias.

***G035 Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a instalaciones domésticas existentes.

***G036 Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a instalaciones industriales existentes.

***G037 Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a la producción de cultivos.

***G038 Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.***

**Análisis:** las condiciones ambientales del sitio del proyecto no permiten establecer sumideros forestales de carbono, pues no se considera como un ecosistema forestal.

***G039 Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.

***G040 Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a una obra de carácter industrial.

***G041 Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes la formulación e instrumentación de Programas de Desarrollo Urbano.

***G042 Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a una obra de carácter industrial.

***G043 LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera.

***G044 Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a la comercialización interna y externa de las especies pesqueras.

***G045 Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.

***G046 Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.

***G047 Impulsar la diversificación de actividades productivas.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a la diversificación de actividades productivas.

***G048 Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.

***G049 Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.

***G050 Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a casas habitación.

***G051 Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.***

**Análisis:** el proyecto propone la ejecución de un plan de manejo de residuos durante la construcción del proyecto con la finalidad de alcanzar un manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.

***G052 Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).***

**Análisis:** el proyecto propone la ejecución de un plan de manejo de residuos durante la construcción del proyecto con la finalidad de alcanzar un manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.

***G053 Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no generará aguas residuales.

***G054 Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no generará aguas residuales.

***G055 La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.***

**Análisis:** las condiciones ambientales del sitio del proyecto no permiten establecer sumideros forestales de carbono, pues no se considera como un ecosistema forestal.

***G056 Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.***

**Análisis:** el proyecto propone la ejecución de un plan de manejo de residuos durante la construcción del proyecto con la finalidad de alcanzar un manejo adecuado de residuos que generará el proyecto.

***G057 Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes promover estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.

***G058 La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.***

**Análisis:** el proyecto propone la ejecución de un plan de manejo de residuos durante la construcción del proyecto con la finalidad de alcanzar un manejo adecuado de residuos que generará el proyecto.

***G059 El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.***

**Análisis:** la vinculación del proyecto con respecto a los instrumentos normativos relacionados con áreas naturales protegidas se analiza en el apartado 3.5 de este capítulo.

***G060 Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.***

**Análisis:** las condiciones ambientales del sitio del proyecto sustentan el hecho de que las obras no serán desplantadas en sitios con vegetación acuática sumergida, conforme a lo descrito en el capítulo 4 de este estudio.

***G061 La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.***

**Análisis:** de acuerdo con la descripción de los materiales que serán utilizados para la construcción de la obra, presentada en el capítulo 2 de este estudio, estos por su naturaleza física y química, no contaminan el medio marino.

***G062 Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.***

**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a una actividad agropecuaria.

***G063 Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.***

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.

***G064 La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.***

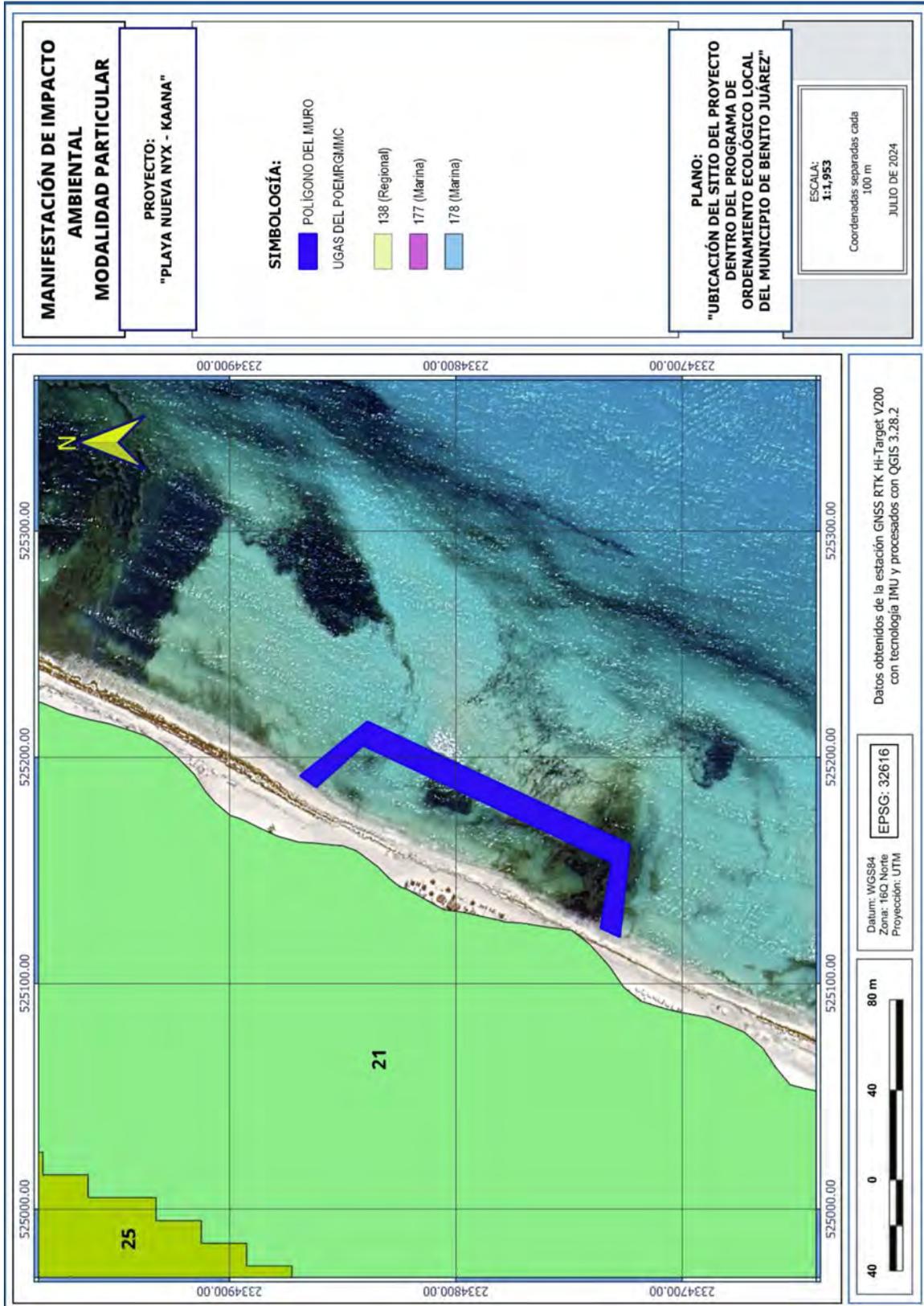
**Análisis:** considerando las características y objetivos del proyecto, este no corresponde a la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas.

***G065 La realización de obras y actividades en Areas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.***

**Análisis:** la vinculación del proyecto con respecto a los instrumentos normativos relacionados con áreas naturales protegidas se analiza en el apartado 3.5 de este capítulo.

### **3.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ**

Conforme a lo establecido en el Decreto Mediante el cual se modifica el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, México (POEL-BJ), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 27 de febrero del 2014; el sitio del proyecto se ubica fuera de los polígonos oficialmente regulados por este instrumento normativo de planeación ecológica (como se observa en el plano de la **página 56**).



### **3.3. PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO**

De acuerdo con el PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN CANCÚN, MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ (2022), publicado en el Periódico Oficial de Estado de Quintana Roo el 5 de marzo de 2021; el sitio del proyecto se ubica fuera de los polígonos oficialmente regulados por este instrumento normativo de planeación ecológica (como se observa en el plano de la **página 69**).

### **3.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

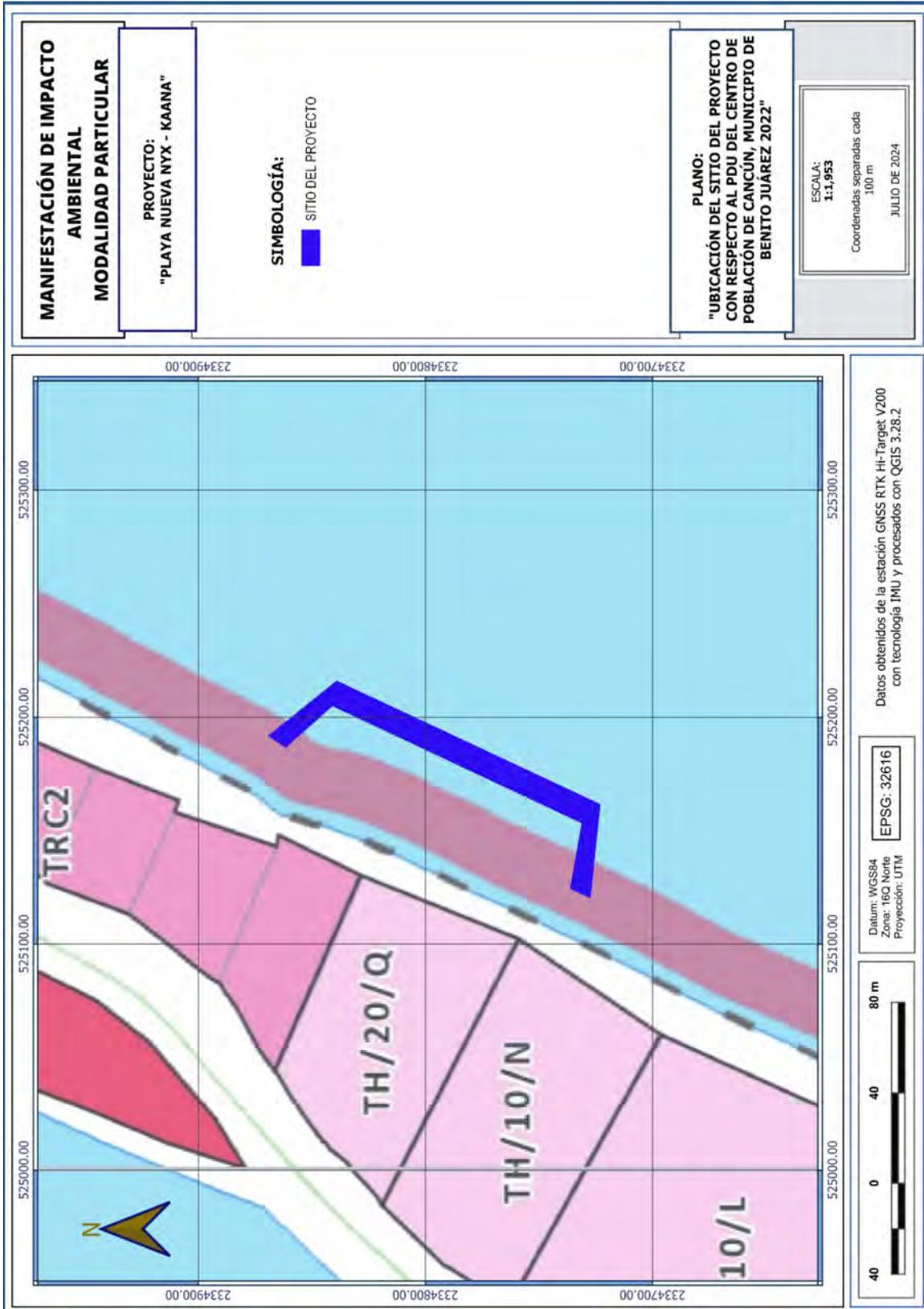
#### **3.4.1. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003**

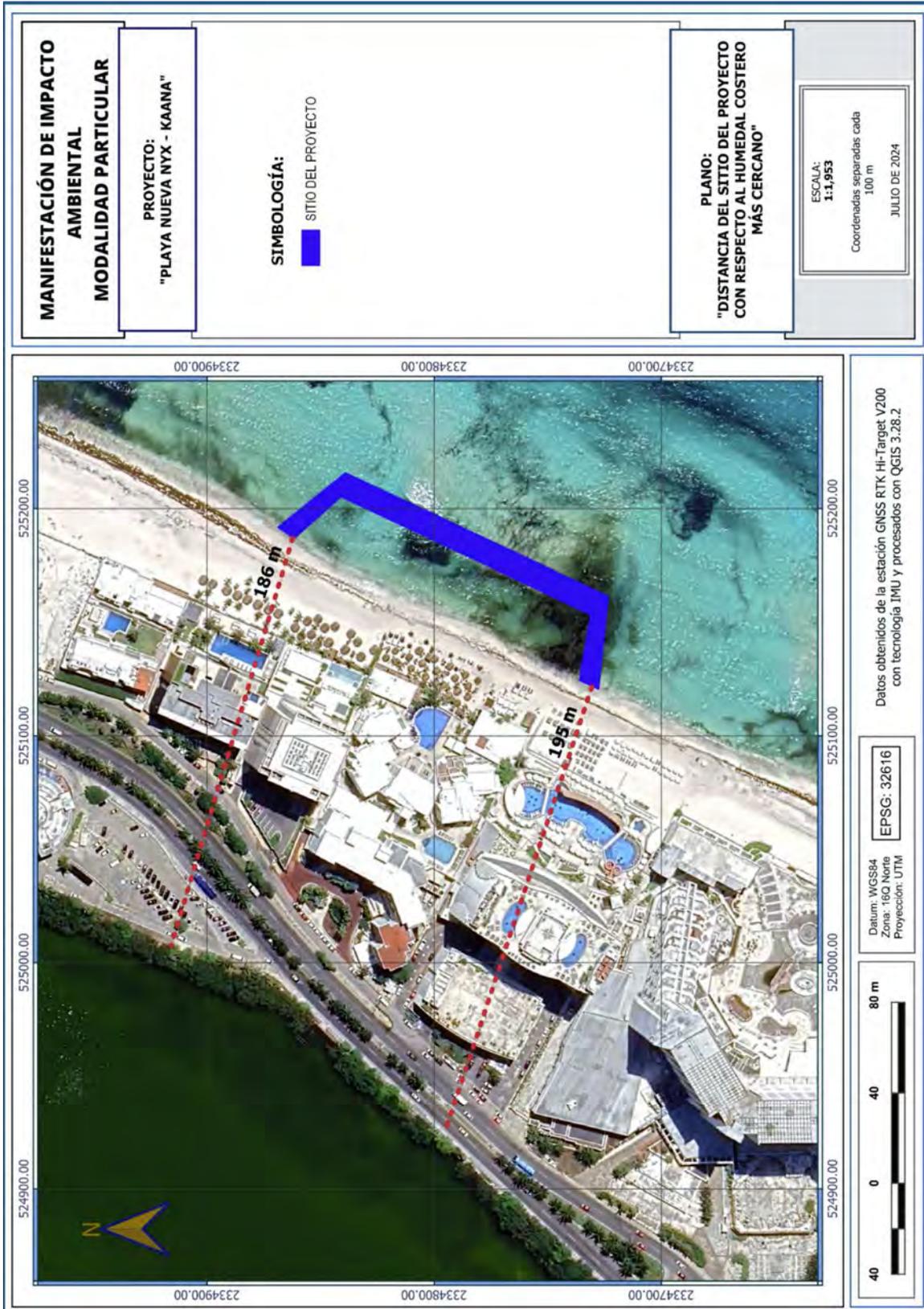
Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar; por lo tanto, no resulta aplicable al proyecto, dado que no se pretende aprovechar o afectar áreas que presenten cobertura vegetal de manglar; además que las obras serán desplantadas a una distancia mayor a 1188 metros con respecto a la zona de manglar más próxima, conforme al plano de la **página 70**.

#### **3.4.2. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y 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.

Es menester mencionar que el proyecto no promueve la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo establecidas por esta norma, por lo tanto, el objetivo y campo de aplicación de esta, no resulta aplicable al proyecto en el sentido amplio de su contexto, máxime si consideramos que en la zona de desplante no se identificaron especies catalogadas en esta Norma.





### 3.4.3. Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012

NORMA Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

#### 1. Objetivo

*Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.*

#### 2. Campo de aplicación

*Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas y morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.*

Cercano al sitio del proyecto, aproximadamente a 5.82 kilómetros, se ubica el campamento tortuguero de "Playa Delfines", como se observa en la **Figura 7**.



Figura 7. Tomado de: Google Earth Pro.

A través de dicho campamento se realizan actividades de monitoreo nocturno y diurno en las playas de anidación de la zona hotelera de Cancún, que abarcan una extensión total de siete kilómetros, en las que existe presencia de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), blanca (*Chelonia mydas*), laúd (*Dermochelys coriacea*) y caguama (*Caretta caretta*).

El área de anidación, que comprende 12 kilómetros de la zona costera de Cancún, incluye 20 corrales previamente instalados, en donde son reubicados y resguardados los huevos.

Si bien durante el desarrollo del proyecto se contempla, dentro de las medidas de protección y conservación, coadyuvar con el personal responsable de los campamentos tortugueros, corrales y monitoreo de las tortugas marinas; sin embargo, el proyecto no tiene la finalidad de realizar actividades de recuperación o manejo de poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, si no su protección y conservación mediante acciones de vigilancia. En sentido de lo anterior, a continuación, se presenta el análisis de las especificaciones contenidas en la NOM-162-SEMARNAT-2012.

## **5. Especificaciones generales**

**5.1** *Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:*

**Análisis:** de acuerdo con el artículo 3, fracción II de la Ley General de Vida Silvestre, el aprovechamiento no extractivo se define como: "*Las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres*".

**5.2** *El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.*

**5.3** *Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.*

**Análisis:** como se describió anteriormente, el sitio del proyecto se ubica específicamente dentro del Polígono 2 “Punta Cancún”, y dentro de este Polígono se ubica en la Subzona de “Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales”. El proyecto no contempla la construcción de accesos a la playa.

**5.4** *En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:*

**5.4.1** *Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.*

**Análisis:** el proyecto no implica la remoción de vegetación nativa o la introducción de especies exóticas, por lo que esta especificación queda fuera de los alcances del proyecto.

**5.4.2** *Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.*

**Análisis:** el proyecto cumple con esta especificación, toda vez que tiene por objeto promover la recuperación y mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena, al recuperar la playa, toda vez que en la actualidad esta se ha perdido en una gran extensión en la zona de desplante del proyecto.

**5.4.3** *Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.*

**Análisis:** la temporada de anidación en la zona, comprende de mayo a octubre/noviembre de cada año, por lo tanto, el proyecto será desarrollado iniciando el proceso constructivo en el mes de diciembre y concluyéndolo en el mes de febrero, puesto que este se tiene proyectado a 3 meses.

**5.4.4** *Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.*

**Análisis:** el proyecto no contempla obras o instalaciones fijas o móviles en la zona de playa, ni requiere el uso de luz artificial para su operación.

**5.4.5** *Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:*

- a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.*
- b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.*
- c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.*

**Análisis:** el proyecto no contempla obras o instalaciones fijas o móviles en la zona de playa, ni requiere el uso de luz artificial para su operación.

**5.4.6** *Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.*

**Análisis:** acatando lo señalado en esta especificación el proceso constructivo iniciará en el mes de diciembre y concluirá en el mes de febrero, puesto que este se tiene proyectado a 3 meses. Por lo tanto, todo aquello que transite por la playa lo hará fuera de la temporada de anidación que comprende de mayo a noviembre.

## **6. Especificaciones de manejo**

**6.1** *Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.*

**Análisis:** el proyecto queda fuera del alcance de esta especificación, toda vez que no se pretenden realizar actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación.

**6.2** *Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.*

**Análisis:** el proyecto no contempla realizar actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación, toda vez que esta actividad sólo es atribuible a los campamentos tortugueros autorizados en la zona. El proyecto sólo coadyuvará con labores de vigilancia.

**6.3** *Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.*

**Análisis:** el proyecto no contempla realizar actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación, toda vez que esta actividad sólo es atribuible a los campamentos tortugueros autorizados en la zona. El proyecto sólo coadyuvará con labores de vigilancia.

**6.4** *La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas:*  
a) *Natural o in situ*  
b) *Vivero o Corral (por excepción)*

**Análisis:** en esta fase del proyecto que se somete a evaluación, no se contempla realizar actividades de manejo con tortugas marinas mediante trabajos de incubación, toda vez que esta actividad sólo es atribuible a los campamentos tortugueros autorizados en la zona. El proyecto sólo coadyuvará con labores de vigilancia.

**6.5** *En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (in situ), y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.*

**Análisis:** considerando que en esta fase del proyecto que se somete a evaluación, sólo se consideran acciones de vigilancia de la zona de playa, entonces se promueve la incubación de manera natural (*in situ*), en caso de depredación, saqueo, inundación fuera de control; o en caso de riesgo inminente por eventos meteorológicos extraordinarios y

contaminación, se dará aviso al campamento tortuguero correspondiente para que se lleven las acciones de manejo correspondientes. En ninguna circunstancia se tomarán acciones al respecto por parte del personal a cargo del proyecto.

**6.6** *En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:*

**6.6.1** *Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad de perder nidadas, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin.*

**Análisis:** los recorridos que se realizarán en la zona de playa tendrán fines de vigilancia no de monitoreo, toda vez que las actividades de manejo sólo son atribuibles a los campamentos tortugueros autorizados en la zona.

**6.6.2** *En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos.*

**Análisis:** los recorridos en la zona de playa con fines de vigilancia (no de monitoreo) se realizarán a pie, toda vez que las actividades de manejo sólo son atribuibles a los campamentos tortugueros autorizados en la zona.

**6.7** *Incubación natural o in situ*

**6.7.1** *Para la protección de nidos in situ debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para impedir la pérdida de nidadas.*

**Análisis:** el proyecto no contempla realizar actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación, toda vez que esta actividad sólo es atribuible a los campamentos tortugueros autorizados en la zona. El proyecto sólo coadyuvará con labores de vigilancia.

**6.7.2** *En el caso de incubación in situ, se debe valorar la pertinencia de realizar el marcaje de los nidos con estacas o algún otro sistema, asegurando que no se dañarán los huevos y que permitirá el nacimiento de las crías. En el caso de utilizar estacas, éstas deben ubicarse cerca del borde del nido, una vez que la tortuga marina termine el desove y antes de que empiece a tapar el nido.*

**Análisis:** **Análisis:** el proyecto no contempla realizar actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación, toda vez que esta actividad sólo es atribuible a los campamentos tortugueros autorizados en la zona. El proyecto sólo coadyuvará con labores de vigilancia.

**6.7.3** *En playas que presenten problemas por depredadores deben tomarse medidas dirigidas a evitar la pérdida de los huevos y las crías; de conformidad con el Plan de Manejo.*

**Análisis:** se desconoce si la zona de playa presenta problemas por depredadores de tortugas marinas. El proyecto no contempla realizar actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación, toda vez que esta actividad sólo es atribuible a los campamentos tortugueros autorizados en la zona. El proyecto sólo coadyuvará con labores de vigilancia.

**6.7.4** *Para disminuir la depredación de huevos y de crías durante la emergencia hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante.*

**Análisis:** los recorridos que se realizarán en la zona de playa tendrán fines de vigilancia no de monitoreo. El proyecto no contempla realizar actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación, toda vez que esta actividad sólo es atribuible a los campamentos tortugueros autorizados en la zona.

**6.7.5** *Debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar. Podrá haber intervención humana para ahuyentar a los depredadores.*

**Análisis:** los recorridos en la zona de playa se realizarán con fines de vigilancia. El proyecto no contempla realizar actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación,

toda vez que esta actividad sólo es atribuible a los campamentos tortugueros autorizados en la zona. El proyecto sólo coadyuvará con labores de vigilancia.

**6.7.6** *En la medida de lo posible, una vez transcurrido el tiempo estimado para que hayan emergido todas las crías, debe sacarse todo el contenido de los nidos y de darse el caso, rescatar las crías rezagadas.*

**Análisis:** el proyecto sólo contempla recorridos en la zona de playa con fines de vigilancia, así como su limpieza para mantenerla libre de sargazo y basura. El manejo de nidos o crías correrá por cuenta del campamento tortuguero que cuente con los permisos necesarios.

**6.8** *Incubación en vivero o corral (por excepción).*

**Análisis:** las actividades de manejo de tortugas marinas en vivero o corral quedan fuera del alcance del proyecto, ya que este sólo contempla recorridos en la zona de playa con fines de vigilancia, así como su limpieza para mantenerla libre de sargazo y basura.

**6.9** *Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.*

**Análisis:** las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación quedan fuera del alcance del proyecto, ya que este sólo contempla recorridos en la zona de playa con fines de vigilancia, así como su limpieza para mantenerla libre de sargazo y basura.

### **7.** *Actividades de investigación*

*Para la realización de actividades de investigación sobre tortugas marinas y su hábitat, debe observarse el procedimiento establecido para tal efecto en la Ley General de Vida Silvestre, su Reglamento y la "Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional".*

**Análisis:** las actividades de investigación de tortugas marinas en su hábitat de anidación quedan fuera del alcance del proyecto, ya que este sólo contempla recorridos en la zona de playa con fines de vigilancia, así como su limpieza para mantenerla libre de sargazo y basura.

### 3.5. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

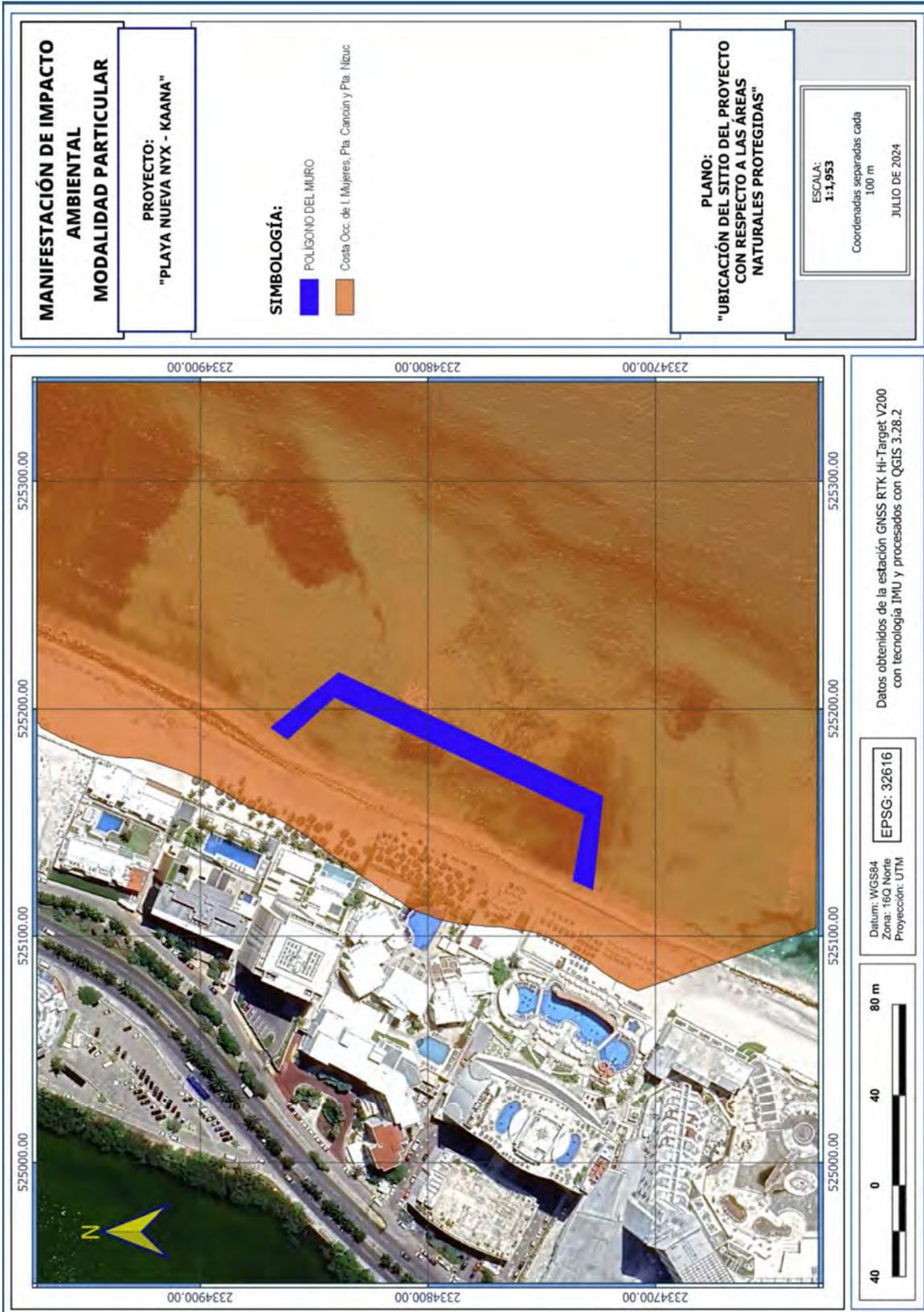
#### 3.5.1. Área Natural Protegida Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc

Conforme al plano de la **página 80**, se determina que el sitio del proyecto se ubica dentro del Área Natural Protegida conocida como Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc en su carácter de Parque Marino Nacional, cuyo decreto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1996.

Específicamente se ubica dentro del Polígono 2 "Punta Cancún", y dentro de este Polígono se ubica en la Subzona de "Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales". Esta subzona abarca tres subpolígonos y corresponde a la porción complementaria de cada uno de los tres polígonos que conforman al Parque Nacional. Esta subzona se caracteriza por abarcar, principalmente, áreas de la laguna arrecifal de cada polígono con diferentes tipos de substrato como arenales; pastos marinos formados por complejos de algas verdes y algas rojas; o laja calcárea, pero carece de relieve constituido por desarrollo arrecifal coralino, donde es posible realizar actividades recreativas. En esta subzona existe presencia de peces con grupos como los hemúlidos y pargos.

Por las características anteriormente descritas, que dispone que las subzonas de Uso Público son aquellas superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas; y en donde se podrá llevar a cabo exclusivamente la construcción de instalaciones para el desarrollo de servicios de apoyo al turismo, a la investigación y monitoreo del ambiente, y la educación ambiental, congruentes con los propósitos de protección y manejo de cada área natural protegida, y en correlación con lo previsto por los Artículos Tercero, Cuarto, Quinto y Sexto del Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, ubicada frente a las costas de los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, estado de Quintana Roo, con una superficie total de ocho mil 673-06-00 hectáreas, es que se determinan como actividades permitidas y no permitidas en la Subzona de Uso Público 1 Pastos marinos y Arenales, las siguientes:

Continúa en la **página 81**.



Subzona de Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales	
Actividades permitidas	Actividades no permitidas
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Actividades turístico-recreativas:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Buceo autónomo</li> <li>b) Buceo libre</li> <li>c) Buceo semiautónomo<sup>1</sup></li> <li>d) Buceo tipo snuba<sup>2</sup></li> <li>e) Recorridos de embarcaciones motorizadas</li> <li>f) Recorridos de vehículos sumergibles</li> <li>g) Remolque recreativo</li> <li>h) Recorridos en manglares y arrecifes<sup>2</sup></li> <li>i) <i>Paddle board</i><sup>3</sup></li> </ol> </li> <li>2. Colecta científica de ejemplares de vida silvestre</li> <li>3. Colecta científica de recursos biológicos forestales</li> <li>4. Construir muelles, embarcaderos o infraestructura portuaria o de otra índole siempre que no afecte las formaciones arrecifales</li> <li>5. Instalación de arrecifes artificiales</li> <li>6. Instalación de artefactos navales<sup>4</sup></li> <li>7. Investigación científica y monitoreo ambiental</li> <li>8. Filmaciones, actividades de fotografía<sup>5</sup></li> <li>9. Natación</li> <li>10. Navegación de embarcaciones con un calado menor de dos metros</li> <li>11. Recuperación de canales de navegación</li> <li>12. Recuperación de playas</li> <li>13. Turismo de bajo impacto ambiental</li> <li>14. Usar bronceadores o bloqueadores solares, exclusivamente biodegradables</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alimentar, perseguir o acosar de cualquier forma a los organismos marinos</li> <li>2. Amarrarse a los rosarios de boyas de señalización</li> <li>3. Anclar embarcaciones, plataformas o infraestructura de cualquier otra índole, que afecte las formaciones coralinas</li> <li>4. Dañar o apropiarse de cualquier sistema de boyeo, balizamiento y señalamiento;</li> <li>5. El achicamiento de sentinas</li> <li>6. El tránsito de embarcaciones con un calado mayor de dos metros, salvo en los canales de navegación</li> <li>7. Extraer flora y fauna, viva o muerta, así como sus partes o derivados, salvo para la investigación científica y monitoreo ambiental y colecta científica</li> <li>8. Introducción de especies exóticas, incluyendo las invasoras</li> <li>9. Utilizar <i>jet pack</i><sup>6</sup></li> <li>10. Utilizar <i>kitesurf</i><sup>7</sup></li> <li>11. Navegar con cualquier embarcación, dentro de las áreas señaladas para la natación, el buceo libre, el buceo autónomo, sobre las formaciones coralinas y/o dentro de los rosarios de boyas</li> <li>12. Pararse, asirse o tocar los arrecifes, así como arrastrar equipo sobre las formaciones coralinas</li> <li>13. Pesca comercial y deportivo-recreativa, incluyendo la subacuática</li> <li>14. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen la formación de aguas fangosas o limosas</li> <li>15. Realizar cualquier actividad de limpieza de las embarcaciones; así como de reparación, mantenimiento y abastecimiento de combustible, o de cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico</li> <li>16. Recorridos de motos acuáticas o waverunners</li> </ol>

Subzona de Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales	
Actividades permitidas	Actividades no permitidas
	17. Remoción de pastos marinos 18. Tirar o abandonar residuos en las playas adyacentes 19. Usar bronceadores o bloqueadores solares que no sean biodegradables 20. Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas 21. Verter o descargar aguas residuales, aceites, grasas, combustibles, así como desechos sólidos, líquidos o cualquier otro tipo de sustancia que pudiera poner en riesgo a la flora y fauna

<sup>1</sup> Exclusivamente en zona de arenales y asociado a estructuras artificiales.

<sup>2</sup> Exclusivamente en Punta Nizuc.

<sup>3</sup> Exclusivamente en las zonas y distancia que permita la SCT a través de la Capitanía de Puerto.

<sup>4</sup> Exclusivamente para el manejo del ANP.

<sup>5</sup> Con supervisión del personal del Parque Nacional, para evitar daños a las formaciones coralinas durante la realización de dichas actividades.

<sup>6</sup> Utilización de diversos aparatos usualmente colocados en la espalda que usan motores de propulsión a chorro y exclusivamente en las zonas y distancia que permita la SCT a través de la Capitanía de Puerto.

<sup>7</sup> Actividad que consiste en el uso de una cometa de tracción (*kite*, del inglés), que estira al deportista (*kiter*) por cuatro o cinco cuerdas, dos fijas a la barra, y las dos o tres restantes pasan por el centro de la barra y se sujetan al cuerpo de la persona mediante un arnés, permitiendo deslizarse sobre el agua mediante una tabla o un esquí del tipo *wakeboard* diseñado para tal efecto.

Visto la anterior, y de acuerdo con el numeral 12 de las " actividades permitidas", se determina que la "Recuperación de playas", como es el caso del objeto y alcance del proyecto propuesto, se considera que la obra que se pretende realizar es compatible con las actividades permitidas en la "Subzona de Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales".

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con respecto al decreto del Área Natural Protegida y el Programa de Manejo correspondiente.

**a) DECRETO POR EL QUE SE DECLARA ÁREA NATURAL PROTEGIDA, CON EL CARÁCTER DE PARQUE MARINO NACIONAL, LA ZONA CONOCIDA COMO COSTA OCCIDENTAL DE ISLA MUJERES, PUNTA CANCÚN Y PUNTA NIZUC, UBICADA FRENTE A LAS COSTAS DE LOS MUNICIPIOS DE ISLA MUJERES Y BENITO JUÁREZ, ESTADO DE QUINTANA ROO, CON UNA SUPERFICIE TOTAL DE 8,673-06-00 HECTÁREAS.**

**ARTÍCULO PRIMERO.-** *Se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como "Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc", ubicada frente a las costas de los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 8,673-06-00 ha. (OCHO MIL SEISCIENTAS SETENTA Y TRES HECTÁREAS, SEIS ÁREAS, CERO CENTIÁREAS), integrada por tres polígonos, identificados como Costa Occidental de Isla Mujeres, con una superficie de 2,795-48-25 has., Punta Cancún, con una superficie de 3,301-28-75 ha. y Punta Nizuc, con una superficie de 2,576-29-00 ha.; cuya descripción limítrofe analítico-topohidrográfica con base en la carta S.M. 922 de la Secretaría de Marina, es la siguiente...*

### **POLÍGONO 2 PUNTA CANCÚN**

*El polígono se inicia en el vértice 1 de coordenadas 21° 08' 13" Lat N; 86° 45' 14" Long W partiendo de este punto con un RAC de NORTE FRANCO y una distancia de 4,635.00 m. se llega al vértice 2 de coordenadas 21° 10' 44" Lat N; 86° 45' 14" Long W partiendo de este punto con un RAC de ESTE FRANCO y una distancia de 4,590.00 m. se llega al vértice 3 de coordenadas 21° 10' 44" Lat N; 86° 42' 35" Long W partiendo de este punto con un RAC de SUR FRANCO y una distancia de 7,424.00 m. se llega al vértice 4 de coordenadas 21° 06' 42" Lat N; 86° 42' 35" Long W partiendo de este punto con un RAC de OESTE FRANCO y una distancia de 5,056.00 m. se llega al vértice 5 de coordenadas 21° 06' 43" Lat N; 86° 45' 30" Long W partiendo de este punto con un rumbo general NOROESTE por el límite exterior de la Zona Federal Marítimo Terrestre, se continúa hasta llegar a la Punta Cancún en donde con rumbo general OESTE por el límite exterior de la Zona Federal Marítimo Terrestre, se continúa hasta llegar al vértice 1 en donde se cierra el polígono con una superficie de 3,301-28-75 ha...*

**Análisis:** como se describió anteriormente, el sitio del proyecto se ubica específicamente dentro del Polígono 2 "Punta Cancún", y dentro de este Polígono se ubica en la Subzona de "Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales".

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** *De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la administración, organización y manejo del área natural protegida con el carácter de Parque Marino Nacional a que se refiere este Decreto, queda a cargo de las Secretarías de Marina y de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, las que formularán el Programa de Manejo del área, invitando a participar en su elaboración y ejecución a las dependencias de la Administración Pública Federal competentes, al Gobierno del Estado de Quintana Roo, a los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, a instituciones de educación superior y de investigación, a los agentes productivos, así como a grupos ambientalistas y otros interesados, celebrando para ello los acuerdos de colaboración, acuerdos de coordinación y convenios de concertación que resulten procedentes.*

**ARTÍCULO TERCERO.-** *El Programa de Manejo del área natural protegida contendrá, por lo menos lo siguiente...*

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, el cumplimiento de estos artículos.

**ARTÍCULO CUARTO.-** *En el Parque Marino Nacional "Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc" sólo se permitirán actividades relacionadas con la preservación de los ecosistemas acuáticos y sus elementos, la investigación, recreación, educación ecológica y el aprovechamiento de recursos pesqueros, aprobadas por las autoridades competentes en términos de ley, en las áreas, temporadas y modalidades que determinen conforme a sus atribuciones las Secretarías de Marina y de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. El incremento del esfuerzo pesquero en el área materia del presente Decreto se sujetará a las regulaciones que se establezcan en el programa de manejo que se expida al efecto.*

**Análisis:** el proyecto se apega a las actividades permitidas para la "Subzona de Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales", conforme a su Plan de Manejo, con sustento en lo señalado en el Artículo Tercero.

***ARTÍCULO QUINTO.- Todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del Parque Marino Nacional o la Zona Federal Marítimo Terrestre aledaña, deberá estar en congruencia con los lineamientos que le establezca el Programa de Manejo y deberá contar además, previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.***

**Análisis:** el proyecto se apega a las actividades permitidas para la “Subzona de Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales”, conforme a su Plan de Manejo, con sustento en lo señalado en el Artículo Tercero. Con esta Manifestación de Impacto Ambiental se busca, previamente a su ejecución, contar con la autorización de impacto ambiental correspondiente.

***ARTÍCULO SEXTO.- Dentro del Parque Marino Nacional queda prohibido verter o descargar contaminantes, desechos o cualquier otro tipo de material; usar explosivos; tirar o abandonar desperdicios en las playas adyacentes; realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos, o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas cerca del área protegida; anclar embarcaciones, plataformas o infraestructura de cualquier otra índole, que afecte las formaciones coralinas, así como la introducción de especies vivas ajenas a la flora y fauna ahí existentes. Asimismo, queda prohibida la extracción de coral y de elementos biogénicos.***

**Análisis:** el proyecto propone la ejecución de un plan de manejo de residuos durante la construcción del proyecto con la finalidad de alcanzar un manejo adecuado de residuos que generará el proyecto. Para el desarrollo del proyecto no se requiere el uso de explosivos, realizar actividades de dragado o actividades que generen la suspensión de sedimentos, o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas. No se contempla anclar embarcaciones, plataformas o infraestructura de cualquier otra índole, que afecte las formaciones coralinas, pues este tipo de ecosistema es inexistente. Finalmente, no se pretende la introducción de especies o la extracción de coral y de elementos biogénicos.

**ARTÍCULO SÉPTIMO.-** *La inspección y vigilancia del Parque Marino Nacional "Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc", quedan a cargo de las Secretarías de Marina, de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y de Comunicaciones y Transportes en el ámbito de sus respectivas competencias. Las infracciones que se cometan se sancionarán conforme a lo señalado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley de Pesca, Ley de Aguas Nacionales, Ley de Navegación, Ley Federal del Mar y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

**Análisis:** corresponde a las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, el cumplimiento de estos artículos.

## **b) PROGRAMA DE MANEJO PARQUE NACIONAL COSTA OCCIDENTAL DE ISLA MUJERES, PUNTA CANCÚN Y PUNTA NIZUC**

### **Capítulo I**

#### **Disposiciones generales**

**Regla 1.** *Las presentes reglas son de observancia general y obligatorias para todas aquellas personas físicas o morales que realicen actividades dentro del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, ubicado frente a las costas de Protegidas los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, estado de Quintana Roo.*

**Análisis:** se tiene conocimiento del objeto y alcance de esta Regla.

**Regla 2.** *La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en coordinación con la Secretaría de Marina, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal de conformidad con el decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.*

**Análisis:** corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la aplicación de las presentes reglas, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

**Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes reglas, se entenderá por:**

***I. Actividades turístico-recreativas. Aquellas consistentes en la observación del paisaje y de la flora y fauna en su hábitat natural, mediante la realización de recorridos o visitas guiadas, con el fin de apreciar sus atractivos naturales...***

**Análisis:** dada la naturaleza del proyecto, este no corresponde a actividades turístico-recreativas, conforme a la Regla 3.

**Regla 4. El horario para realizar actividades turístico-recreativas en el Parque Nacional será de las 8:00 a las 17:00 horas durante el horario de invierno, y de las 7:00 a las 17:00 horas durante el horario de verano. En el caso del buceo autónomo nocturno deberá realizarse solo en las zonas con hábitats artificiales hasta las 22:00 horas.**

**Análisis:** dada la naturaleza del proyecto, este no corresponde a actividades turístico-recreativas, conforme a la Regla 4.

**Regla 5. Cualquier persona que para el desarrollo de sus actividades dentro del Parque Nacional, requiera de autorización, permiso o concesión, está obligada a portarla y presentarla cuantas veces le sea requerida por las autoridades competentes, con fines de inspección, supervisión y vigilancia.**

**Análisis:** la presente manifestación de impacto ambiental, se desarrolla con el objetivo de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo del proyecto.

**Regla 6. Todas las y los usuarios y visitantes deberán recoger y llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y depositarla fuera del Parque Nacional, en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades competentes.**

**Análisis:** el proyecto propone la ejecución de un plan de manejo de residuos durante la construcción del proyecto con la finalidad de alcanzar un manejo adecuado de residuos que generará el proyecto.

**Regla 7.** *Las y los usuarios y visitantes del Parque Nacional deberán cumplir además de lo previsto en las Reglas administrativas correspondientes, con las siguientes obligaciones:*

- I. Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos;***
- II. Hacer uso exclusivamente de las rutas y senderos establecidos para recorrer el Parque Nacional;***
- III. Respetar la señalización, boyas o balizas y las subzonas del Parque Nacional;***
- IV. Atender las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección del Parque relativas a la protección de los ecosistemas marinos;***
- V. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP, la PROFEPA y demás autoridades competentes realicen labores de inspección, vigilancia, protección y control, así como en situaciones de emergencia o contingencia, y***
- VI. Hacer del conocimiento del personal de la Dirección del Parque o de la PROFEPA las irregularidades que hubieran observado durante su estancia en el área.***

**Análisis:** se acatará lo establecido en esta Regla, en el caso de los trabajadores que serán contratados para la construcción de las obras.

**Regla 8.** *La Dirección del Parque podrá solicitar a las y los visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se indica, con la finalidad de brindarles información o hacer recomendaciones en materia de residuos y protección de los elementos naturales existentes en el Parque Nacional:*

- a) Descripción de las actividades a realizar;***
- b) Tiempo de estancia;***
- c) Lugares a visitar, y***
- d) Origen del visitante.***

**Análisis:** se tiene conocimiento del objeto y alcance de esta Regla.

## **Capítulo II**

### **De las autorizaciones, concesiones y avisos**

**Regla 9.** *Se requerirá de autorización de la SEMARNAT por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades:*

- I.** *Actividades turístico-recreativas dentro de áreas naturales protegidas en todas sus modalidades, y*
- II.** *Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales en áreas naturales protegidas.*

**Análisis:** dada la naturaleza del proyecto, este no corresponde a actividades turístico-recreativas, filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales, conforme a la Regla 9.

**Regla 10.** *La vigencia de las autorizaciones señaladas en el párrafo anterior será:*

- I.** *Hasta por dos años, para la realización de actividades turístico recreativas dentro del Parque Nacional, o de conformidad con lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas.*
- II.** *Por el periodo que dure el trabajo, para filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines comerciales que requiera más de un técnico especializado.*

**Análisis:** corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la aplicación de la presente regla.

**Regla 11.** *El periodo de recepción de solicitudes para la realización de actividades turísticas recreativas dentro de áreas naturales protegidas, en todas sus modalidades, comprenderá de los meses de abril a septiembre de cada año o de conformidad con lo establecido en el Reglamento de la Ley General del*

## ***Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas.***

**Análisis:** corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la aplicación de la presente regla.

***Regla 12. Las autorizaciones emitidas por la SEMARNAT, por conducto de la CONANP para la realización de actividades turístico-recreativas dentro del Parque Nacional, podrán ser prorrogadas por el mismo periodo por el que fueron otorgadas, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables.***

**Análisis:** corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la aplicación de la presente regla.

***Regla 13. Para realizar las siguientes actividades se deberá presentar previamente un aviso acompañado con el proyecto correspondiente, a la Dirección del Parque Nacional:***

- I. Investigación sin colecta o manipulación de ejemplares de especies no consideradas en riesgo;***
- II. Educación ambiental que no implique ninguna actividad extractiva dentro del área natural protegida;***
- III. Monitoreo sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo;***
- IV. Filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonido por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que no requieran de equipos compuestos por más de un técnico especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal, y***
- V. Actividades de investigación con colecta o manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre. Independientemente del aviso a que se refiere esta fracción, el interesado deberá contar con la autorización correspondiente en términos de la LGVS y su Reglamento.***

**Análisis:** previo al inicio del proyecto, se avisará a la Dirección del Parque Nacional acompañado con el proyecto correspondiente.

**Regla 14.** *Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT, a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables:*

- I.** *Colecta de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, en todas sus modalidades;*
- II.** *Colecta de recursos biológicos forestales, con fines científicos, y*
- III.** *Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, que requieren de una evaluación de impacto ambiental.*

**Regla 15.** *Para la obtención de las autorizaciones a que se refiere este capítulo, el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales aplicables.*

**Análisis:** la presente manifestación de impacto ambiental acompaña a la solicitud de autorización de impacto ambiental para la construcción y operación del proyecto.

### **Capítulo III**

#### **De los prestadores de servicios turísticos**

#### **Reglas de la 16 a la 23**

**Análisis:** las reglas correspondientes y aplicables a prestadores de servicios turísticos, quedan fuera del alcance del proyecto, toda vez que este no pretende realizar actividades turísticas o recreativas.

### **Capítulo IV**

#### **De la investigación científica**

#### **Reglas de la 24 a la 29**

**Análisis:** las reglas correspondientes y aplicables a la investigación científica, quedan fuera del alcance del proyecto, toda vez que este no pretende realizar actividades relacionadas con la investigación científica.

## **Capítulo V**

### **De las embarcaciones**

#### **Reglas de la 30 a la 43**

**Análisis:** las reglas correspondientes y aplicables al uso de embarcaciones, quedan fuera del alcance del proyecto, toda vez que este no pretende el uso de dichos vehículos ni actividades acuáticas.

## **Capítulo VI**

### **De los usos y actividades**

#### **Regla 44. Durante las actividades de buceo libre se deberá observar lo siguiente...**

**Análisis:** el proyecto queda fuera del alcance se esta regla, toda vez que no pretende realizar actividades de buceo libre.

**Regla 45. Las embarcaciones que vayan a la deriva siguiendo a un grupo de buceo libre, deberán respetar una distancia mínima de 40 metros entre embarcación y embarcación.**

**Regla 46. Durante las actividades de buceo autónomo...**

**Regla 47. Durante la práctica de buceo autónomo solo se podrán realizar actividades turísticas recreativas con fines de observación de la flora y fauna marina...**

**Regla 48. En caso de que se utilice línea de descenso durante la práctica de buceo autónomo...**

**Regla 49. Las y los prestadores de servicios de buceo autónomo deben proporcionar a los usuarios el equipo de seguridad necesario...**

**Regla 50. Las actividades de recorrido en manglares y arrecifes, se deben realizar de la siguiente manera...**

**Análisis:** el proyecto queda fuera del alcance de estas reglas, toda vez que no pretende realizar actividades de buceo autónomo ni el uso de embarcaciones. Tampoco pretende llevar a cabo obras o actividades en manglares o arrecifes.

**Regla 51.** *Toda persona que realice actividades dentro del Parque Nacional no podrá extraer parte del acervo cultural e histórico de la misma, así como ejemplares o sus partes y derivados de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales, salvo que cuenten con la autorización por parte de las autoridades correspondientes.*

**Análisis:** el proyecto queda fuera del alcance de esta regla, toda vez que no pretende extraer parte del acervo cultural e histórico de la misma, ni de ejemplares o sus partes y derivados de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales.

## **Capítulo VII**

### **De la subzonificación**

**Regla 52.** *Con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad existente en el Parque Nacional, así como delimitar territorialmente la realización de actividades dentro del mismo, se establecen las siguientes subzonas...*

**III. Subzona de Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales, con una superficie de seis mil 031.2597 hectáreas y comprendida por tres subpolígonos...**

**Análisis:** como se describió anteriormente, el sitio del proyecto se ubica específicamente dentro del Polígono 2 "Punta Cancún", y dentro de este Polígono se ubica en la Subzona de "Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales".

**Regla 53.** *En el desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas mencionadas en la Regla anterior, se estará a lo previsto en el apartado denominado Políticas de Manejo y Subzonas, del presente Programa de Manejo.*

**Análisis:** de acuerdo con el numeral 12 de las " actividades permitidas", se determina que la "Recuperación de playas", como es el caso del objeto y alcance del proyecto propuesto, se considera que la obra que se pretende realizar es compatible con las actividades permitidas en la "Subzona de Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales".

## **Capítulo VIII**

### **De las prohibiciones**

**Regla 54. De conformidad con lo señalado en el decreto federal de establecimiento del Parque Nacional, queda prohibido:**

- I. Verter o descargar contaminantes, desechos o cualquier otro tipo de material;**
- II. Usar explosivos;**
- III. Tirar o abandonar desperdicios en las playas adyacentes;**
- IV. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos, o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas cerca del área protegida;**
- V. Anclar embarcaciones, plataformas o infraestructura de cualquier otra índole, que afecte las formaciones coralinas;**
- VI. Introducción de especies vivas ajenas a la flora y fauna ahí existentes, y**
- VII. Extracción de coral y de elementos biogénicos.**

**Análisis:** de acuerdo con el numeral 12 de las “ actividades permitidas”, se determina que la “Recuperación de playas”, como es el caso del objeto y alcance del proyecto propuesto, se considera que la obra que se pretende realizar es compatible con las actividades permitidas en la “Subzona de Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales”.

**Regla 55. En términos de la LGVS dentro del Parque Nacional se prohíbe la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar.**

**Análisis:** el proyecto queda fuera del alcance de esta regla, toda vez que no pretende extraer parte del acervo cultural e histórico de la misma, ni de ejemplares o sus partes y derivados de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales.

**Regla 56. Dentro del Parque Nacional se prohíben todas las actividades con organismos genéticamente modificados, salvo para el supuesto previsto en el artículo 89 de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.**

**Análisis:** el proyecto queda fuera del alcance de esta regla, toda vez que no pretende actividades con organismos genéticamente modificados.



## CAPÍTULO 4

### **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

**FRACCIÓN IV** DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

#### 4.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Considerando las dimensiones del proyecto y dado que se trata de obras de bajo impacto y escasa interacción con el medio biótico; se optó por definir el área de influencia del proyecto o sistema ambiental, estableciendo un perímetro de 12840.69 m, lo que nos arroja un área total de influencia equivalente a 1203891.19 m<sup>2</sup> (120.389 hectáreas), como se observa en el plano de la **página 97**.

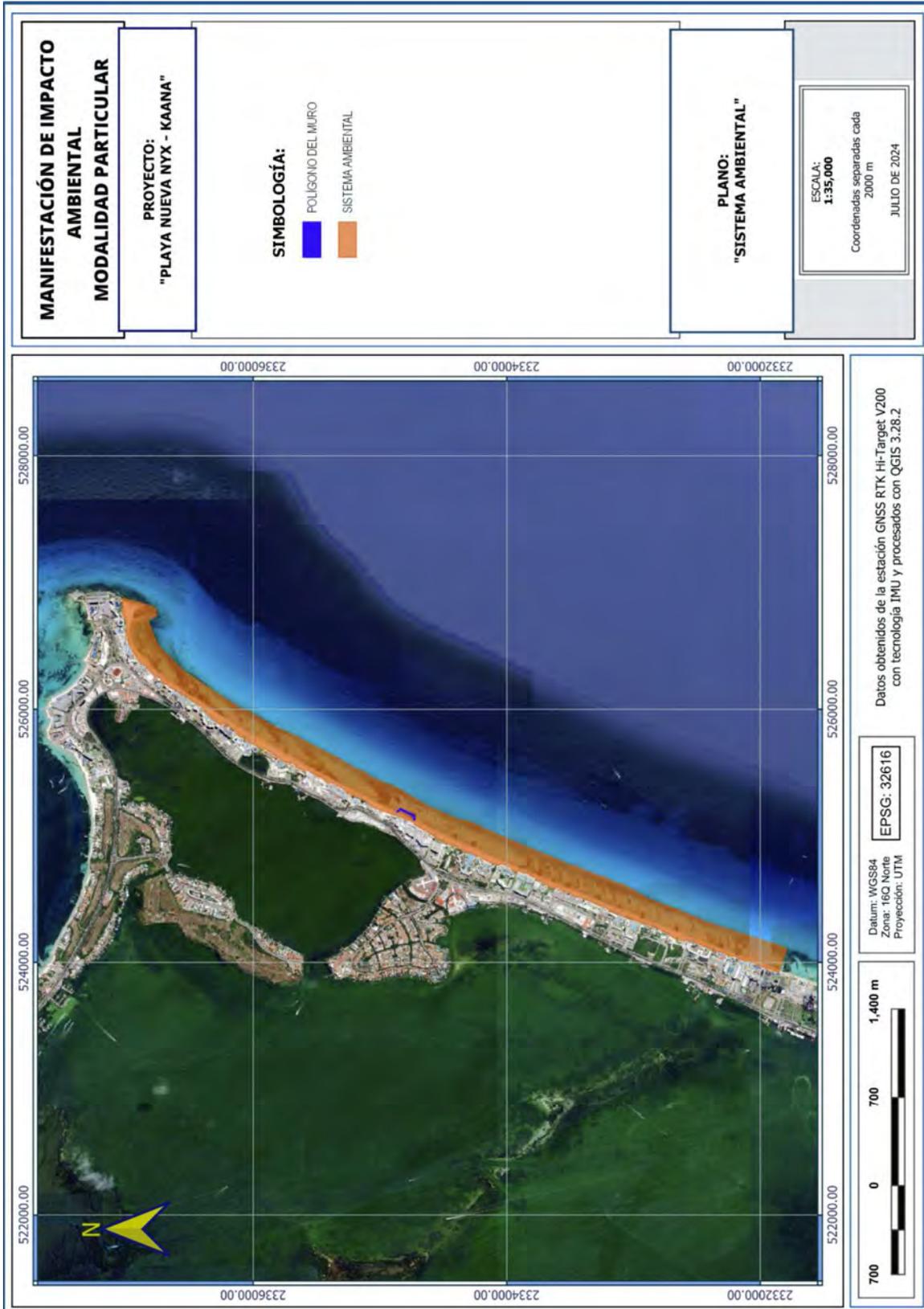
El perímetro definido para el sistema ambiental se eligió considerando que la superficie de aprovechamiento del proyecto es de 1847.587 m<sup>2</sup>, que representan el 0.15% de la superficie total del área de influencia ambiental en la que se inserta el sitio del proyecto. Así mismo, dicho perímetro fue elegido considerando la extensión que podrían llegar a tener los impactos ambientales identificados, puesto que la mayoría de estos se categorizaron como puntuales o de extensión parcial, es decir, sin rebasar los límites del sistema ambiental definido.

Para la delimitación del sistema ambiental, también se consideraron una serie criterios o atributos espaciales con los que interactuará el proyecto en forma directa, los cuales se describen a continuación.

**Obras en operación:** este atributo espacial fue considerado como el principal elemento espacial dentro del sistema ambiental, toda vez que existen obras en que pudieran llegar a contener la extensión de los impactos al convertir el entorno inmediato en un ambiente antrópico.

**Zona Federal:** este atributo espacial fue considerado dentro del sistema ambiental, toda vez que colinda de manera inmediata con el proyecto, considerando que las obras serán desplantadas dentro del medio marino colindante.

**Zona de rompiente:** se considera que los sedimentos que pierden las playas se depositan en barreras sumergidas después de la rompiente; este material no regresa al sistema y cuando ocurren huracanes, es transportado mar adentro; por lo tanto, se considera que la influencia del proyecto termina hasta la zona de rompiente.



## 4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

### 4.2.1. Medio abiótico

#### a) Clima

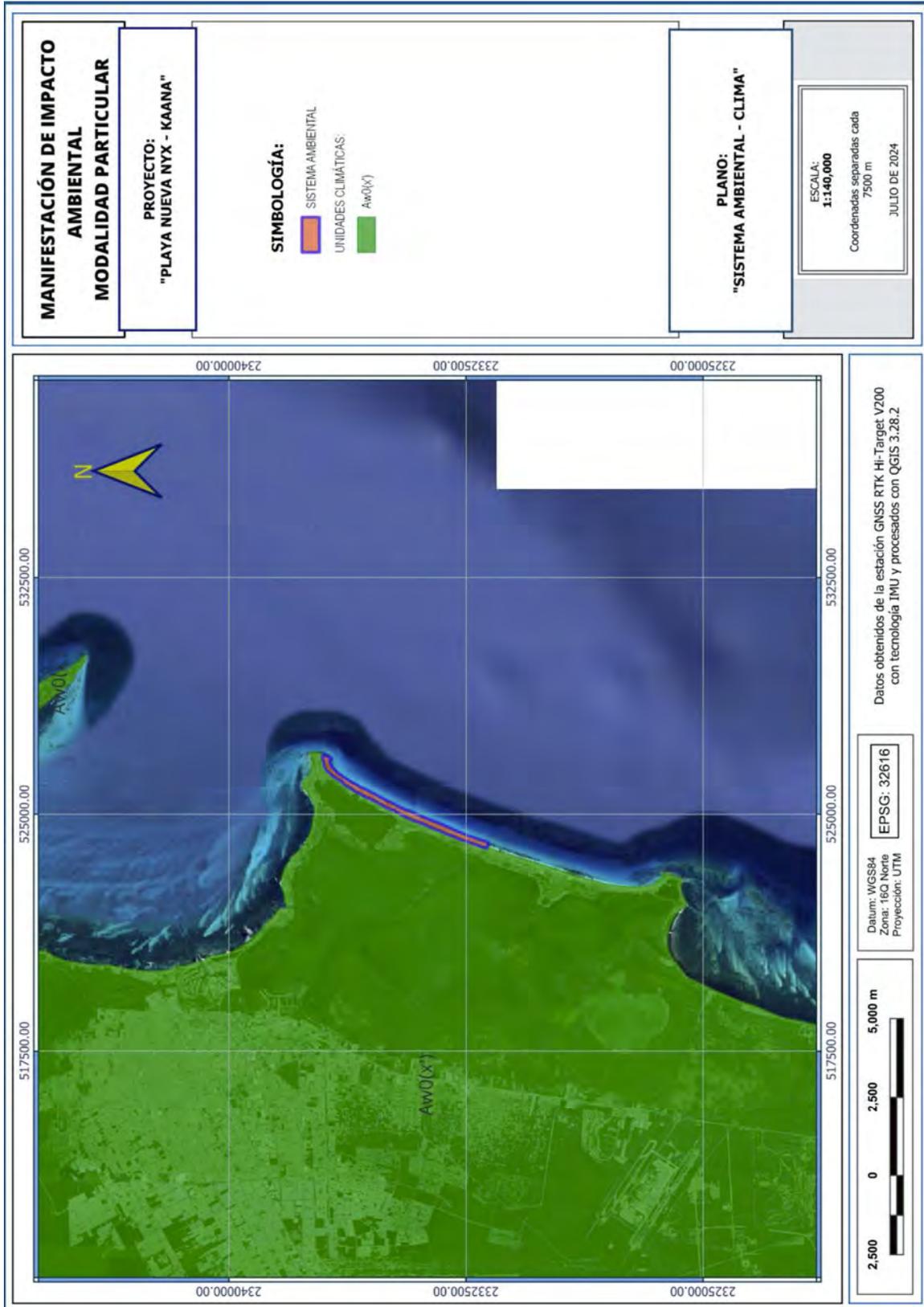
De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1983), el sistema ambiental se ubica en el subtipo climático cálido subhúmedo Aw0(x'), como se muestra en el plano de la **página 99**.

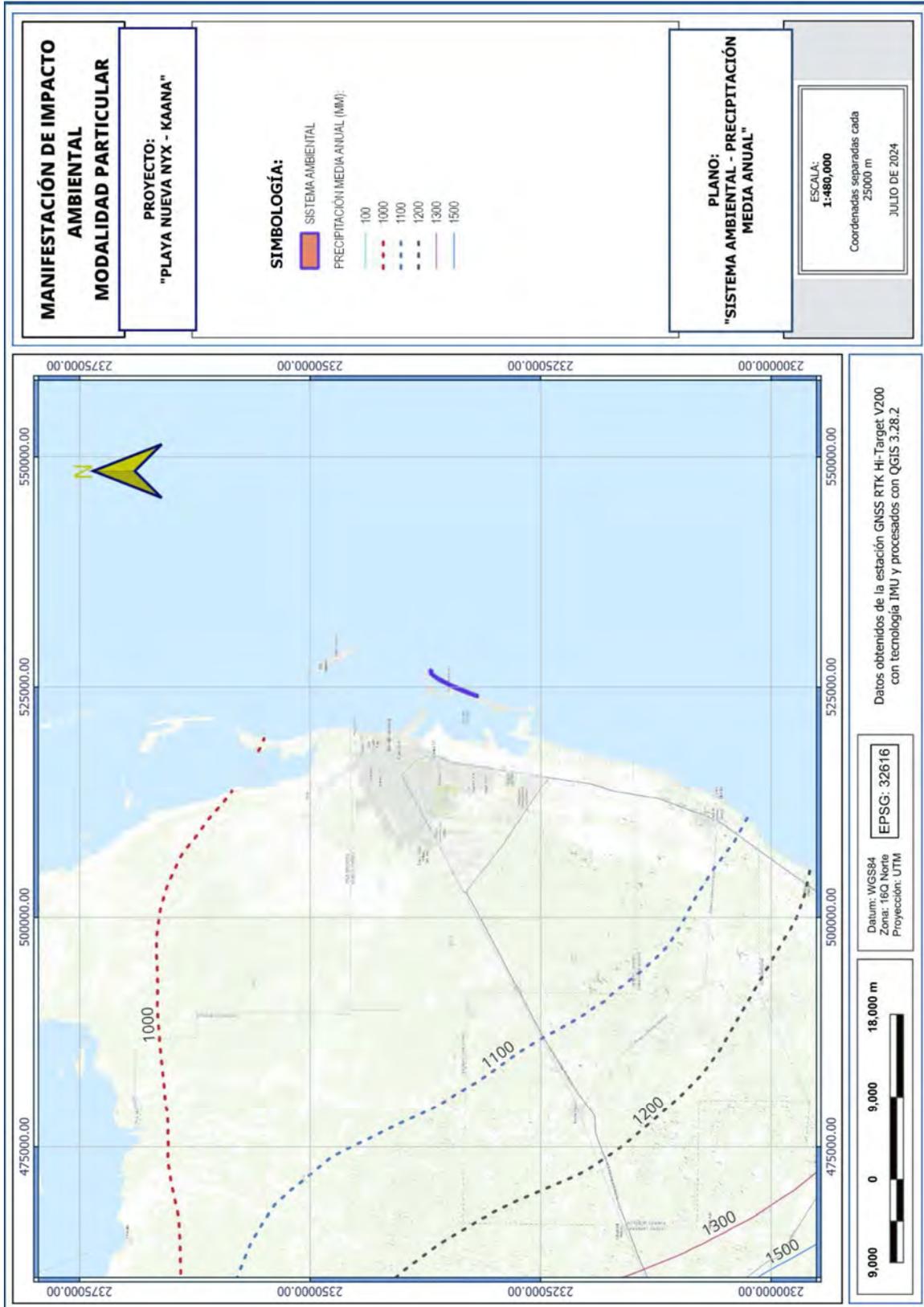
La temperatura promedio anual en la zona es de 27.2°C, siendo agosto el mes más caluroso con una temperatura promedio de 29.7°C, con una máxima de 34.9°C. Asimismo, enero es el mes más frío con una temperatura promedio anual de 24.0°C y mínima de 19.7°C.

El régimen de lluvias es afectado por los ciclones que se generan en los puntos de presión del Océano Atlántico y Mar Caribe; motivo por el cual, la zona en la que se ubica el sitio del proyecto sufre la mayor incidencia ciclónica debido a su ubicación dentro de la trayectoria que sigue la mayoría de las tormentas tropicales y ciclones que se originan en el Atlántico.

#### b) Precipitación media anual

En los meses de menor precipitación media anual alcanzan entre 45.7 y 40.6 mm. La precipitación media anual es de 1,309.2 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La precipitación se puede incrementar por tormentas tropicales, nortes o huracanes. Los meses con mayor precipitación pluvial son junio, septiembre y octubre. En una escala más fina, se puede observar que de acuerdo con la carta de precipitación media anual del INEGI (escala 1:250000) el sistema ambiental se encuentra ubicado en una zona bien definida en donde la precipitación promedio a lo largo del año fluctúa entre los 1,100 mm (ver plano de la **página 100**).





### c) Vientos

En el Sistema Ambiental los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. En los primeros meses del año (enero-mayo), los vientos tienen una dirección Este-Sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de junio a septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg. Finalizando el año, en noviembre y diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg., lo que coincide con el inicio de la temporada de "Nortes".

### d) Intemperismos severos

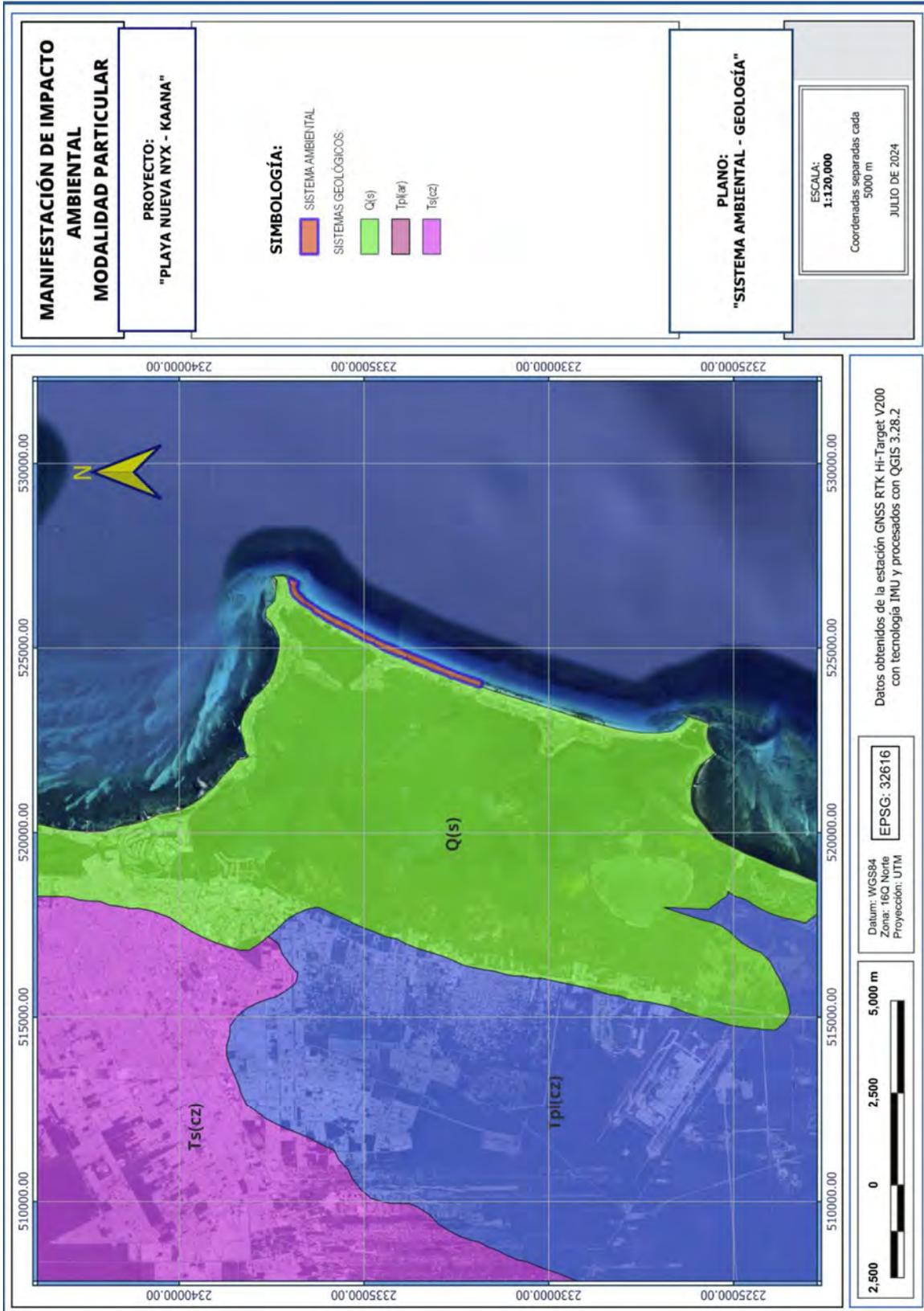
Finalmente, cabe mencionar que el sistema ambiental, por su ubicación geográfica se encuentra en una zona de elevado riesgo a los efectos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad; ya que se localizan en la ruta de ciclones cuyo origen son las zonas ciclogénicas del Caribe, y sur de las islas Cabo Verde.

### e) Intemperismos no severos

Los nortes son otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en la zona, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos, y en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.

### f) Geología

El sistema ambiental se ubica dentro de la unidad geológica denominada "Suelo Lacustre" Q(s). Se presenta en forma de franjas paralelas al litoral, y está formada por lodos calcáreos, arcillas y arenas acumuladas, y que por su relieve corresponden a planicies inundables. Cabe destacar que las superficies inundables a las que se hace referencia se ubican dentro del sistema lagunar Nichupté (ver plano de la **página 102**).



### g) Edafología

De acuerdo con la cartografía de suelos publicada por el INEGI, la porción terrestre del sistema ambiental se ubica dentro de una zona que presenta un sólo tipo edáfico compuesto por dos subunidades (ver plano de la **página 104**), a saber:

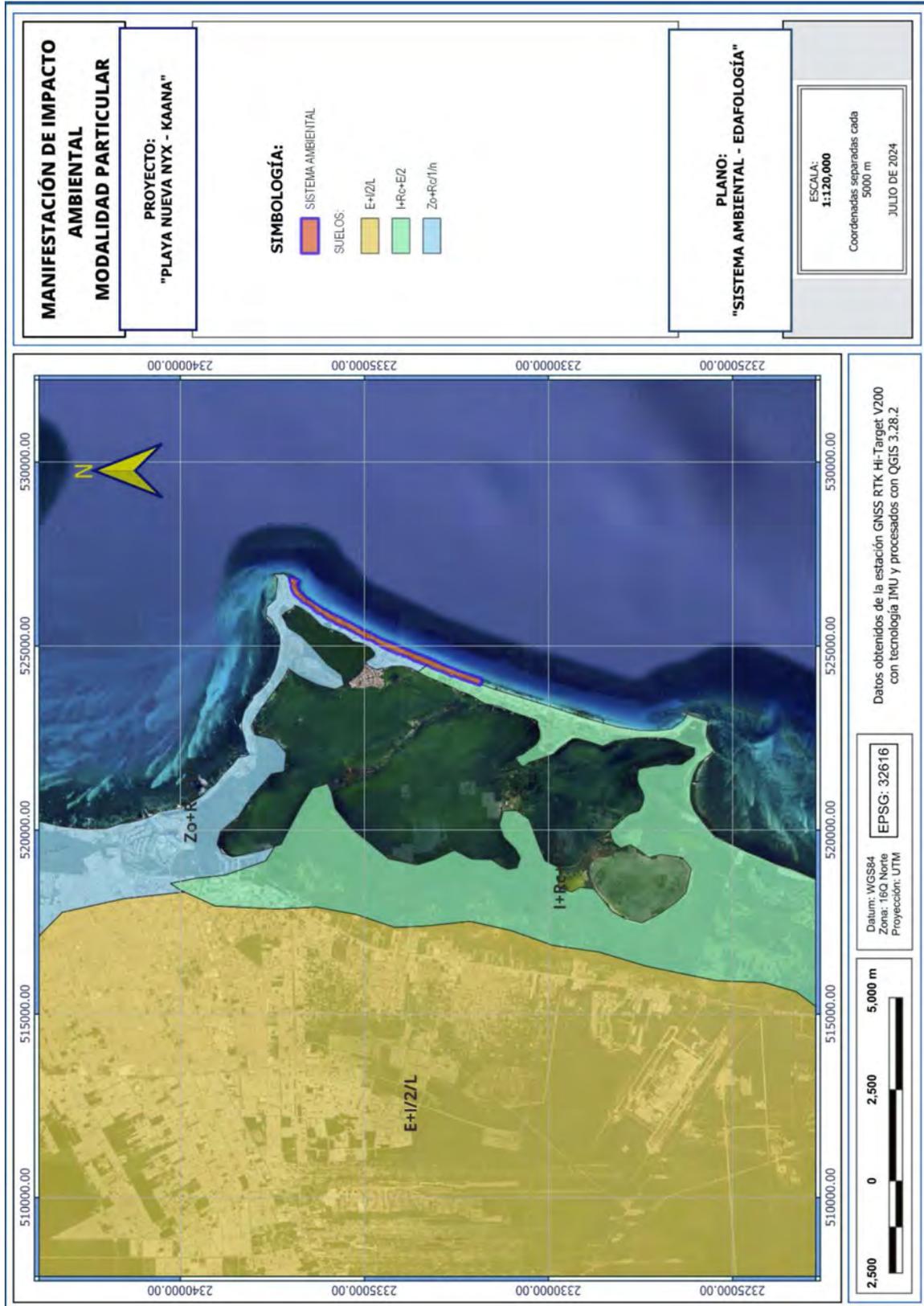
- Zo+Rc/1/n: presenta Zolonchak órtico como suelo primario y Regosol calcárico como suelo secundario, con clase textural baja, y fase física nítrica.
- I+Rc+E/2: presenta Litosol como suelo primario y Regosol calcárico como suelo secundario y Rendzina como suelo terciario, con clase textural media.

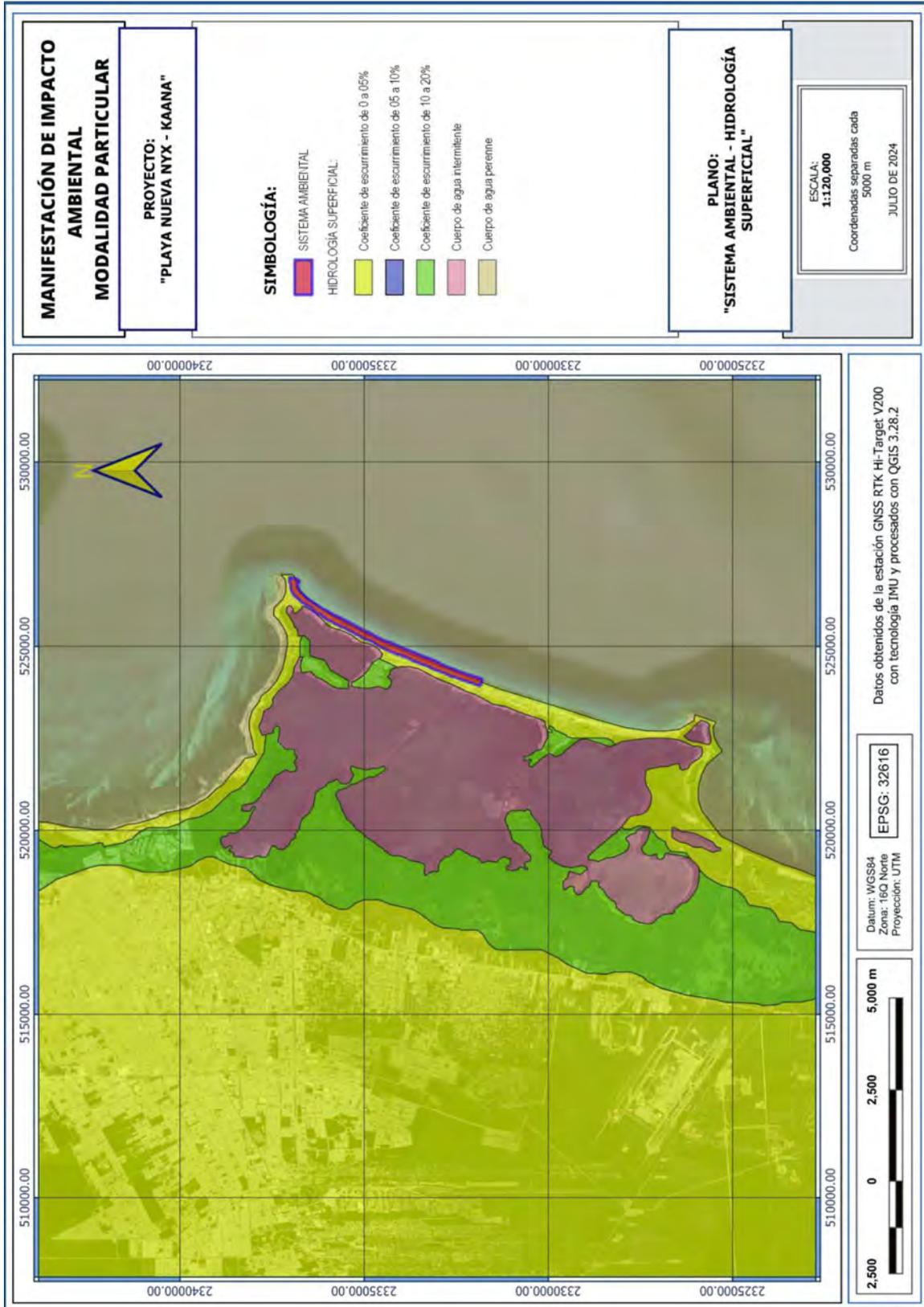
### h) Hidrología superficial

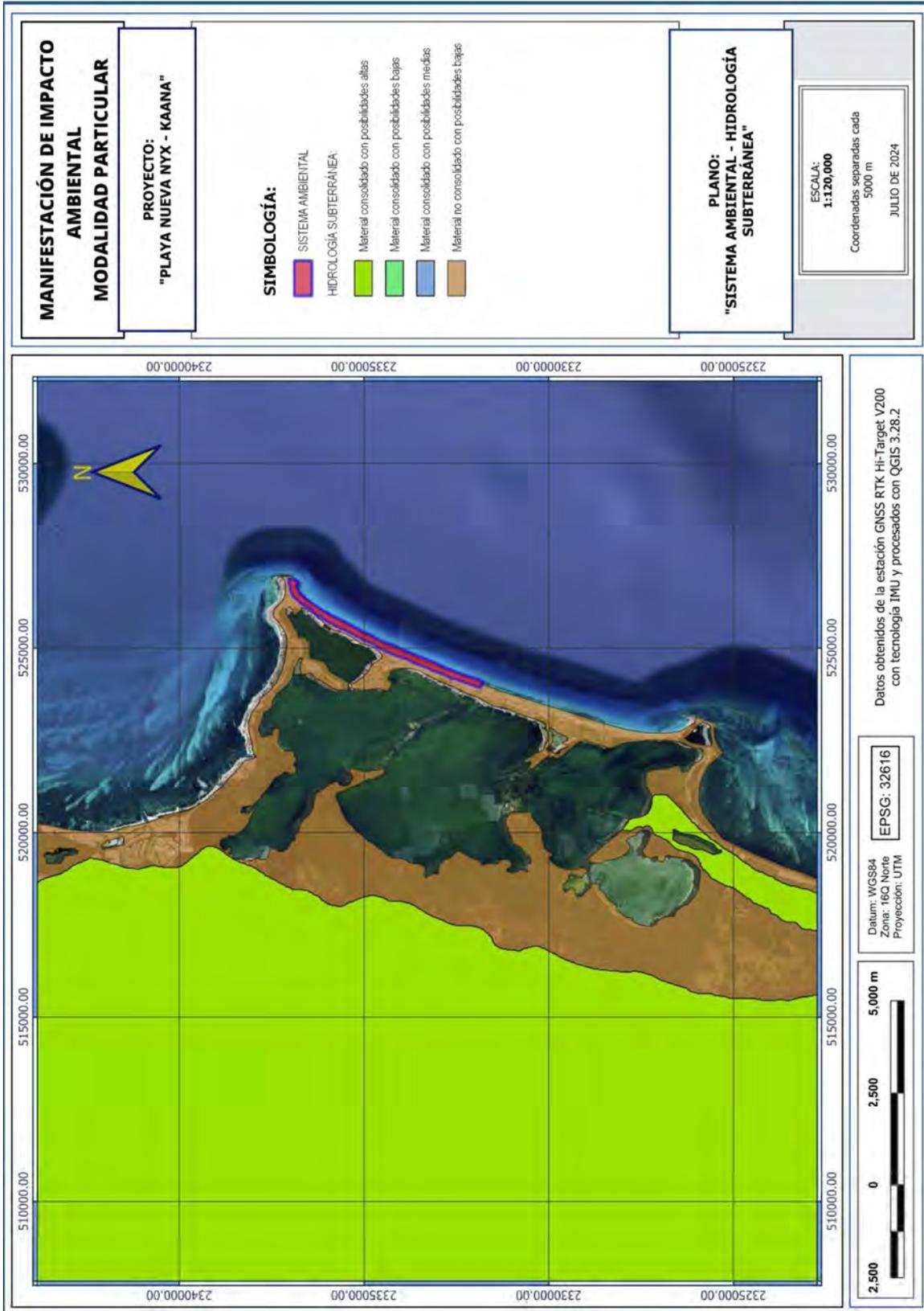
El sistema ambiental presenta en su gran mayoría un cuerpo de agua perenne (parte del área marina), de acuerdo con la carta de hidrología superficial (escala 1:250000) del INEGI, y su zona litoral se ubica dentro de una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0% a 5%, lo que indica que se trata de una planicie sin relieves significativos (ver plano de la **página 105**).

### i) Hidrología subterránea

El sistema ambiental presenta en su gran mayoría un cuerpo de agua perenne, de acuerdo con la carta de hidrología subterránea (escala 1:250000) del INEGI, y su zona litoral se ubica dentro de una zona que presenta material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero, lo que indica que se trata de una zona poco importante para la recarga del acuífero subterráneo (ver plano de la **página 106**).







## j) Fisiografía

El sistema ambiental se alberga dentro de una gran provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán. La mayor parte de esta provincia está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana.

En términos de subprovincias fisiográficas; el área de estudio se localiza en la subprovincia denominada Carso Yucateco que abarca las porciones Centro y Norte del estado. Dentro de sus características, podemos mencionar que dicha subprovincia está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Este y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste (ver plano de la **página 108**).

### 4.2.2. Medio biótico

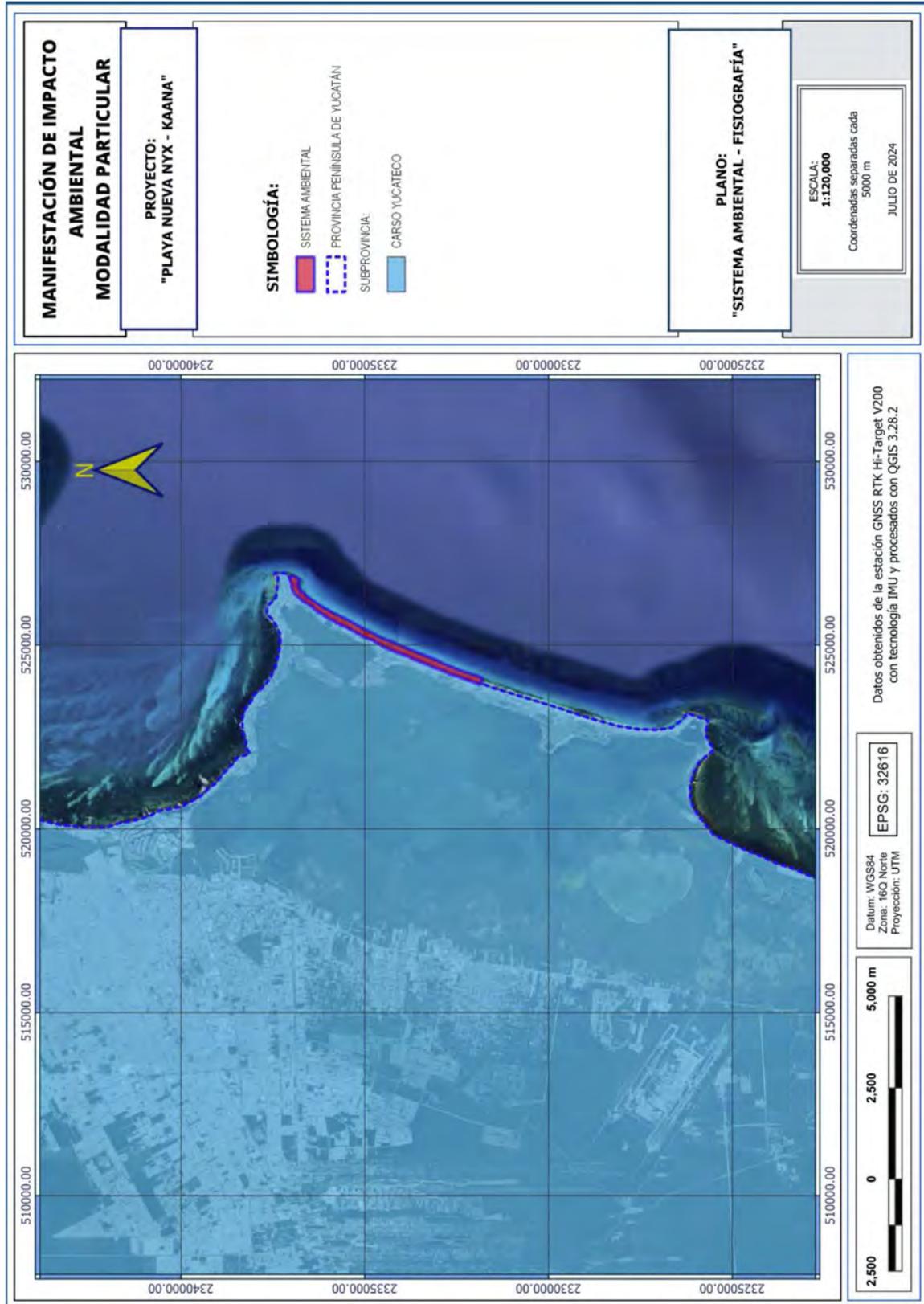
#### a) Vegetación

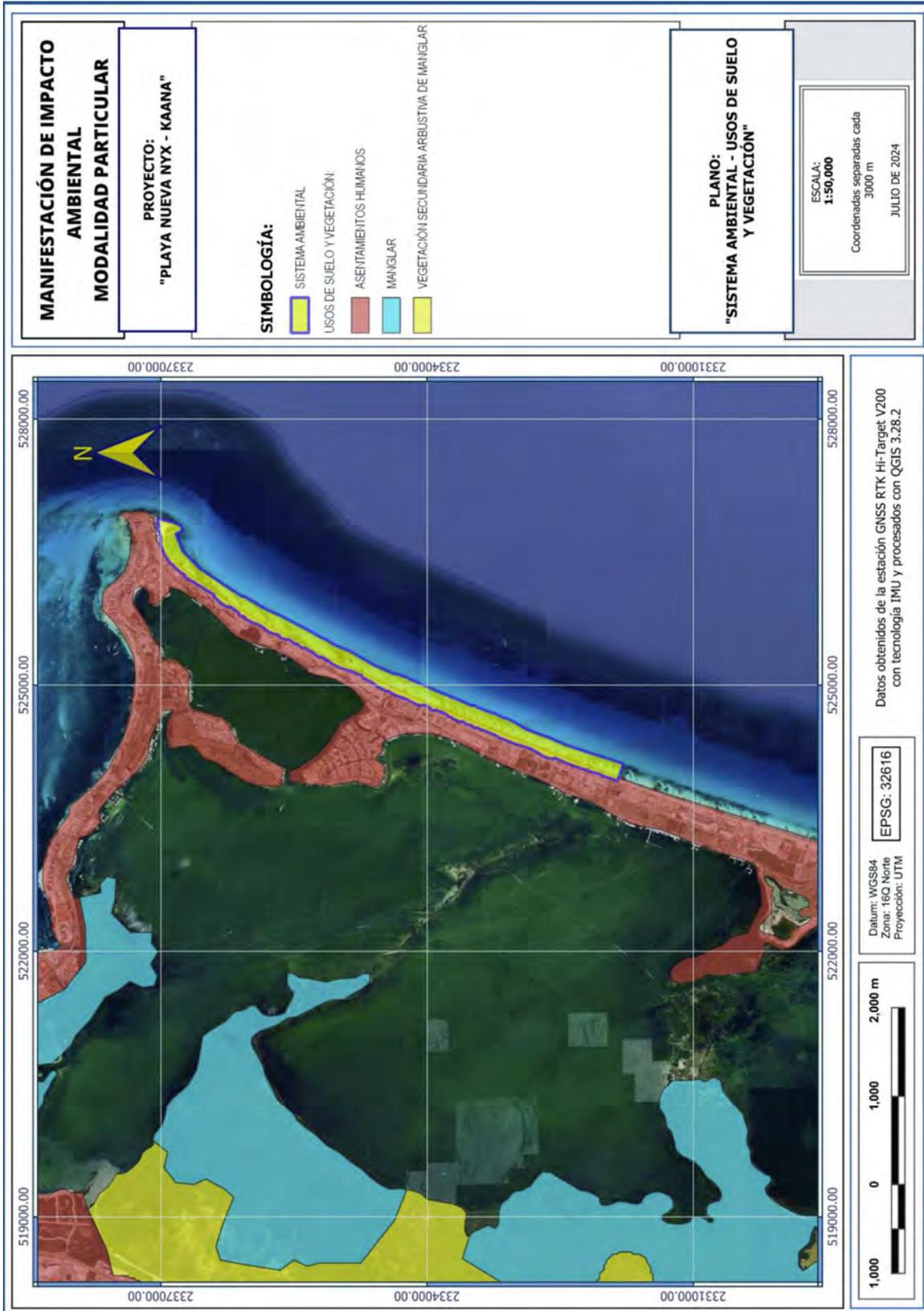
De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación del INEGI (escala 1:250000, serie VII), el sistema ambiental ubica dentro del uso de suelo "asentamientos humanos", como se observa en el plano de la página siguiente.

A una escala más fina, se observa que al interior del sistema ambiental no existe vegetación salvo aquella inducida por los desarrollos hoteleros. En cuanto a los usos de suelo predominan las obras provisionales para la prestación de servicios turísticos, como se observa en el plano de la **página 109**.

#### b) Fauna

En los siguientes listados se indican las especies que se han registrado dentro del Sistema Ambiental, que pudieran tener incidencia dentro del área de influencia.





**AVES (<https://nichupte.wordpress.com/aves/>)**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Accipitridae	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	
Alcedinidae	<i>Ceryle alción</i>	Martin pescador norteño	
Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	Garza agamí	Pr
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garzón cenizo	Pr
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	
Ardeidae	<i>Botaurus lentiginosus</i>	Avetoro	A
Ardeidae	<i>Butorides striatus</i>	Garza azulada	
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	
Ardeidae	<i>Egretta alba</i>	Garza	
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	
Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Pr
Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garza flaca	
Ardeidae	<i>Egretta tula</i>	Garza	
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza-tigre	Pr
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	
Laridae	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle sureño	
Parulinae	<i>Seiurus noveboracensis</i>	Suelero charquero	
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano café	A
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán bicrestado	
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Cormorán	

**PECES DE ESCAMA (<https://nichupte.wordpress.com/peces/>)**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Aplocheilidae	<i>Rivulus tenuis</i>		
Apogonidae	<i>Apogon aurolineatus</i>		
Atherinidae	<i>Atherinomorus stipes</i>		
Atherinidae	<i>Hypoatherina harringtonensis</i>	Tinicalo de arrecife	
Belonidae	<i>Tylosurus crocodilus</i>	Pez aguja	
Belonidae	<i>Strongylura notata</i>	Agujón negro	
Belonidae	<i>Strongylura timucu</i>		
Bothidae	<i>Bothus ocellatus</i>		
Callionymidae	<i>Diplogrammus pauciradiatus</i>		
Carangidae	<i>Caranx latus</i>	Jurel	
Carangidae	<i>Caranx bartholomei</i>		
Carangidae	<i>Trachinotus falcatus</i>	Pámpano palometa	
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro	

**PECES DE ESCAMA (<https://nichupte.wordpress.com/peces/>)**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon capistratus</i>		
Cichlidae	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Mojarra	
Clupeidae	<i>Harengula clupeola</i>		
Clupeidae	<i>Harengula jaguana</i>		
Cyprinodontidae	<i>Floridichthys polyommus</i>		
Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon artifrons</i>		
Cyprinodontidae	<i>Garmanella pulchra</i>		
Cyprinodontidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>		
Diodontidae	<i>Chilomycterus schoepfii</i>	Pez globo	
Diodontidae	<i>Chilomycterus antennatus</i>		
Engraulidae	<i>Anchoa parva</i>		
Fundulidae	<i>Lucania parva</i>		
Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Mojarra	
Gerreidae	<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra trompeta	
Gerreidae	<i>Eugerres plumieri</i>		
Haemulidae	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Chac chi	
Haemulidae	<i>Haemulon flavolineatum</i>	Chac chi	
Haemulidae	<i>Haemulon parra</i>	Chac chi	
Haemulidae	<i>Haemulon sciurus</i>	Chac chi	
Haemulidae	<i>Haemulon plumieri</i>	Chac chi	
Haemulidae	<i>Haemulon borariense</i>		
Haemulidae	<i>Haemulon carbonarium</i>		
Labridae	<i>Thalassoma bifasciatum</i>		
Lutjanidae	<i>Lutjanus apodus</i>	Pargo cachic	
Lutjanidae	<i>Lutjanus chrysurus o rubia</i>	Canane	
Lutjanidae	<i>Lutjanus griséus</i>	Pargo mulato	
Lutjanidae	<i>Lutjanus sinagris</i>	Pargo	
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>		
Lutjanidae	<i>Lutjanus mahogoni</i>		
Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo	
Monacanthidae	<i>Monocanthus ciliatus</i>		
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Lisa blanca	
Murenidae	<i>Gymnothorax funebris</i>	Morena verde	
Ostraciidae	<i>Lactophrys quadricomis</i>	Pez cofre	
Ostraciidae	<i>Lactophrys trigonus</i>	Chapín búfalo	
Poeciliidae	<i>Gambusia yucatanana</i>		
Poeciliidae	<i>Gambusia sexradiata</i>		
Poeciliidae	<i>Heterandria bimaculata</i>		

**PECES DE ESCAMA (<https://nichupte.wordpress.com/peces/>)**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Poeciliidae	<i>Poecilia mexicana</i>		
Poeciliidae	<i>Poecilia orri</i>		
Poeciliidae	<i>Poecilia velífera</i>	Pez topote aleta grande	A
Poeciliidae	<i>Belonesox belizanus</i>		
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Pez sargento	
Pomacentridae	<i>Stegastes diecaenus</i>	Damisela	
Pomacentridae	<i>Stegastes fuscus</i>	Damisela	
Pomacentridae	<i>Stegastes leucostictus</i>	Damisela	
Pomacentridae	<i>Stegastes variabilis</i>	Damisela	
Scaridae	<i>Scarus taeniopterus</i>	Pez loro	
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro	
Scaridae	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	Pezloro	
Scaridae	<i>Sparisoma radians</i>		
Scaridae	<i>Sparisoma chrysopterus</i>		
Sciaenidae	<i>Cynoscion nebulosus</i>	Corvina	
Scombridae	<i>Scomberomorus regalis</i>	Sierra	
Serranidae	<i>Epinephelus striatus</i>	Mero	
Sparidae	<i>Archosargus rhomboidalis</i>		
Sparidae	<i>Calamus penna</i>		
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	Barracuda	
Syngnathidae	<i>Hippocampus erectus</i>	caballito estriado	Pr
Synodontidae	<i>Synodus intermedius</i>		
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides testudineus</i>	Pez sapo	
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>		
Urolophidae	<i>Urobatis jamaicensis</i>	Raya redonda	

**REPTILES (<https://nichupte.wordpress.com/reptiles/>)**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A
Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija	
Cheloniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	P
Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga blanca	P
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laud	P
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Caguama	P

### 4.3. PROBLEMÁTICA DETECTADA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

La zona ha estado en un proceso prácticamente constante de erosión, comenzando con un periodo erosivo en la década de los 80 con una tasa de 0,75 m/año; probablemente este resultado tenga relación directa con el huracán Gilberto en 1988, como se observa en la **Figura 8**.



Figura 8. Procesos erosivos observados en la zona.

Posterior al año 2000 es muy probable que la causa principal de los procesos erosivos, especialmente en las playas, se asocie a un origen antrópico. En este caso, especialmente a la construcción de hoteles muy cerca o sobre la franja de playa. Mc Coy-Cador y Sosa-Ferreira (2016) resaltan el impacto negativo de las construcciones a pie de playa y destacan las transformaciones de las playas frente al Hotel Riu las Américas, con tasas de erosión de hasta -16,3 m/año, frente al Hyatt Regency Cancún con -14,6 m/año y al Hard Rock Hotel, Beach Paradise y Playa Nizuc con -13,0 m/año.

A la vista de un conjunto de estudios e informes que se han analizado y que se explicitan en el análisis, de que la regeneración de las playas entre las Puntas de Nizuc y de Cancún es necesaria y urgente, más allá de su oportunidad y conveniencia, tanto para el

mantenimiento de la infraestructura turística, ya existente, lo cual resulta obvio de percibir, como para la preservación del ecosistema actual, toda vez que existe riesgo de ruptura de la barrera arenosa litoral en varios puntos, aunque no se perciba inminencia en ella, porque la erosión profunda en la misma está permitiendo el afloramiento de formaciones arrecifales y su posterior erosión.

En la zona se han propuesto proyectos desde 1991 para el conjunto de playas, basándose en la regeneración o relleno de la playa mediante la aportación de arenas de fondos marinos próximos pero ajenos al sistema litoral "actual" de la misma, esto es, cuyas arenas son ya irrecuperables en forma natural para esas y otras playas, aunque de hecho en gran medida, si no completamente, procede de tales playas y de los arrecifes vinculados a ellas.

Sin embargo, se mantiene la posible discusión sobre si la mera alimentación es suficiente o si, previendo las invisibles pérdidas que la sucederán al no haber cambiado las circunstancias hidrodinámicas (las erosiones eran ya anteriores al Gilberto) se hacen necesarias obras de apoyo y protección que atenúen los gastos del mantenimiento mediante alimentaciones posteriores a la de regeneración.

Desde el punto de vista del proyecto el problema crítico de toda regeneración suele ser económico-financiero, en razón de la estabilidad y mantenimiento requerido por la regeneración ejecutada, pero también ecológico en razón de la mayor o menor repercusión de la reiteración del dragado en la misma zona.

Como en todo proyecto de regeneración con arenas naturales marinas, existen dos zonas donde se siente su impacto ambiental: la de extracción y la de relleno; y dicho impacto se produce como consecuencia respectivamente de las acciones de dragado y vertido, y también de los cambios topológicos, e infraestructurales en aquellas zonas en las que se recurriere a obras complementarias.

Los vertidos del relleno, afectando poco más que al perfil de playa en torno y tras las rompientes, sólo tienen impacto diferencial durante la ejecución por la turbidez generada ya que los materiales son los mismos y los fondos afectados han sido previamente erosionados, cuando se ha producido el auténtico daño ambiental; esa turbidez ya se da en forma natural en esa zona y no puede por tanto considerarse significativa ni en el vertido de ejecución del proyecto ni en los sucesivos vertidos de mantenimiento.

La extracción de las arenas de dragado pueden afectar a los fondos y a los posibles caladeros de los mismos, pero también a las propias formas costeras si interfieren con el transporte litoral. Los fondos arenosos móviles, libres por tanto de praderas sumergidas suelen considerarse desiertos submarinos porque las tasas de biomasa son reducidas. Pero lo cierto es que con frecuencia no lo son sus flujos, y los "arañazos" causados por la operación del dragado afectan a los mismos a través de las perturbaciones reológicas y desestructurantes de su sistema granular.

Mayores problemas pueden generarse a largo plazo si se recurre a dragados frecuentes en los mismos fondos, debido a una a modo de "fatiga" de su "tejido" granular. No cabe duda sin embargo que dragados separados en el tiempo suficientemente (del orden de la década más o menos) son perfectamente recuperables por lo que, de requerirse operaciones de dragado para mantenimiento de rellenos con mayores frecuencias bastaría con recurrir a bancos de arena distintos.

El impacto morfológico se obvia con el dragado a profundidades suficientes, cuando los sedimentos pueden considerarse perdidos ya para el transporte litoral y no susceptible por tanto de ser recuperado para el perfil de playa activo, como ocurre con todas las zonas analizadas en los distintos estudios e informes para seleccionar los bancos de aportación.

En contrapartida debe tenerse en cuenta que los procesos erosivos ya ocurridos, los debidos al huracán Gilberto y los de carácter habitual, han permitido aflorar y sufrir erosión a los arrecifes litorales que garantizaban el equilibrio sedimentario y el "apoyo" de los perfiles transversales.

Adicionalmente, los bancos de arena que permiten hoy las extracciones de dragado para los rellenos tienen su origen y acrecimiento actuales en los propios sedimentos erosionados de la playa y, durante su emigración forzada hacia mayores profundidades, están ya produciendo impactos por invasión de los fondos preexistentes, por lo que los dragados restaurarían en cierto modo una situación anterior que se ha empezado a perturbar desde, probablemente, que la excesiva ocupación del cordón NIZUC-CANCUN, especialmente en las zonas dunares y más próximas a la línea de playa, ha desencadenado un proceso creciente de erosión de éste (como se dijo, ya antes de la ocurrencia del Gilberto).

Las obras de apoyo y protección favorecen la permanencia de los sedimentos y reducen los dragados y rellenos de mantenimiento con efectos económicos y ecológicos positivos

en éste, pero introducen un costo adicional y ciertos impactos ambientales locales: los de los apoyos, en unas puntas rocosas, como es el caso, son despreciables empleando roca calcárea de la zona y de efecto visual también soslayable con diseño adecuado como el que se propone; los de la protección, tanto la enterrada en la plataforma de playa como si constituyera un apoyo de pie de perfil, se reducen a los del geotextil empleado en una zona sin biocenosis significativa y en un biotopo al que en todo caso estabiliza y mejora desde el punto de vista de aquella.

Curiosamente las acciones de defensa realmente ejecutadas en los primeros años noventa se basaron sobre todo en espigones-geotextiles fundamentalmente y se aplicaron local y puntualmente, lo que favoreció como se ha dicho su comportamiento deficiente, y su final y pronto desmantelamiento por los oleajes.

#### **4.4. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO**

##### **4.4.1. Medio abiótico**

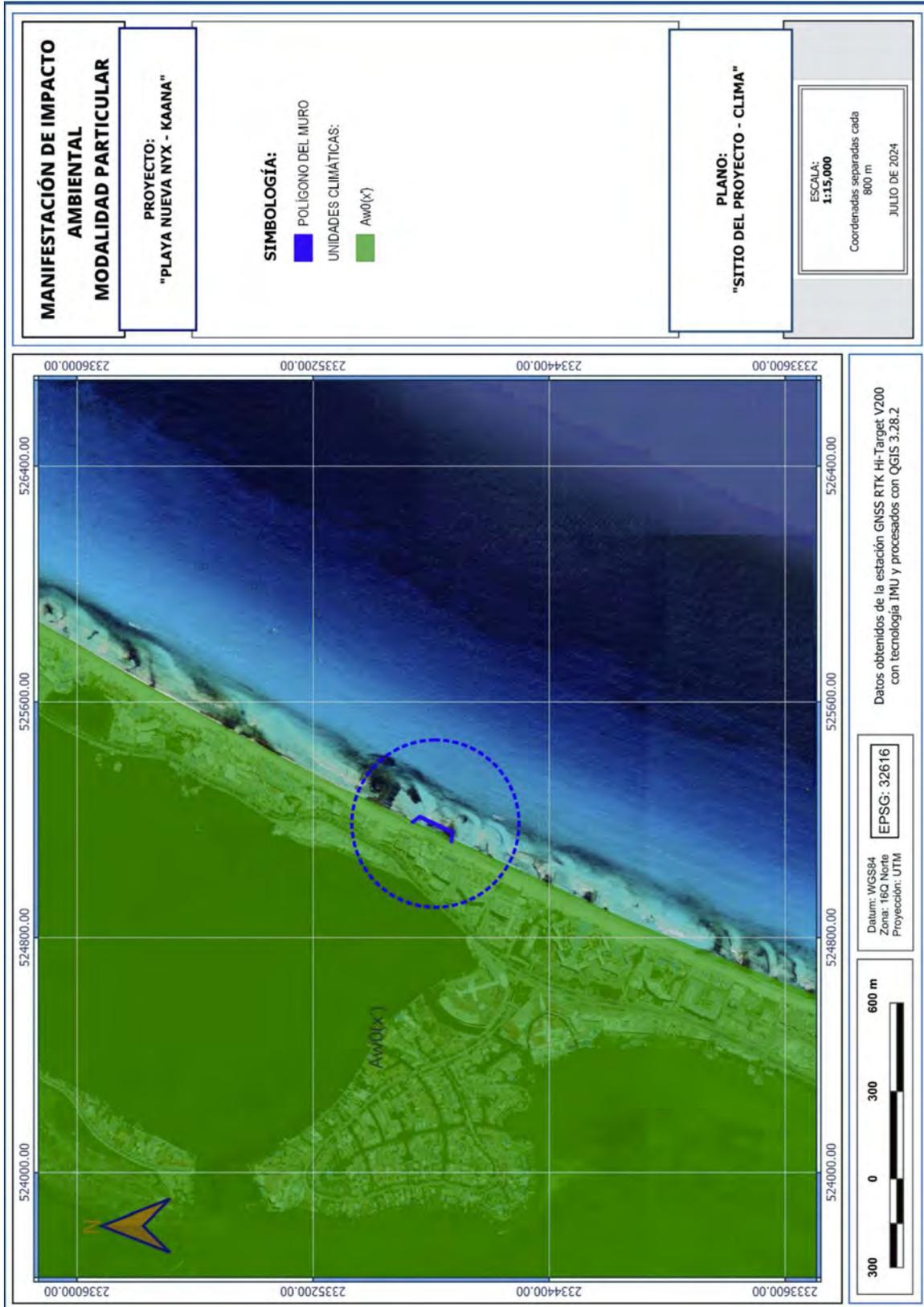
###### **a) Clima**

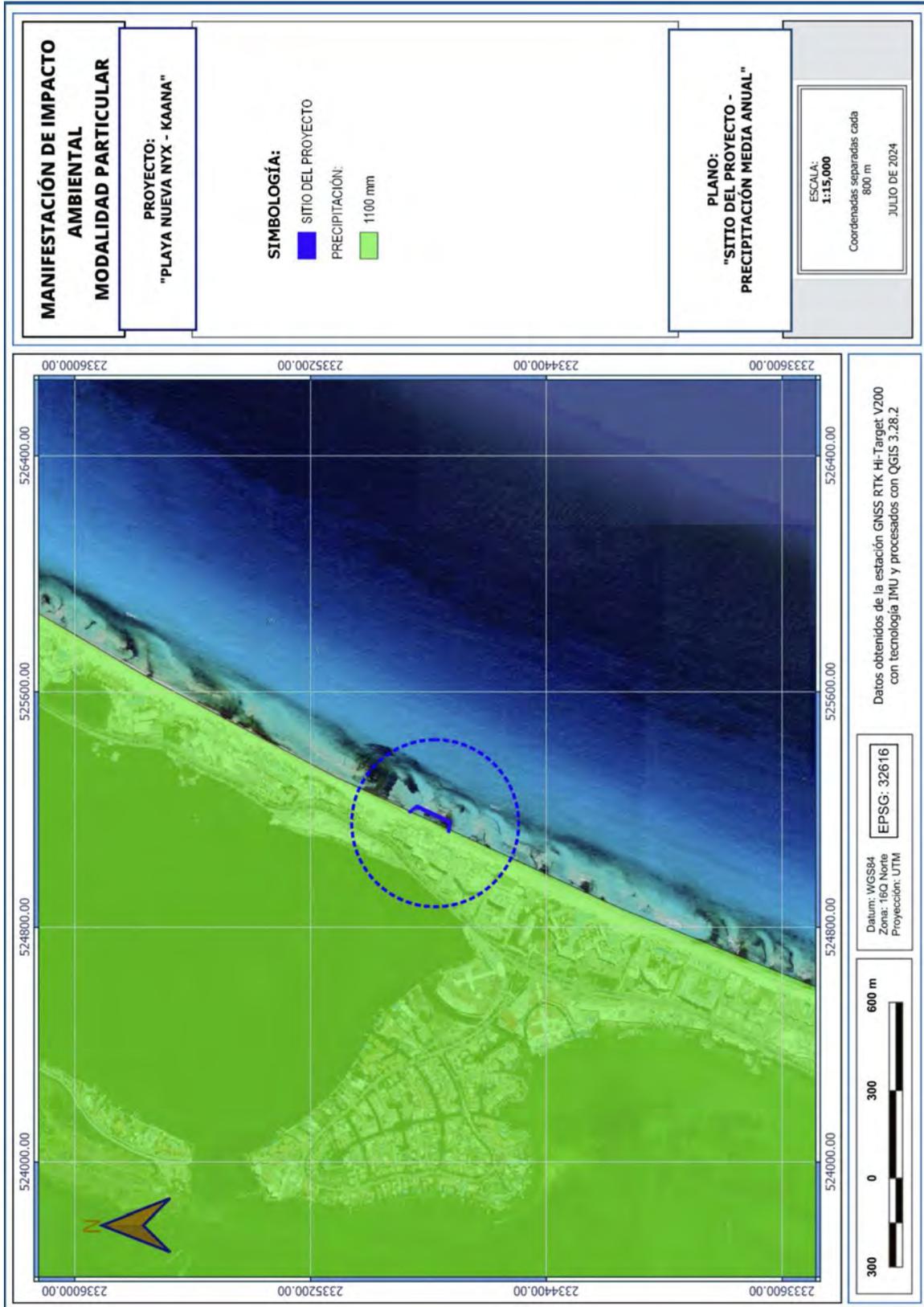
De acuerdo con los datos climatológicos de las estaciones cercanas al sitio del proyecto: Isla Mujeres y Puerto Morelos (García, 1988), se determina que el tipo de clima en la zona es Aw0(x') (cálido subhúmedo, con régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, isotermal y con presencia de canícula) como se muestra en el plano de la **página 117**.

La temperatura media anual es superior a los 29.3 °C, julio y agosto son los meses más calurosos y enero es el más frío. La humedad relativa se mantiene alta durante todo el año con promedios de 70 a 90%. Los principales factores que determinan el clima en la región son su latitud intertropical, la altitud máxima de 15 msnm aproximadamente, la influencia de aire marítimo cálido y húmedo del Mar Caribe.

###### **b) Precipitación media anual**

La precipitación total anual alcanza un promedio de 1,337.7 mm, el mes más lluvioso es septiembre y el más seco es abril (SMN., 2014). De acuerdo con la carta de precipitación media anual del INEGI (escala 1:250000) el sitio del proyecto se encuentra ubicado en una zona bien definida en donde la precipitación promedio a lo largo del año fluctúa entre los 1,100 mm (ver plano de la **página 118**).





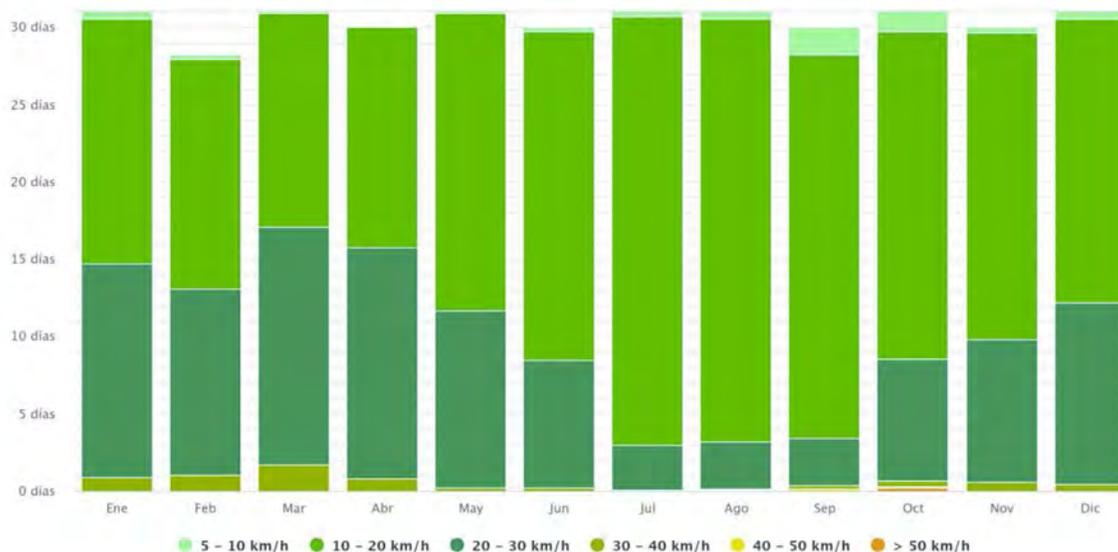
### c) Vientos

Los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. Durante la mayor parte del año predominan los vientos del sureste con velocidad promedio de 12 km/h (Pérez V., 1990); durante el verano y otoño se presentan ondas y ciclones tropicales. En el otoño, invierno y parte de la primavera llegan masas de aire polar o nortes con fuertes rachas de viento.

Los vientos constituyen esfuerzos relativamente menores pero algunas estructuras portuarias, sometidas a empujes de superestructuras flotantes o fijas, no pueden dejar de tenerlas en consideración; en las estructuras off-shore los esfuerzos del viento siempre son apreciables. Pero la importancia del viento se agiganta en las áreas, en que los ciclones son de reducida dimensión horizontal (huracanes, tifones), cuando generan velocidades muy altas y esfuerzos extraordinarios aunque locales.

El siguiente diagrama muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad. Comprende de enero a diciembre con datos promedios por año, y por períodos de 30 días.

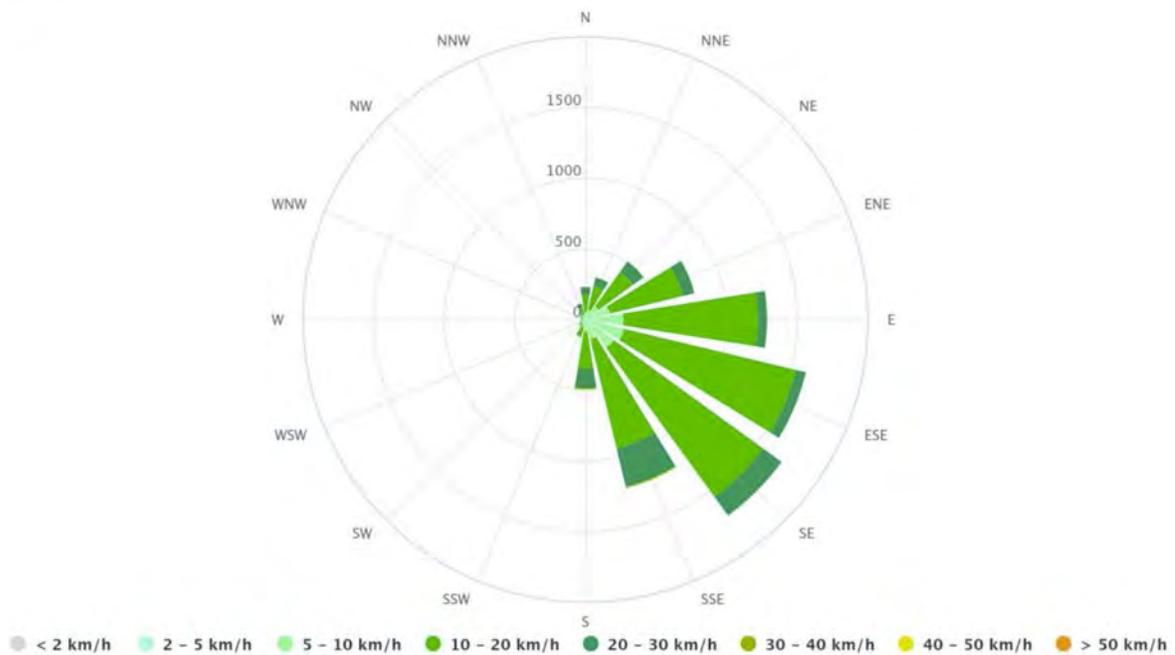
Cancún  
21.17°N, 86.85°W (11 m snm).  
Modelo: ERA5T.



La rosa de los vientos para la zona muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Ejemplo SO: El viento está soplando desde el Suroeste (SO) para el Noreste (NE).

### Cancún

21.17°N, 86.85°W (11 m snm).  
Modelo: ERA5T.



### a) Intemperismos severos

Finalmente, cabe mencionar que el sistema ambiental, por su ubicación geográfica se encuentra en una zona de elevado riesgo a los efectos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad; ya que se localizan en la ruta de ciclones cuyo origen son las zonas ciclogénicas del Caribe, y sur de las islas Cabo Verde.

### b) Intemperismos no severos

Los nortes son otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en la zona, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos, y en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.

#### 4.4.2. Medio biótico

##### a) Vegetación acuática

Para el estudio de este componente del medio marino, se seleccionó como método de muestreo los transectos de longitud variable.

En cada zona seleccionada se trazó un transecto con una distancia de 25 metros entre un transecto y otro, es decir, de una zona a otra, ya que resulta importante dejar un espacio prudente entre los transectos tanto por sus extremos como por los costados.

##### Establecimiento de los transectos

- ⊕ El sitio seleccionado para cada transecto se ubicó con GPS.
- ⊕ Mediante buceo con equipo autónomo se seleccionaron los puntos de inicio de los transectos sobre sustrato firme, con el objeto de favorecer el agarre de las estacas y evitar que se desprendan con las corrientes u oleaje.
- ⊕ Se posicionó una estaca en el punto inicial y se golpeó hasta perforar verticalmente el sustrato unos cuantos centímetros.
- ⊕ Se verificó que la estaca quedará bien agarrada, jalándola con fuerza hacia arriba.
- ⊕ Se desplegó una cuerda de 70 m en línea recta a partir de la estaca (punto inicial) y se instaló una estaca final hasta alcanzar la longitud total del transecto.
- ⊕ Una vez trazados los transectos en cada zona, se amarraron líneas guía a las estacas (hechas con soga fluorescente) para delimitar los transectos.
- ⊕ La línea guía se marcó a cada 5 metros, para establecer las estaciones de muestreo.
- ⊕ Se establecieron los otros 4 transectos de la misma manera, procurando que estos queden separados cada 25 m.

- ☉ En una tabla acrílica para buceo, se dibujó un mapa esquemático con la ubicación de cada transecto con respecto a: norte geográfico, línea de costa más cercana, los demás transectos, boyas de media agua, isobata o alguna característica conspicua del fondo (por ejemplo, canal de arena, etc.). También se anotó el número que identifica cada transecto y la dirección como serán registrados los datos (por ejemplo, de Este a Oeste indicado con una flecha), ya que así serán muestreados en caso de monitoreo.

En la **Tabla 5** se indican las coordenadas de los transectos de muestreo utilizados para el inventario, y en la página siguiente se presenta un plano georreferenciado mostrando la distribución de estos.

TABLA 5. COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS					
TRANSECTO	PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL		LONGITUD (m)
	X	Y	X	Y	
1	525133.4442	2334756.0343	525198.0485	2334729.0846	70
2	525146.2102	2334777.7969	525210.8145	2334750.8473	70
3	525155.1890	2334801.1394	525219.7934	2334774.1897	70
4	525164.7047	2334824.2579	525229.3091	2334797.3082	70
5	525175.2260	2334846.9569	525239.8303	2334820.0073	70

### Parámetros específicos que se consideraron durante el inventario

- ☉ Porcentaje de cobertura de algas.
- ☉ Porcentaje de cobertura de pastos marino.
- ☉ Porcentaje de cobertura de esponjas.
- ☉ Porcentaje de otros (sustrato inerte).

### Procedimiento del muestreo por transectos

Para obtener el porcentaje de cobertura de cada categoría o grupo inventariado, se marcó la cuerda guía a cada 5 metros de distancia (como se mencionó anteriormente) y con ayuda de un marco, se determinó la presencia/ausencia de organismos sésiles en el fondo marino (**Figura 9**).

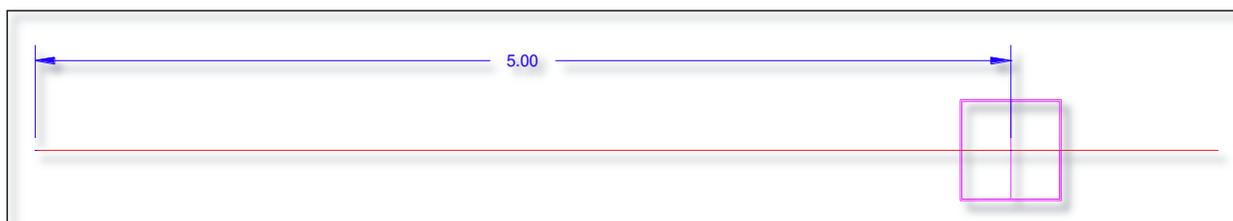
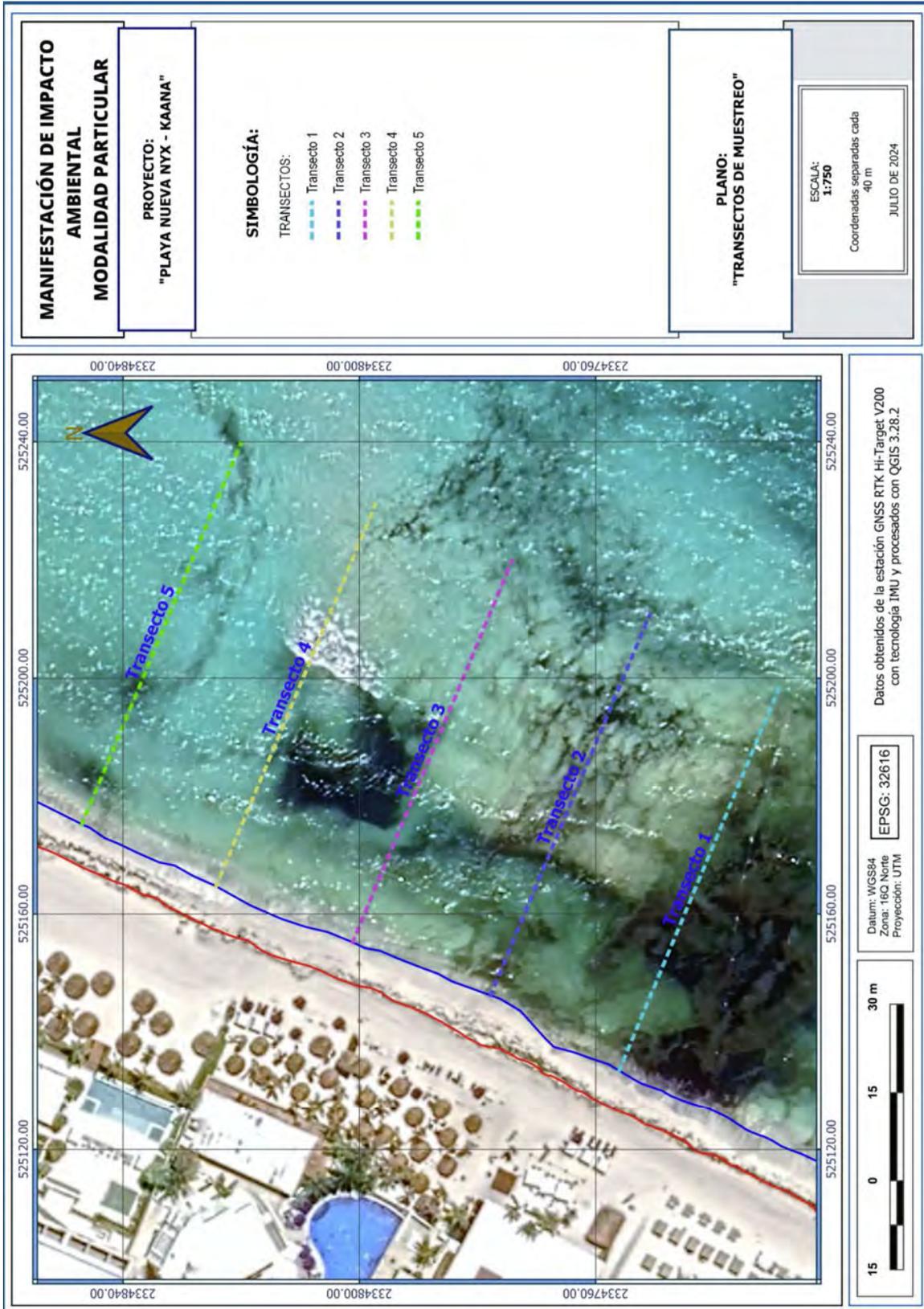


Figura 9. Distribución de las estaciones de muestreo a cada 5 m.



Los marcos de muestreo se diseñaron con dimensiones de 50 x 50 cm (0.25 m<sup>2</sup>), seccionados mediante una cuerda visible en 121 cuadros equidistantes, como se muestra en la **Figura 10**.

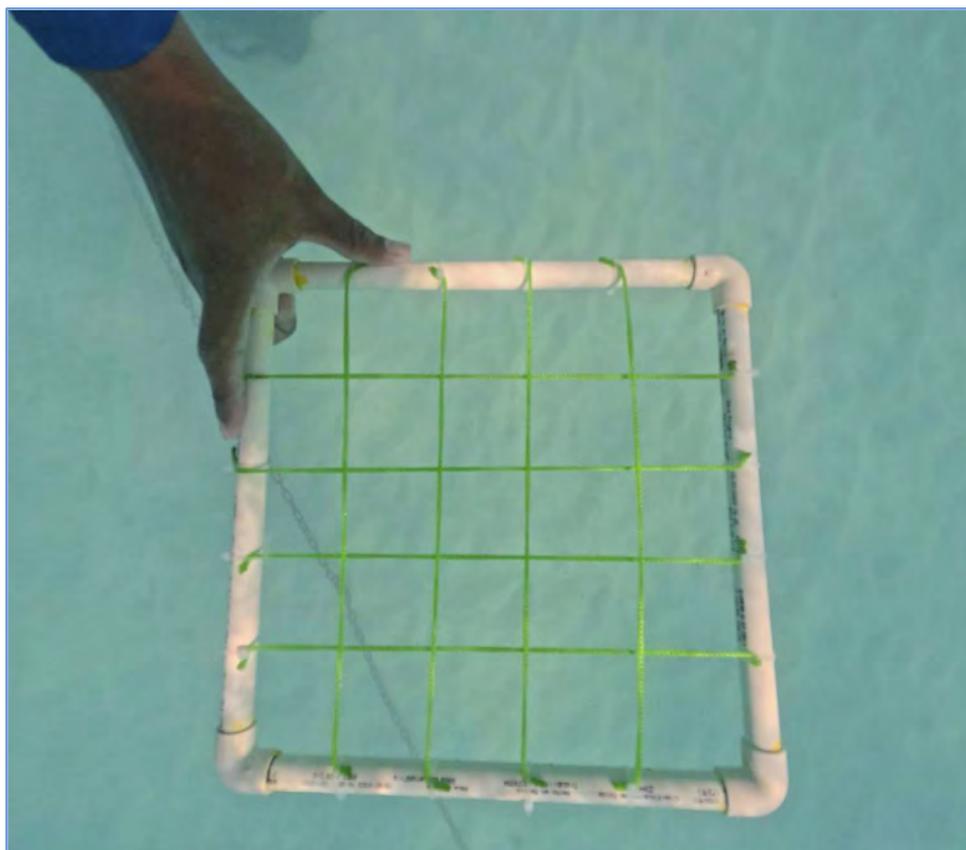


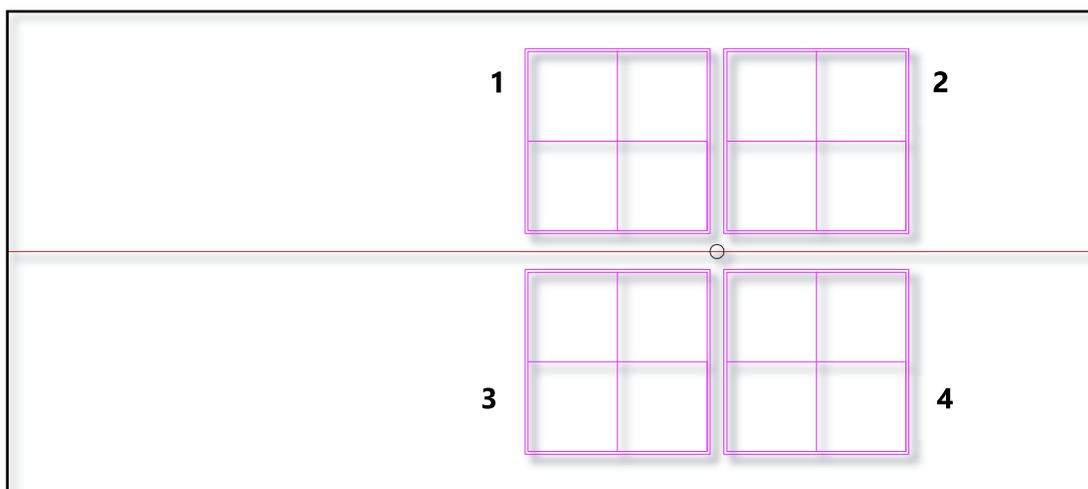
Figura 10. Marco de muestreo. Fotografía tomada durante el muestreo.

### **Determinación de la cobertura viva y el número de organismos**

- ⊕ Tomando como centro la estación 1, colocamos el marco de 50x50 cm en la parte superior izquierda.
- ⊕ Antes de comenzar a recopilar la información se tomaron fotografías del marco teniendo cuidado en realizar una toma completa de la misma evitando que la sombra de la persona que tome la foto aparezca en ella
- ⊕ Posteriormente se determinó la cobertura viva de los organismos sésiles coloniales y las macroalgas que se encontraron al interior del marco. Para el cálculo de la cobertura viva

se utilizaron las 100 intersecciones del marco (donde se cruzan las líneas de los 121 cuadros). Se observó y contó el número de puntos que encuentran o tocan a los organismos sésiles (esponjas y otros), pastos marinos o macroalgas.

- ⊕ Adicionalmente a la toma de datos de cobertura viva que se encuentran en los puntos de intersección, también se contó el número de organismos en nuestra área de muestreo.
- ⊕ El área cubierta por estación de muestreo fue de 1 m<sup>2</sup> (1 x 1 m). Como el marco de muestreo sólo mide 50 x 50 cm, se realizaron 4 cuadratas distribuidas de la siguiente manera: Cuadrata 1, parte superior izquierda con respecto a la estación 1; Cuadrata 2, parte superior derecha con respecto a la estación 1; Cuadrata 3, parte inferior izquierda con respecto a la estación 1; y Cuadrata 4, parte inferior derecha con respecto a la estación 1 como se muestra en la **Figura 11**.



**Figura 11.** Distribución de las cuadratas en la estación de muestreo.

Para determinar el porcentaje de cobertura viva se sumaron todos los puntos pertenecientes a la misma especie de organismo que encontramos en cada estación.

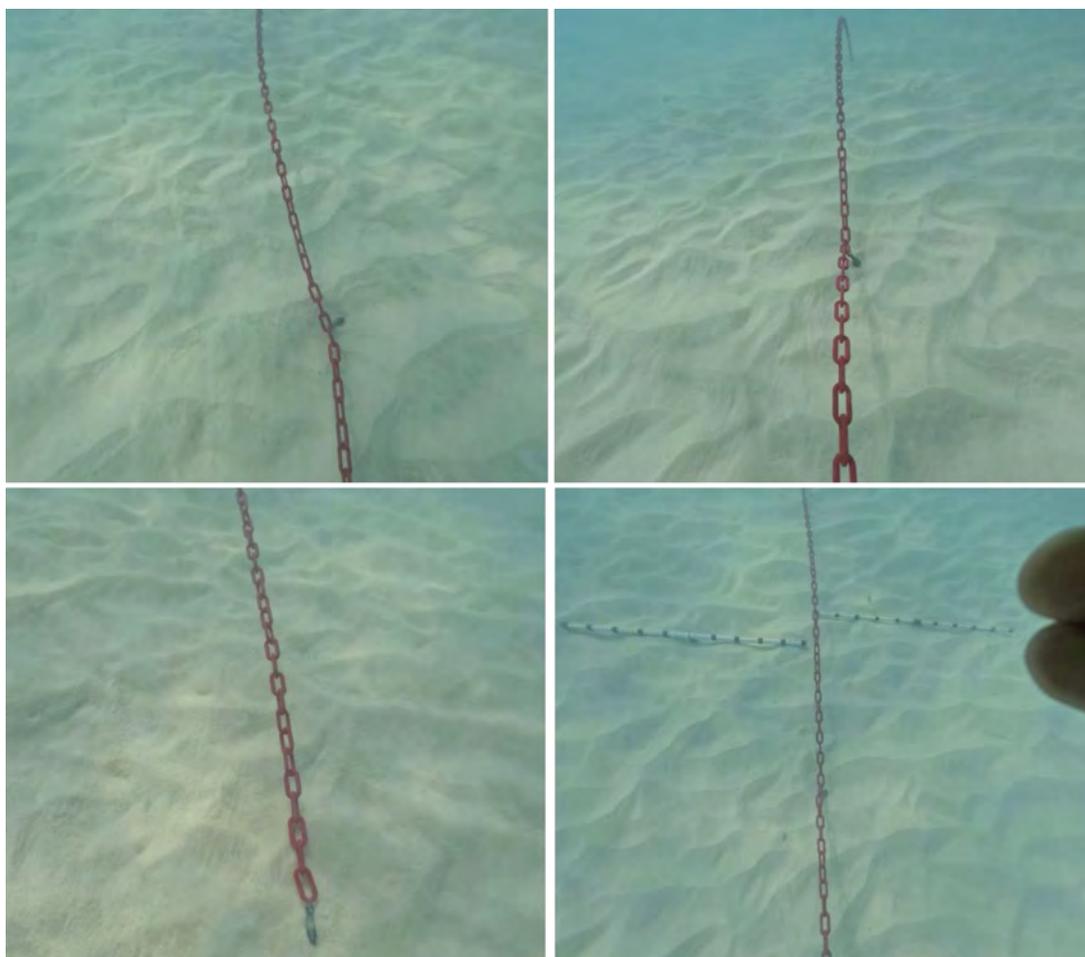
Ejemplo: si tenemos que en la estación 1, las algas verdes tienen un total de 8 puntos en la cuadrata 1, 5 en la cuadrata 2, 0 en la cuadrata 3 y 10 en la cuadrata 4, el porcentaje de cobertura viva estaría representado por la suma de todos los puntos que en total para nuestro ejemplo es de un 5.75% de cobertura viva de alga verde.

$$\text{Porcentaje} = \frac{\text{\# de puntos de un mismo organismo} * 100}{\text{\# total de puntos por estación}}$$

Para calcular la densidad de los organismos encontrados en la estación correspondiente, se sumaron los organismos de cada cuadrata y se dividieron entre el área total muestreada que fue de 1 m<sup>2</sup>; por ejemplo, si encontramos 3 erizos en la cuadrata 1, 1 en la cuadrata 2, 1 en la cuadrata 3 y ninguno en la cuadrata 4, el total de erizos en la estación 1 es de 5, por lo tanto, la densidad de este organismo en esta estación es de 5 erizos por 1 m<sup>2</sup>.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{número total de organismos de un mismo grupo}}{\text{área total}}$$

En las **Figura 12, 13, 14 y 15** se muestran las actividades realizadas en campo durante el muestreo.



**Figura 12.** Colocación de las estacas para marcar los puntos inicial y final de cada transecto.

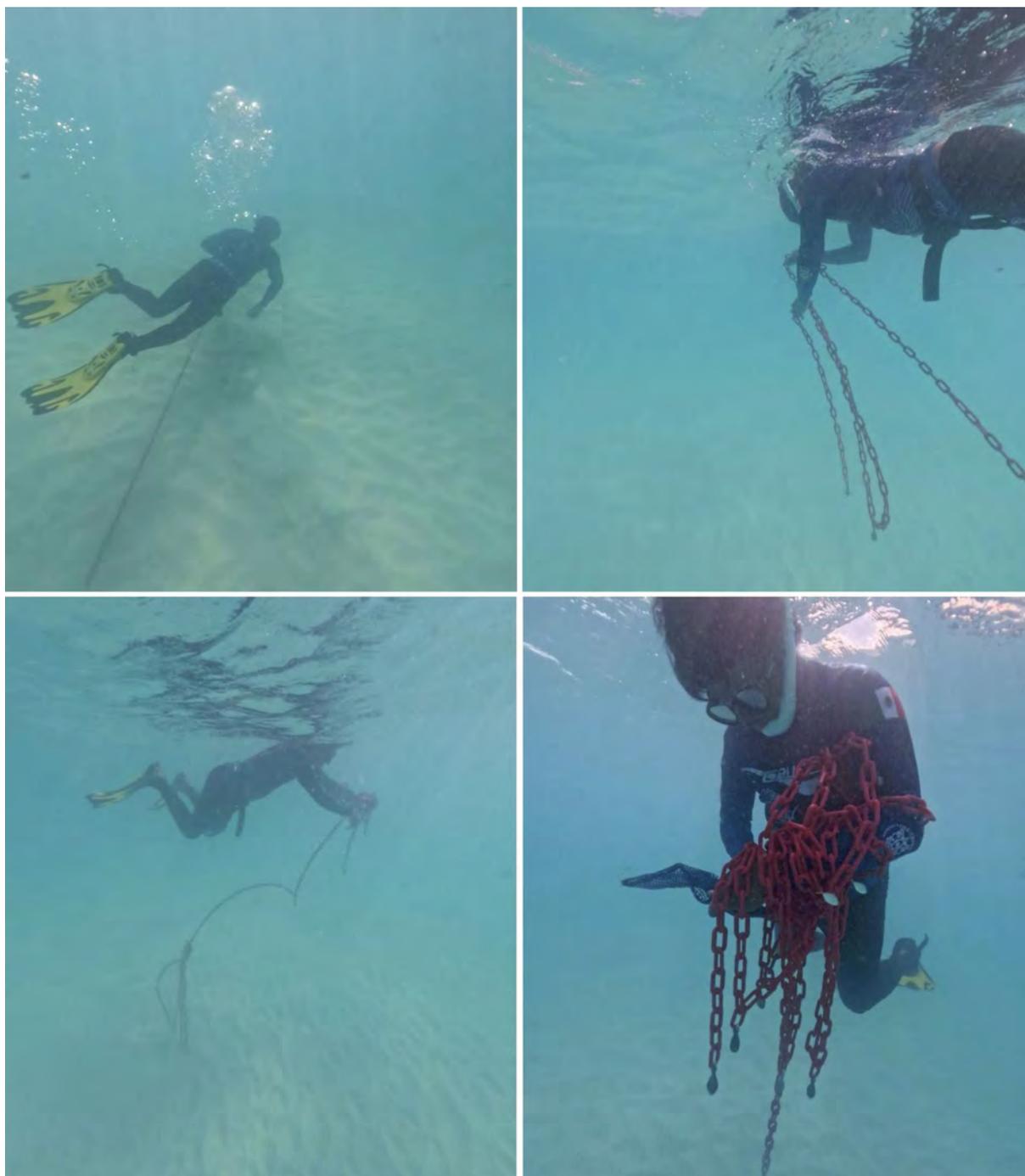


Figura 13. Trazado de los transectos de muestreo.



Figura 14. Instalación del marco de muestreo en cada estación.



Figura 15. Registro de datos por cada estación de muestreo.

## Usos de suelo y vegetación

Conforme al estudio realizado en campo según la metodología antes descrita, se determina que, al interior del sitio del proyecto, sólo se observa sustrato conformado por arenas medias en un 62%, con un 33% de arenas gruesas y solamente un 5% de arenas finas, con ausencia total de flora marina (**Figuras 16 y 17**).

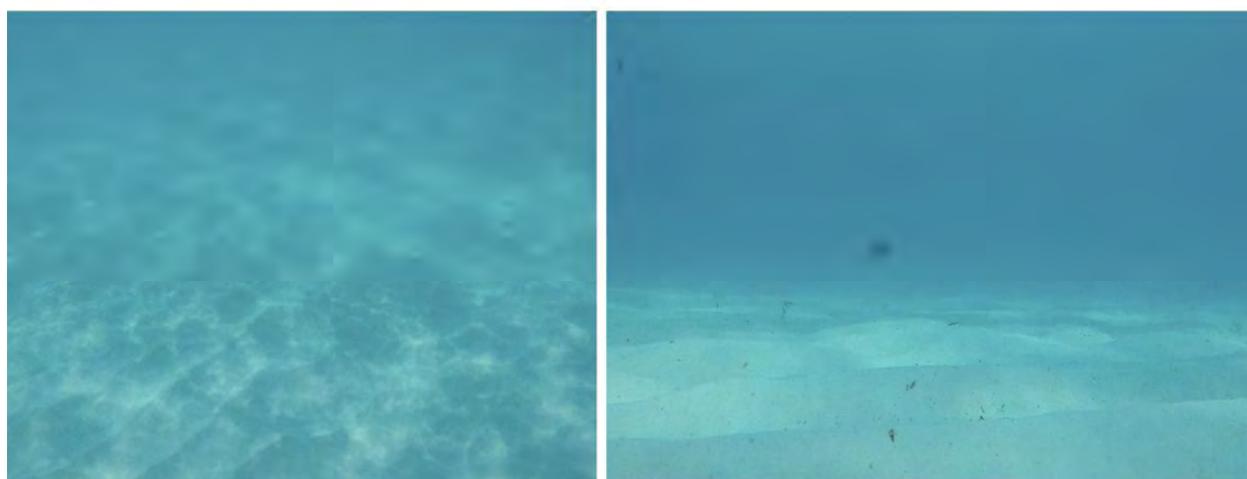
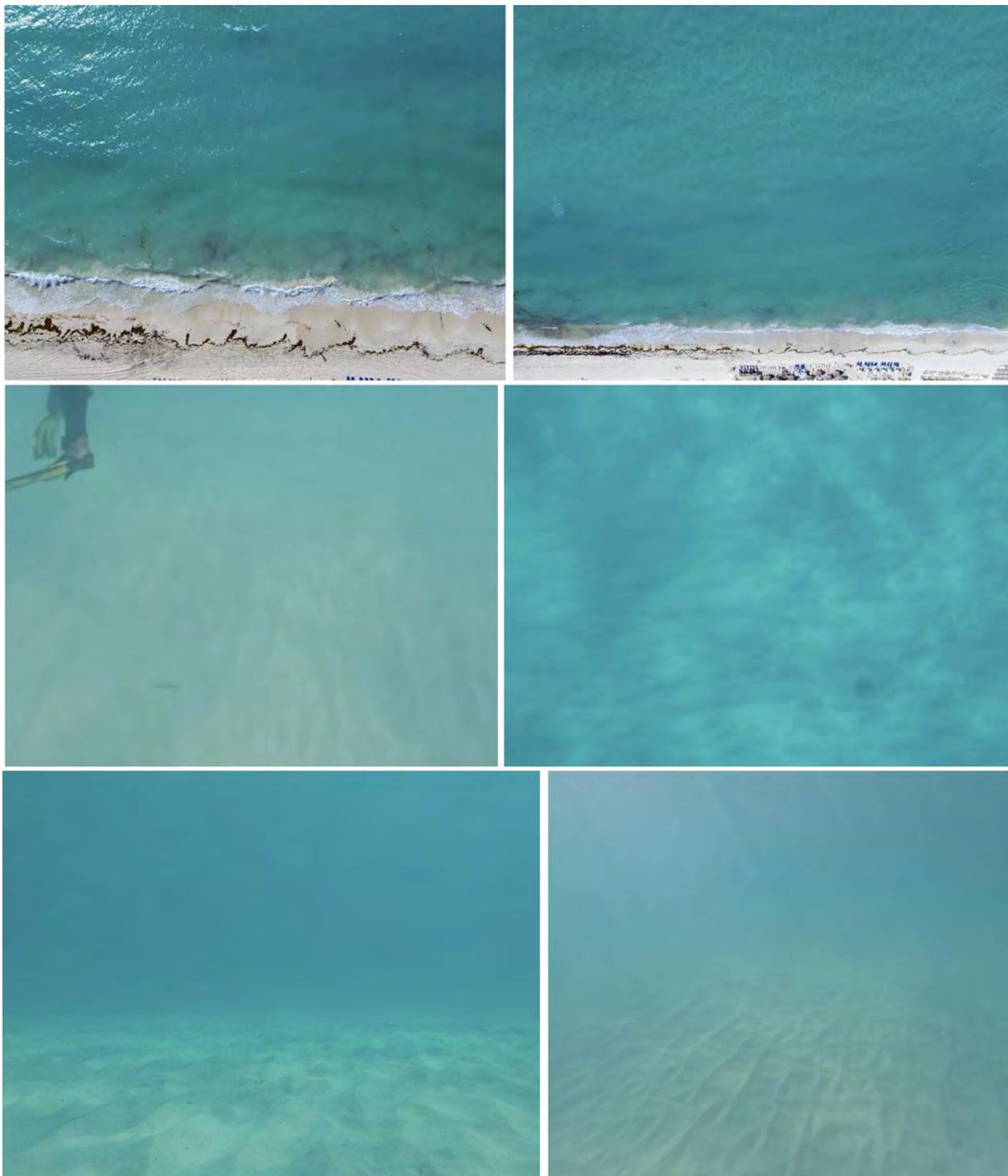


Figura 16. Sustrato del fondo marino, con ausencia total de flora marina.



**Figura 17.** Sustrato del fondo marino, con ausencia total de flora marina.

## b) Fauna marina

### Metodología del inventario

Para el muestreo de fauna se aplicó el método de censo visual a través de transectos con ancho de banda fijo (ver **Figura 18**), lo cual permitió obtener estimaciones de la riqueza de especies.

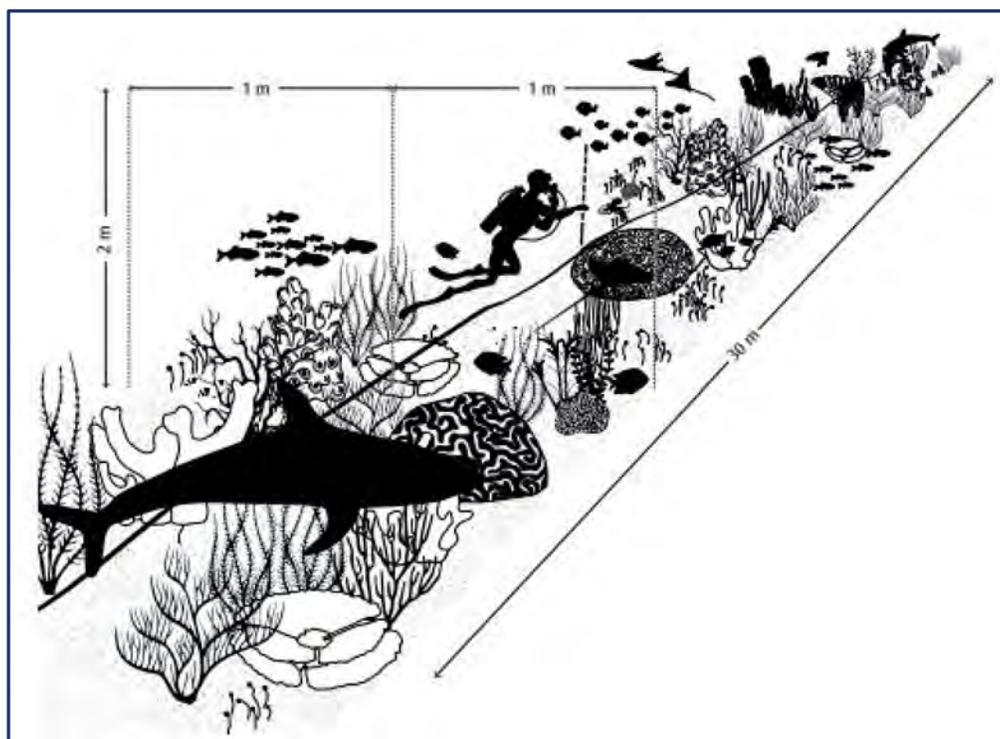
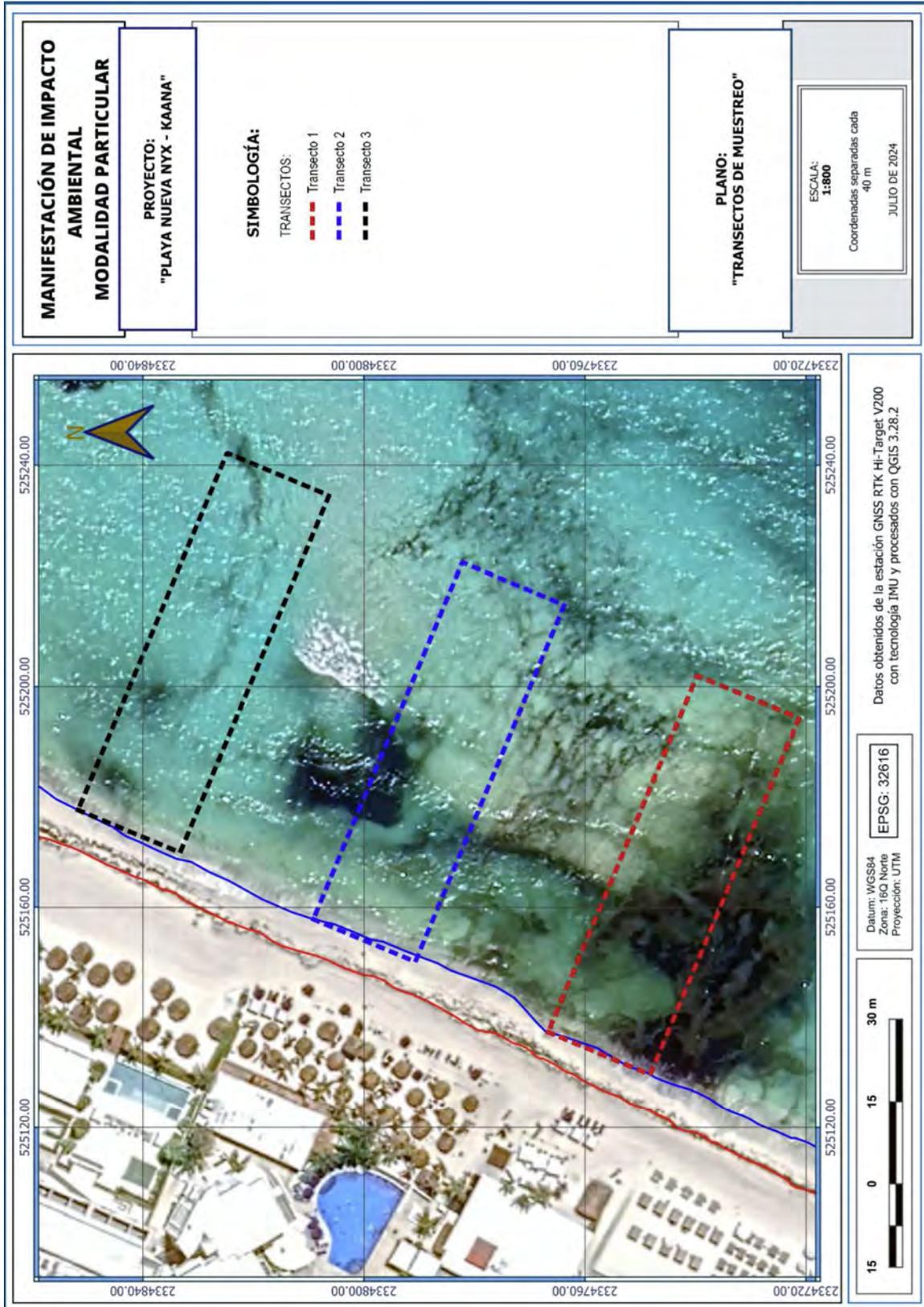


Figura 18. Ejemplificación del inventario de fauna marina por transecto de banda fija.

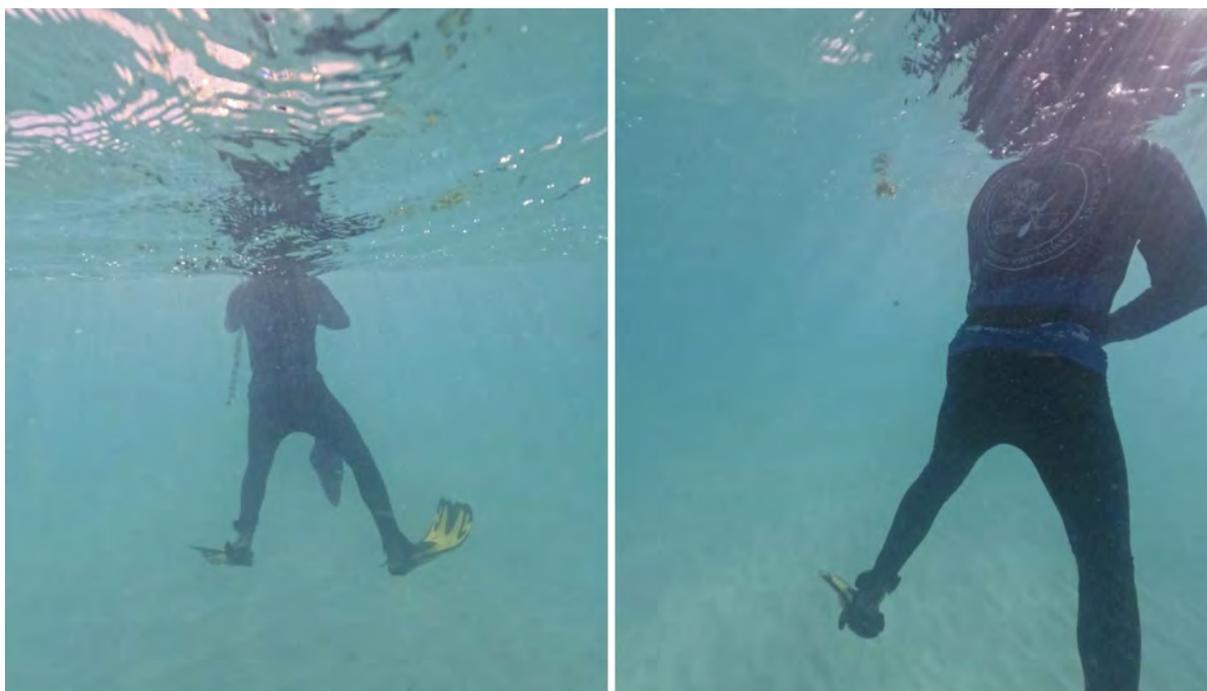
En la aplicación de este método se realizaron las siguientes actividades:

- Mediante la aplicación del método del **transecto de banda fijo (30 x 70 m)**, se llevaron a cabo inmersiones y buceos superficiales (snorkel) de 60 minutos de duración (ver mapa de la **página 132**).



- Se realizaron al menos dos censos por transecto.
- Se anotó en la tabla acrílica el sentido del recorrido y el nivel de profundidad.
- A partir de este punto dos investigadores se desplazaron libremente en direcciones opuestas, empleando 30 minutos en una dirección y otros 30 minutos para retornar al punto de partida (dos censos).
- El primer desplazamiento se realizó nadando erráticamente por el límite inferior de profundidad que se evalúa y el retorno por el límite superior.
- Se registró en la tabla acrílica todas las especies de fauna observadas durante los desplazamientos. Para ello el investigador utilizó todo el conocimiento que posee acerca del hábitat; además de registrar las especies de hábitos suprabentónicos, examinando cuidadosamente grietas, esponjas, parches de arena o cualquier posible refugio para los peces.

En la **Figuras 19 y 20** se observan las actividades realizadas durante el muestreo de fauna marina.



**Figura 19.** Buceos errantes realizados durante el inventario de fauna marina.



Figura 20. Buceos errantes realizados durante el inventario de fauna marina.

### Resultados del inventario (composición de especies)

En la **Tabla 6** se indica el listado de especies registradas durante el muestreo de fauna realizado de acuerdo con la metodología propuesta. Cabe mencionar que sólo fue posible el registro de peces óseos.

TABLA 6. ICTIOFAUNA (PECES ÓSEOS)		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon artifrons</i>	Bolín pelota
Haemulidae	<i>Haemulon plumieri</i>	Chak chi
Haemulidae	<i>Haemulon parra</i>	Ronco
Syngnathidae	<i>Syngnathus abaster</i>	Pez aguja

## ANEXO FOTOGRÁFICO



## 4.5. CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA COSTERA

La zona litoral es uno de los ambientes más dinámicos y complejos que se tienen en nuestro planeta, donde se conjugan factores geológicos, oceanográficos, biológicos, meteorológicos y antropogénicos. Actualmente el cambio climático juega un papel importante en este ambiente debido al aumento del nivel medio del mar y al incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Lo anterior conlleva diferentes amenazas como son la erosión costera, las inundaciones causadas por marea de tormenta y por el desbordamiento de ríos durante lluvias extremas, entre otros.

Estas amenazas impactan en el ambiente, en la población y sobre las diferentes actividades económicas de las zonas costeras, lo cual hace que sea necesario el estudio de la dinámica costera.

### 4.5.1. Morfología de la zona litoral

El norte de la península de Yucatán es una extensa plataforma continental carbonatada, parcialmente emergente. La zona turística de Cancún, localizada en la zona noreste de la península, tiene rasgos conspicuos. Esta región se caracteriza por pendiente suave y baja profundidad; las playas son extensas y de arenas blancas calcáreas.

Desde Punta Cancún, aproximadamente 6 km con dirección sursuroeste, hasta punta Nizuc, se encuentra la zona hotelera de Cancún, donde resultados de los levantamientos topográficos que se han realizado, indicaron que estas playas tienen en promedio una pendiente de 7.1%, una altura de 1.5 m y una amplitud de 55 m<sup>2</sup>.

### 4.5.2. Batimetría

La batimetría, aplicada al medio marino, es la medición de las profundidades para determinar la topografía del fondo del mar. Su medición implica la obtención de datos con los valores de la profundidad y la posición de cada uno de los puntos muestreados. Estos puntos de posición, al igual que ocurre con la altimetría, están formados por coordenadas X, Y, Z.

---

<sup>2</sup> Estudio de la vulnerabilidad y programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático en diez destinos turísticos estratégicos, así como propuesta de un sistema de alerta temprana a eventos hidrometeorológicos extremos". Sección III. Vulnerabilidad del destino turístico Cancún. Fondo sectorial CONACYT-SECTUR. Proyecto Clave: 165452

A partir de los puntos muestreados, se pueden definir líneas con el mismo valor de profundidad, estas líneas reciben el nombre de isóbatas. El conjunto de todas las isóbatas de una determinada zona da lugar al modelo batimétrico que determinará cómo se estructura el fondo marino.

Además de obtener información sobre la profundidad de cada uno de los puntos medidos, el análisis completo de la batimetría de una determinada zona de estudio permite obtener información muy detallada sobre la forma y estructura del lecho marino sobre cómo es su estructura geológica y geomorfológica.

Un estudio batimétrico se puede llevar a cabo mediante diferentes técnicas, el uso de cada una de ellas puede dar diferentes resultados en función de la precisión utilizada. Entre las técnicas más usadas destacan las ecosondas Monohaz y Multihaz. Este sistema permite emitir ondas de sonido que miden la distancia entre la superficie del agua y el fondo marino, así como objetos suspendidos en esta o que reposan en el fondo.

La diferencia entre el mono y multihaz es que la sonda monohaz permite obtener la profundidad en un punto, de forma que al mover la embarcación se tiene la batimetría de una línea; mientras que la sonda multihaz permite obtener la profundidad de una línea, de forma que al mover la embarcación se tiene la batimetría de un área (abanico de información).

La batimetría en la zona se presenta en la **Figura 21**, y de acuerdo con las secciones batimétricas, se puede observar que, desde la playa hasta aproximadamente 4 km costa afuera, se tiene una pendiente suave (1%), y de allí la pendiente cambia de manera abrupta (5%). Se observan que las isóbatas bajan de manera monótonica desde la costa hasta una profundidad de 30 m, con pocas irregularidades y con una pendiente de 1.7%.

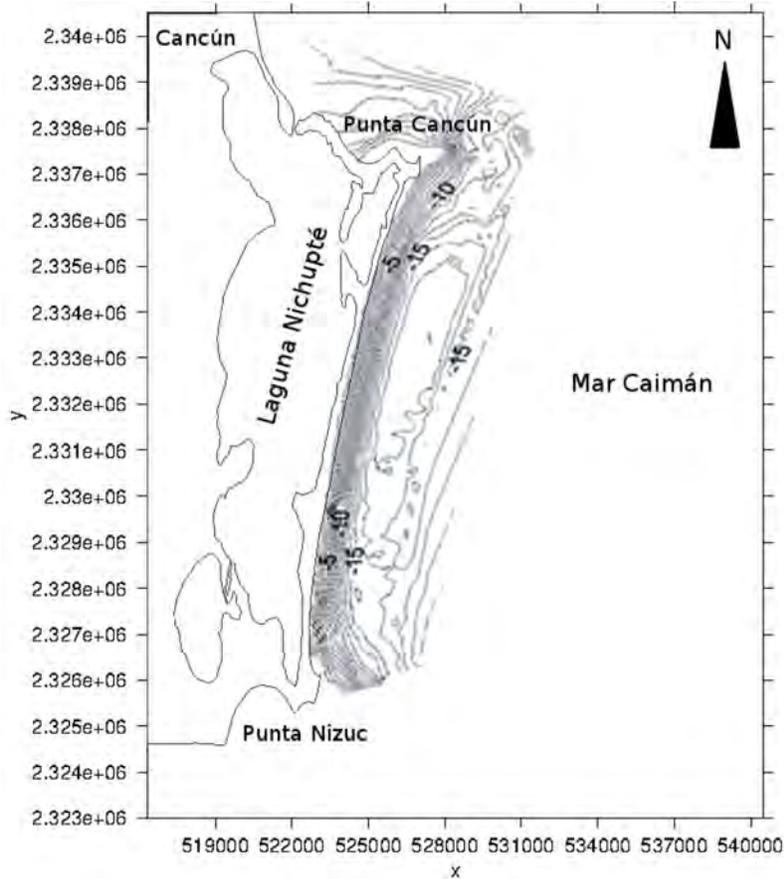
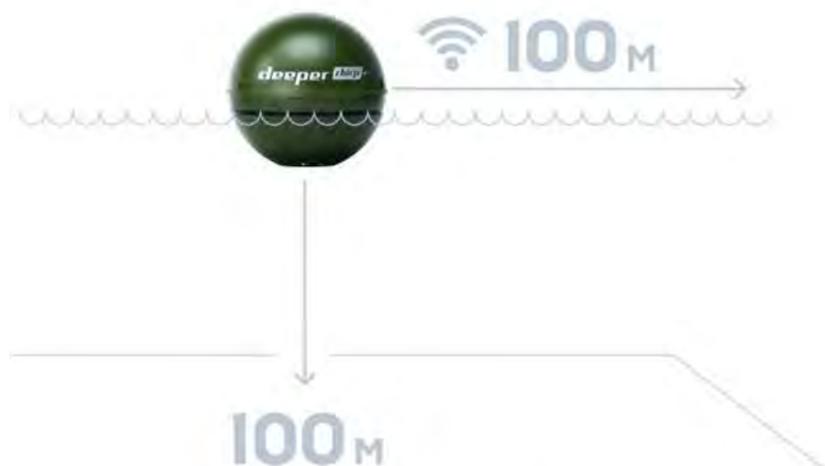


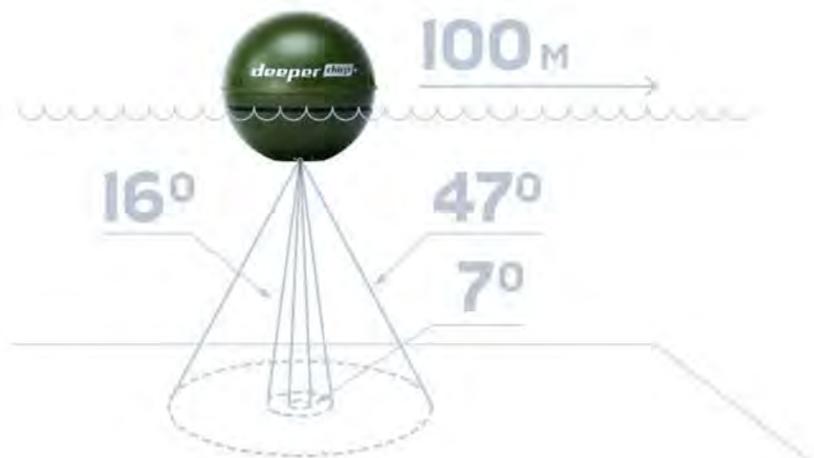
Figura 21. Batimetría de la zona.

Para la batimetría del área de estudio de nuestro proyecto, utilizamos un sonar **Deeper Smart CHIRP** (Compressed High Intensity Radiated Pulse por sus siglas en inglés o pulso radiado y comprimido de alta intensidad), el cual emite un flujo continuo de frecuencias, desde frecuencias bajas hasta frecuencias altas y, por este motivo, las lecturas son considerablemente más claras y ofrecen una resolución superior con respecto a los sonares tradicionales.

Con esta sonda que incorpora tecnología CHIRP, los ecos indeseados de la superficie y el ruido son mínimos, por lo que pueden esperarse lecturas sonar precisas en aguas poco profundas o en aguas profundas de hasta 100 metros.



Se trata de una sonda multihaz de ángulo amplio  $47^\circ$  (100 kHz). Se puede utilizar con un ángulo medio de  $16^\circ$  (290 kHz) para explorar con más detalle un punto crítico localizado; o en su caso, si se requiere mayor detalle puntual se puede utilizar el ángulo estrecho de  $7^\circ$  (675 kHz).



En las siguientes fotografías se muestran las actividades realizadas en campo durante el estudio batimétrico (**Figura 22**).

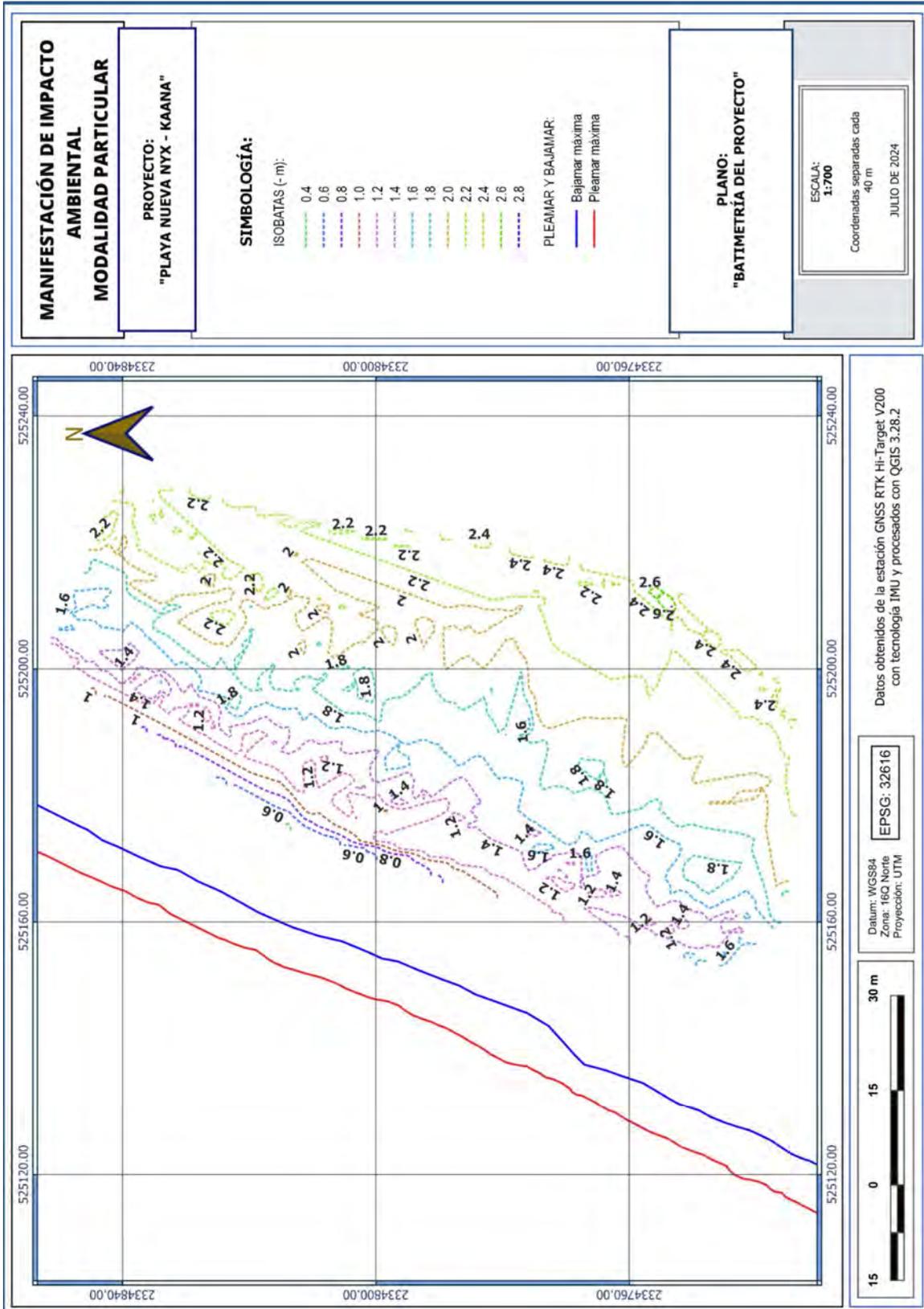


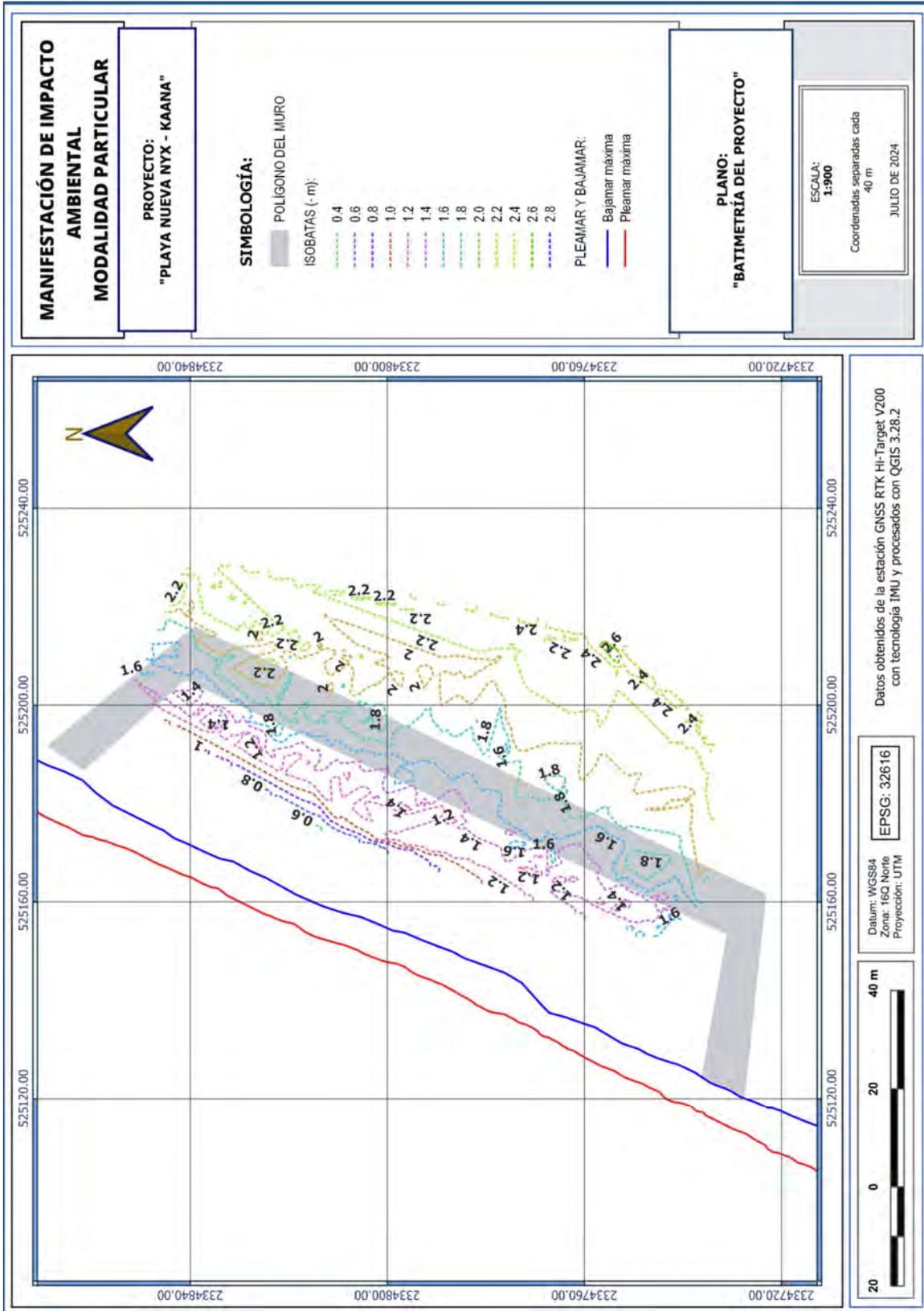
Figura 22. Recorridos realizados en el trayecto de la batimetría con el sonar Deeper Smart CHIRP.

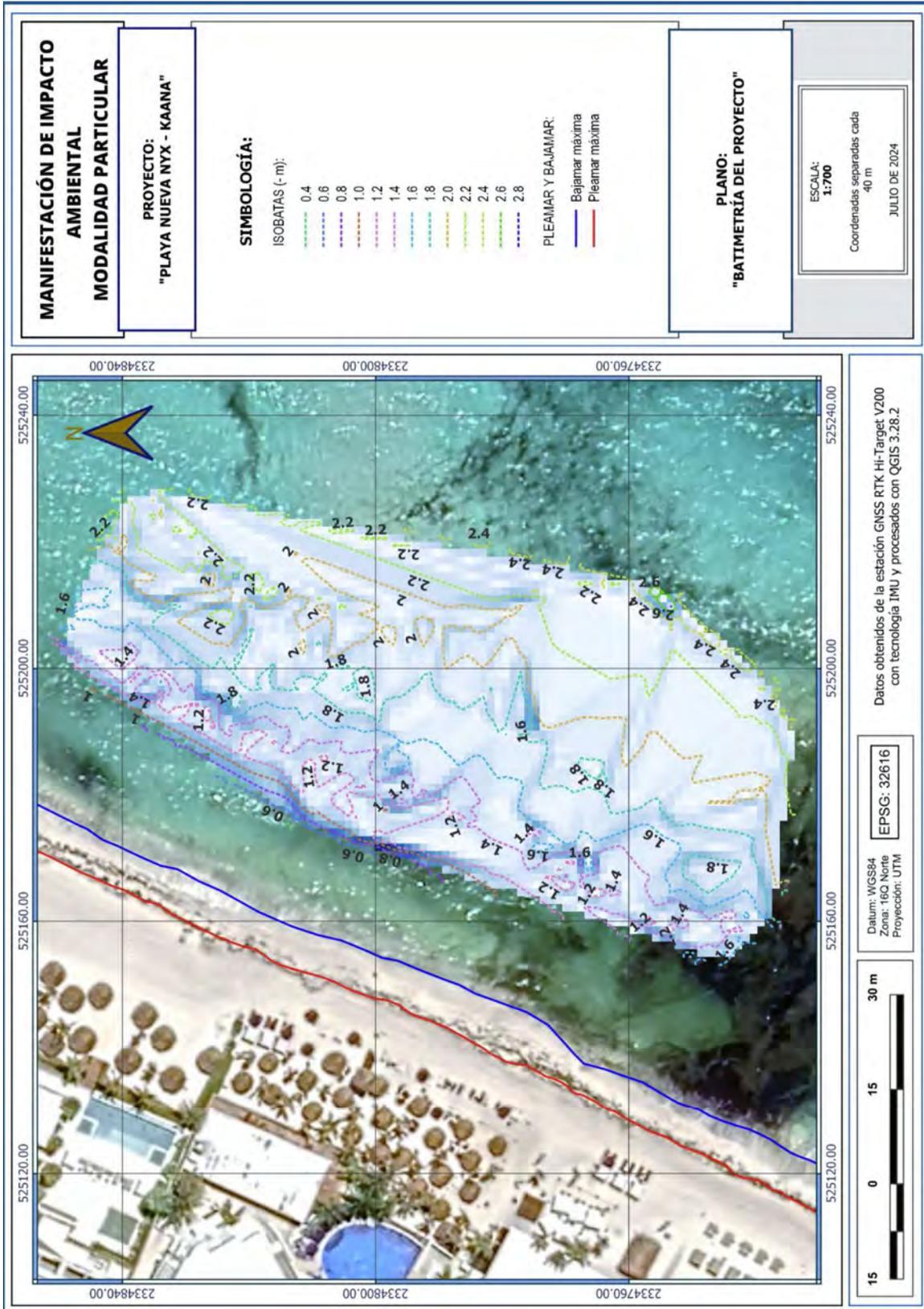
De acuerdo con los resultados obtenidos con la batimetría realizada, la profundidad mínima registrada en la zona de estudio está en la isobata de -0.60 metros próxima a la línea de costa; en tanto que la profundidad máxima registrada se dio en la isobata de -2.80 metros.

Con base en esas isobatas y el modelo digital del terreno (fondo marino), obtenidos con la batimetría, se pudo identificar una plataforma que presenta profundidades de 0.6 a 2.80 metros conforme se aleja de la línea de costa.

En los planos de las páginas **141, 142 y 143** se presentan las isobatas y la batimetría realizada conforme a la metodología antes descrita.







### 4.5.3. Corrientes marinas

Según las causas que las producen y aquellas que las condicionan, las corrientes que se observan en el mar pueden ser permanentes o circunstanciales, persistentes o alternadas, veloces o lentas, superficiales o profundas.

Los diversos procesos que afectan la densidad del agua alteran la distribución de la masa en el mar; el viento comunica a la superficie un cierto esfuerzo, y la atracción del Sol y la Luna hacen variar el nivel del mar. Los efectos de estos fenómenos son la generación del movimiento de las aguas en la forma de un flujo que es modificado por la rotación terrestre que lo desvía, la fricción interna del líquido que lo amortigua, y los accidentes geográficos que restringen su desarrollo.

Según las causas que las provocan pueden distinguirse aquellas corrientes que son debidas a la distribución de la masa del agua, al viento, a las olas de superficie, a las ondas internas que tienen lugar en el seno del mar y a las mareas.

Las corrientes debidas a la distribución de la masa son las grandes corrientes oceánicas permanentes que transportan enormes volúmenes de agua en virtud de las diferencias de la densidad en superficie mantenidas por la acción de los procesos de calentamiento y enfriamiento, precipitación, aporte de agua fluvial, condensación de vapor de agua en la superficie y fusión del hielo.

El viento transmite a la superficie del mar, por fricción, un esfuerzo que ésta comunica a su vez a las capas inferiores generando una corriente poco profunda que, donde éste sopla con persistencia continuada, toma el nombre de "corriente de deriva".

En las olas, las partículas del agua describen trayectorias que no son rigurosamente circulares, ya que después de cada vuelta han experimentado un leve avance en la dirección de propagación del movimiento ondulatorio, en cuya presencia tiene entonces lugar una corriente de superficie de muy poco espesor cuya velocidad es del orden de los 20 centímetros por segundo.

## Corrientes en la zona de estudio y su área de influencia

La modelación numérica hidrodinámica es una herramienta que permite estimar el campo de velocidad de la corriente en la zona bajo estudio.

La modelación numérica hidrodinámica realizada reproduce los patrones de circulación para la corriente de Yucatán, frente a la costa de Cancún, Quintana Roo, de manera específica en la zona hotelera entre las puntas Cancún y Nizuc, y en las inmediaciones de Isla Mujeres. Los resultados se presentan para dos intensidades de corrientes, una de 75 cm/s y otra de 150 cm /s. La Corriente de Yucatán es un ente energético con velocidades de alrededor de 150 m/s en su núcleo. En el verano, época de lluvias, la corriente viaja pegada a la costa con ligeras oscilaciones que la hacen “embarrarse” en la costa o pasar muy cerca de ella, presentando dicha velocidad, mientras que cuando se aleja la velocidad disminuye a 75 cm/s.

La **Figura 23** muestra los vectores de corriente cuando ésta viene del sursureste (SSE) con velocidad inicial de 75 cm/s. Se observa que incide sobre la zona hotelera y gira hacia el norte, para seguir el contorno de la costa. Al norte de Punta Cancún, enfrente de El Meco, se forma un remolino ciclónico de baja intensidad, y para el norte, frente a Laguna de las Blancas, la corriente sigue con componente norte.

La **Figura 24** muestra la simulación de la corriente proveniente del sursuroeste (SSW), con velocidad inicial de 150 cm/s, y vectores proporcionales a la velocidad. El patrón es similar al de la velocidad de 75 cm/s, y al incrementar la velocidad de la corriente, su influencia sobre la zona costera disminuye. Se genera una celda de recirculación que se presenta enfrente de la playa entre Punta Cancún y el hotel JW (Marriot). Algo de circulación anticiclónica se muestra al noreste (NE) de Isla Mujeres.

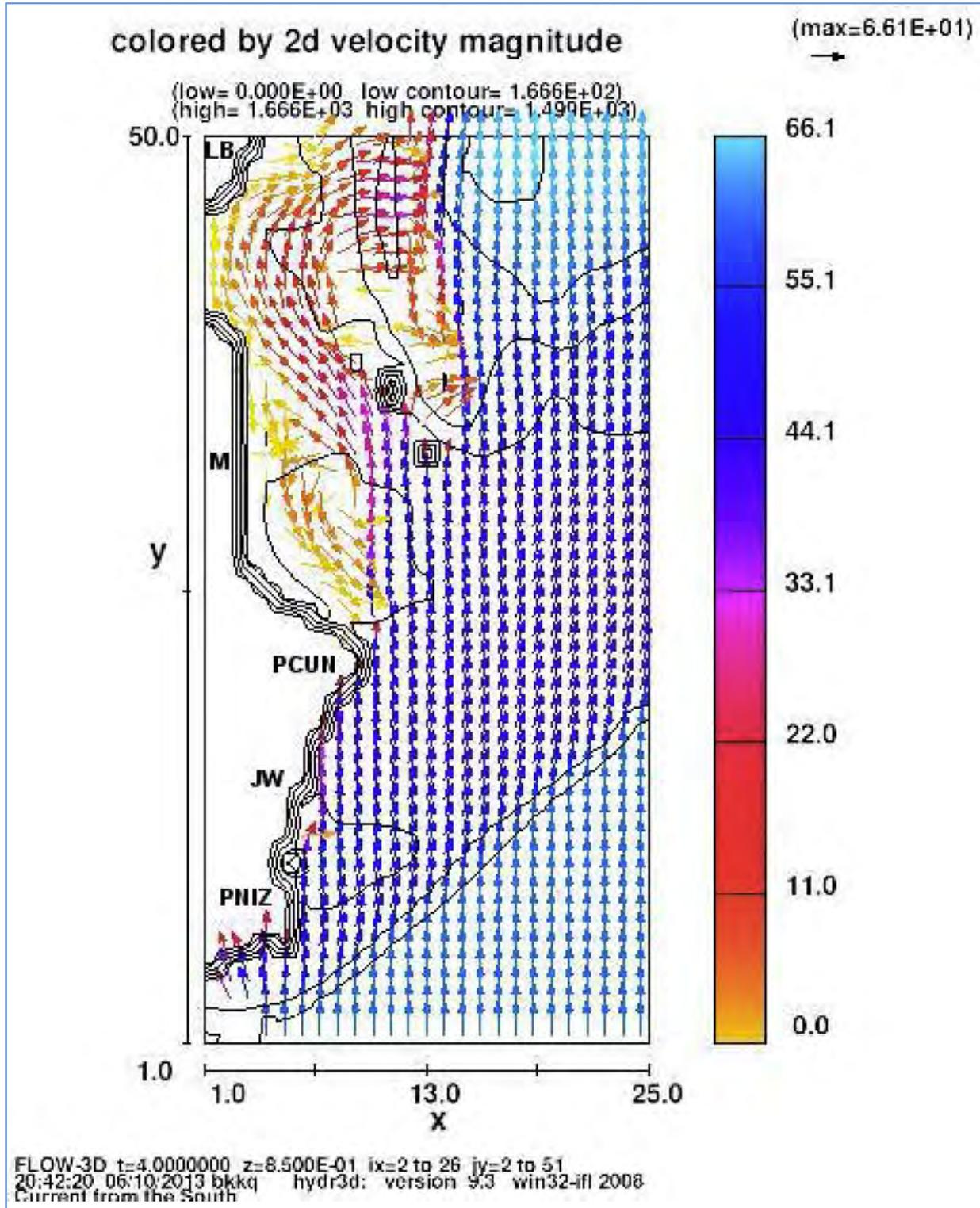
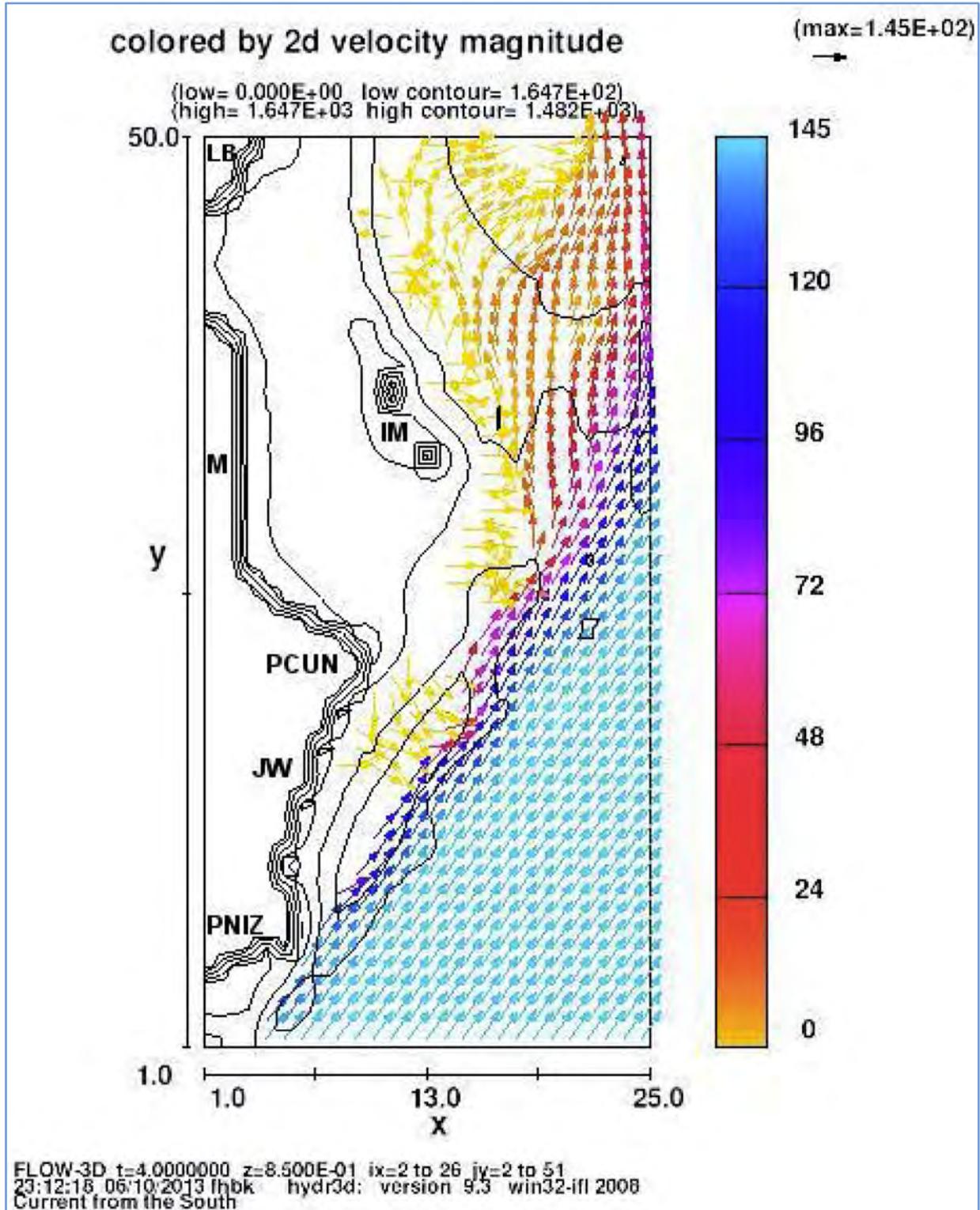


Figura 23. Vectores resultantes (cm/s) de la modelación numérica frente a la zona hotelera y Bahía de Isla Mujeres, cuando la corriente viene del sur-sureste.



**Figura 24.** Vectores resultantes (cm/s) de la modelación numérica frente a la zona hotelera y bahía de Isla Mujeres cuando la corriente viene del sur-suroeste (SSW) con vel. Inic. de 150 cm/s.

Las simulaciones permitieron observar celdas de recirculación. Dos son las que se muestran con cierta constancia. Una es en la zona hotelera entre las Puntas Cancún y Nizuc, por enfrente del hotel JW (Marriot), y la otra dentro de la Bahía de Mujeres frente al poblado El Meco. También fue patente la circulación anticiclónica frente a la Laguna Las Blancas, al norte de Isla Mujeres.

La falta de circulación en las zonas protegidas cuando la corriente viene del sector suroeste (SW), es generada por la sombra que genera Punta Nizuc y la protección dentro de la Bahía de Mujeres. Se hace mención que no se observa circulación ciclónica en estas puntas, probablemente porque el escalón batimétrico es fuerte y logra separar y disminuir el efecto de la corriente de alta velocidad.

### **Corrientes en el sitio de desplante de la obra**

Los métodos de medición de corrientes se basan en dos maneras diferentes de describir los movimientos del agua:

1. **El método Euleriano** que mide la intensidad y dirección de la corriente en un punto geográficamente fijo, representándose las corrientes de una región por los vectores correspondientes a los nodos de una grilla.
2. **El método Lagrangiano** que mide el movimiento del agua siguiendo el camino recorrido por una parcela de agua, durante un intervalo de tiempo suficientemente largo. Permite fijar una curva dentro del campo de corriente que se llama trayectoria. Si bien ambos métodos son complementarios, en algunas ocasiones conviene utilizar uno más que el otro.

Los métodos Lagrangianos más conocidos para medir corriente son los flotadores (el más común), las tarjetas derivantes, las manchas y los trazadores radioactivos.

La técnica de flotadores consiste en medir las posiciones a tiempo conocido de una boya u otro objeto que flote y que sea llevado por la corriente en deriva a una profundidad determinada.

El posicionamiento del flotador puede hacerse de distintas maneras: utilizando dos o tres teodolitos sobre la costa (el método más común), con un radar o con sistemas de posicionamiento electrónicos. En cada caso el flotador llevará al tope del mástil una bandera o luz, una pantalla de radar o un dispositivo electrónico.

Para nuestro estudio de caso utilizamos el método Lagrangiano, por medio de un derivador de corrientes tipo cruceta de sección 65x65 cm, debidamente compensado para flotabilidad neutra, y diseñado para minimizar el arrastre del viento sobre el elemento derivador, equipado con un geoposicionador satelital.

En cada sitio de medición, se efectuó el lance del derivador a profundidades variables. El recorrido del derivador fue registrado mediante un GPS, cronometrando dicho recorrido desde el lanzamiento, hasta el punto final de su recorrido. Con la información recolectada en terreno, se reconstruyeron las trayectorias seguidas por los derivadores, y se determinó la dirección y rapidez de sus desplazamientos.

Para determinar las líneas de flujo de las corrientes marinas, se realizó una campaña de medición en época de sicigia. En esa campaña se realizaron estudios lagrangianos con 3 lanzamientos a distintas profundidades, en condiciones de pleamar máxima.

Los lanzamientos se realizaron el 8 de abril del 2024 en fase de luna nueva (**Sicigia Lunar**). Estas mareas, también conocidas como "mareas vivas", se producen cuando la luna y el sol están en conjunción (luna nueva) o en oposición (luna llena). En este caso los efectos de ambos astros se suman y es por ello por lo que las pleamares de sicigias son más altas que las pleamares promedio y las bajamares son más bajas que las bajamares promedio. En las siguientes fotografías (**Figuras 25, 26 y 27**) se observan los trabajos realizados durante los lanzamientos.



**Figura 25.** Derivador utilizado para el estudio de las corrientes marinas.



Figura 26. Recorridos del derivador de corrientes.



Figura 27. Recorridos del derivador de corrientes.

En la **Tabla 7** se indican las coordenadas de los puntos de lanzamiento, así como la velocidad y distancia del recorrido.

TABLA 7. PUNTOS DE LANZAMIENTO Y TIEMPO DE RECORRIDO				
LANZAMIENTO	COORDENADA (UTM_WGS84_16Q)		TIEMPO DE RECORRIDO (min / seg)	LONGITUD DE RECORRIDO (m)
	X	Y		
L1	525212.1665	2334779.1769	30 / 1800	70.82
L2	525208.5733	2334795.1273	20 / 1200	48.67
L3	525225.8604	2334678.3591	40 / 2400	108.53
L4	525233.0816	2334732.9980	35 / 2100	86.61

### Resultados obtenidos:

En la **Tabla 8** se indican los resultados obtenidos en cada trayecto de los lanzamientos realizados.

TABLA 8. VELOCIDAD DE LAS CORRIENTES		
LANZAMIENTO	VELOCIDAD	DIRECCIÓN
L1	0.04 m/seg	Noroeste
L2	0.04 m/seg	Noroeste
L3	0.05 m/seg	Noroeste
L4	0.04 m/seg	Noroeste

De acuerdo con los resultados vertidos en las tablas que anteceden, se concluye que la velocidad promedio de las corrientes en sicigia lunar es de 0.04 m/seg en pleamar máxima; sin embargo, se nota una tendencia en la dirección de las corrientes hacia el Noroeste del área de estudio. En el plano de la **página 153** se muestra la trayectoria de los recorridos realizados por el derivador en los 4 lanzamientos.

Las mediciones de corrientes se muestran en la **Figuras 28**, por medio de "rosas de corrientes". Se observa la adecuada distribución de corrientes en la columna vertical de agua, con menores magnitudes en las capas próximas al fondo y las mayores en las zonas más cercanas a la superficie. También se observa que la mayoría de las corrientes de mayor magnitud, provienen del sector Sur - Oeste con dirección Noroeste. El 64% de las corrientes alcanzan velocidades de 0.1 a 0.3 m/s.

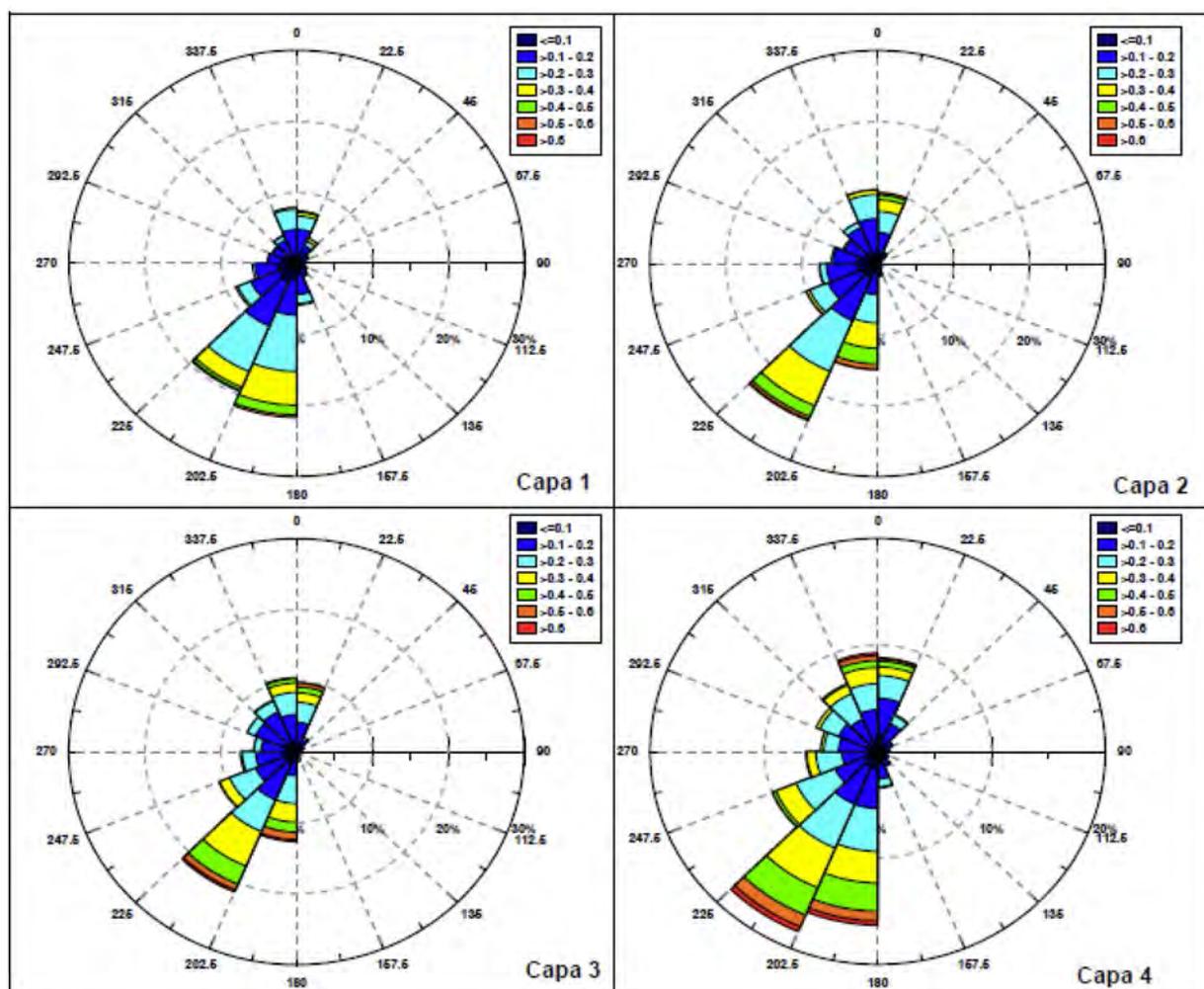
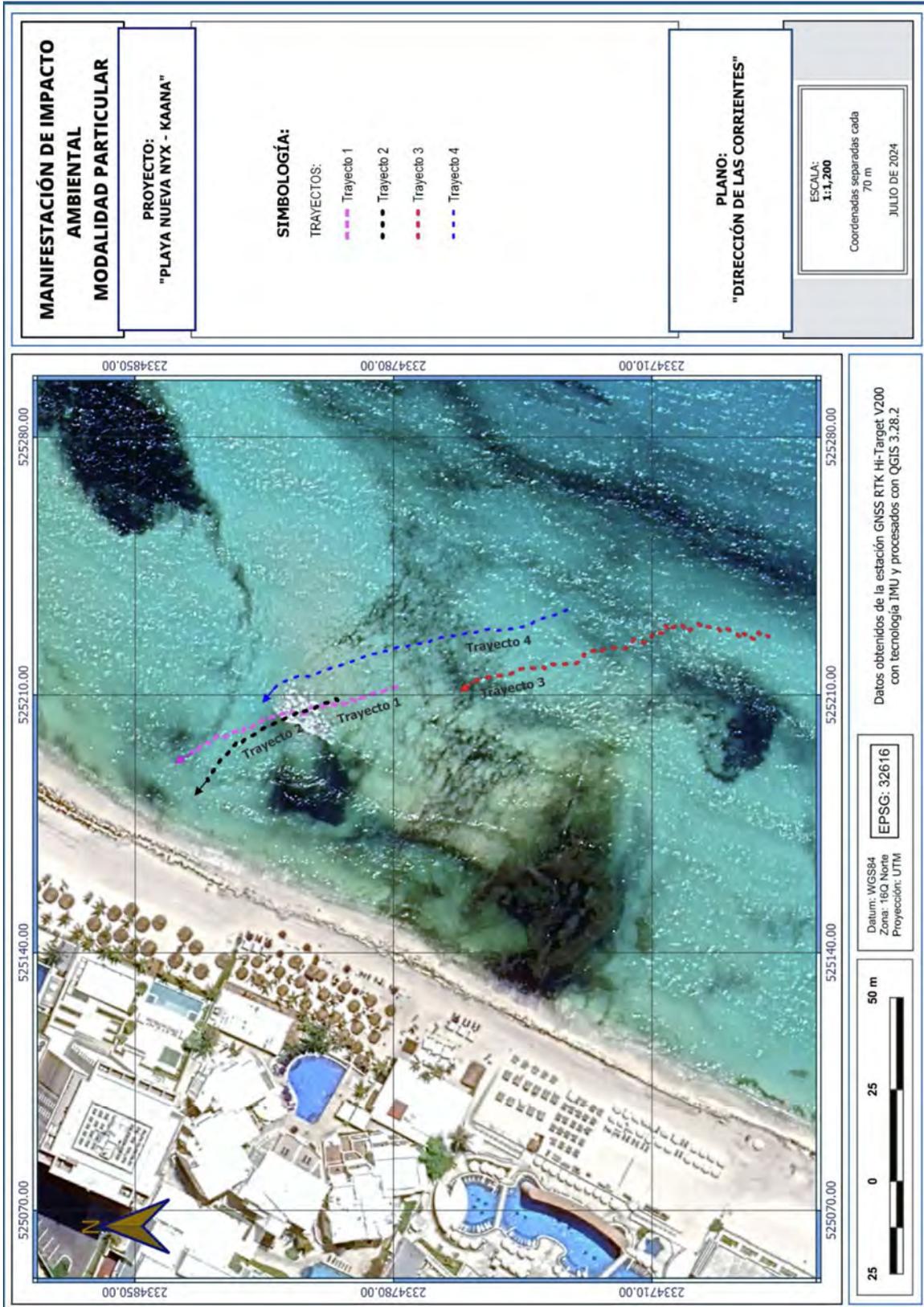


Figura 28. Rosa de corrientes distribuidas en la vertical.



#### 4.5.4. Mareas

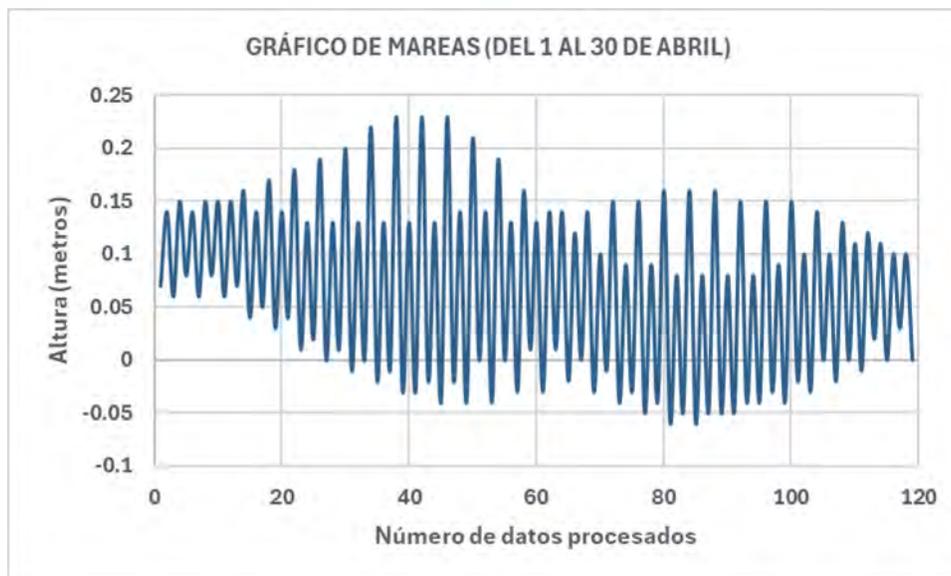
Los datos de las mareas presentes en el área de estudio fueron obtenidos de la Secretaría de Marina (SEMAR), a través del Centro de Control y Procesamiento de Datos (CECOPROD), específicamente de la Estación Mareográfica de Isla Mujeres, Quintana Roo.

Datos de la Estación	
Código :	MJRS1701
Estado :	Quintana Roo
Localidad :	I. Mujeres
Instalada :	24/05/1999
Situación :	En servicio
Latitud :	21° 15' 08" N
Longitud :	86° 44' 41" W
Transmisión :	Red Institucional
Sensor 1	
Nivel del Mar :	Presión
Muestreo :	1 min
Sensor 2	
Temperatura :	°C
Muestreo :	1 min

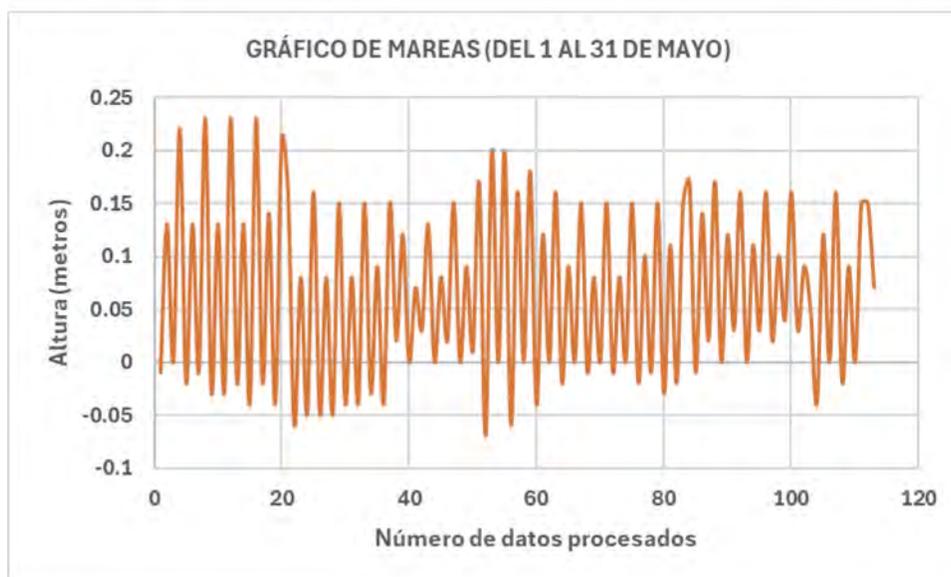


En total fueron procesados un total de 244 datos correspondientes a 4 meses de datos mareográficos (abril, mayo, junio y julio de 2024), registrados cada día a través de la estación de referencia.

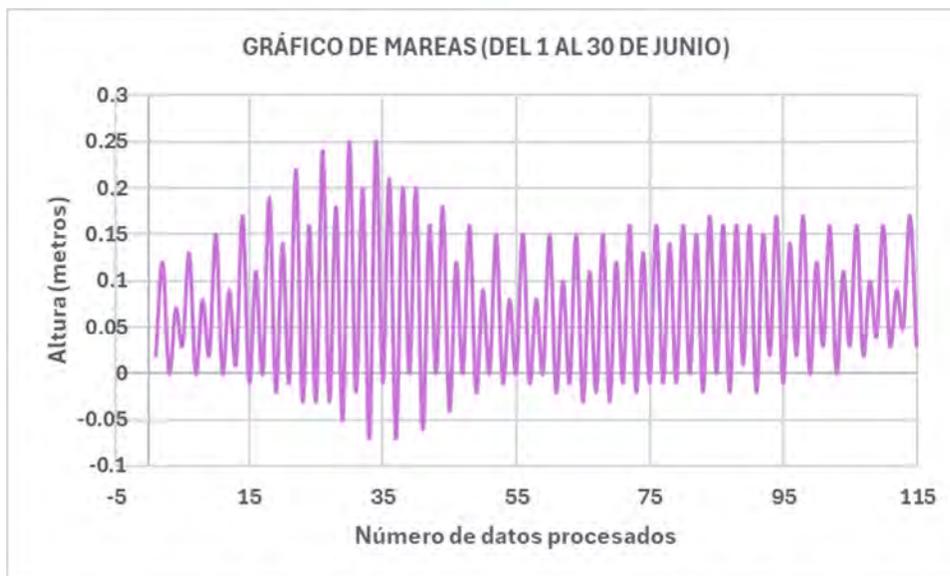
Con base en toda esa información, fue posible graficar las mareas registradas cada mes, así como los niveles de marea promedio para todo el período estudiado (enero-abril), como se muestra en las siguientes gráficas.



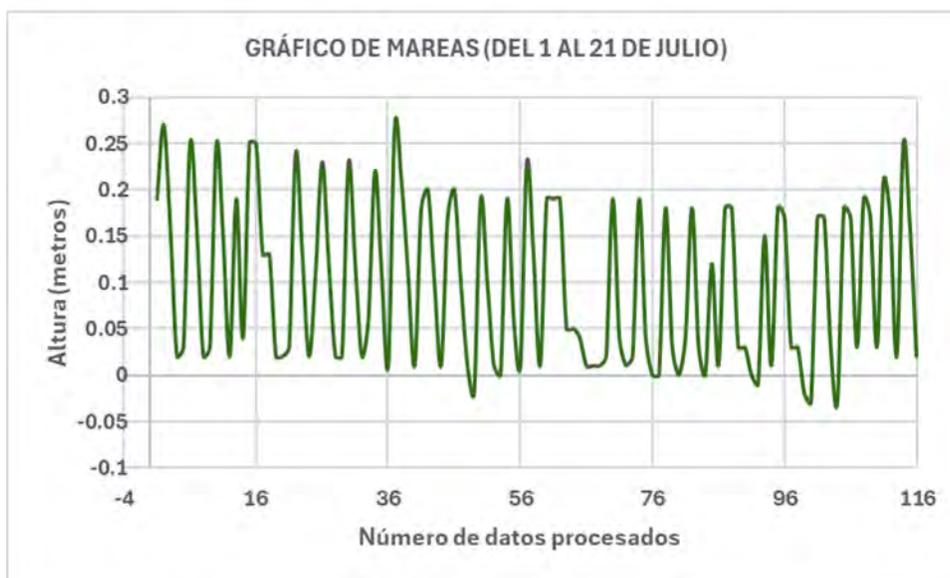
De acuerdo con el gráfico que antecede, se observa que la altura promedio de la marea en el mes de abril fue de 0.07 m; mientras que la altura máxima registrada fue de 0.23 metros el 7, 8 y 9 de abril en fase de luna nueva; y la altura mínima de -0.06 metros registrado el 22 y el 23 del mismo mes.



En el mes de mayo se observa que la altura promedio de la marea fue de 0.05 m; mientras que la altura máxima registrada fue de 0.22 metros el 8, 9 y 10 de febrero en fase de luna nueva; y la altura mínima de -0.09 metros registrado el 10 y el 11 del mismo mes.



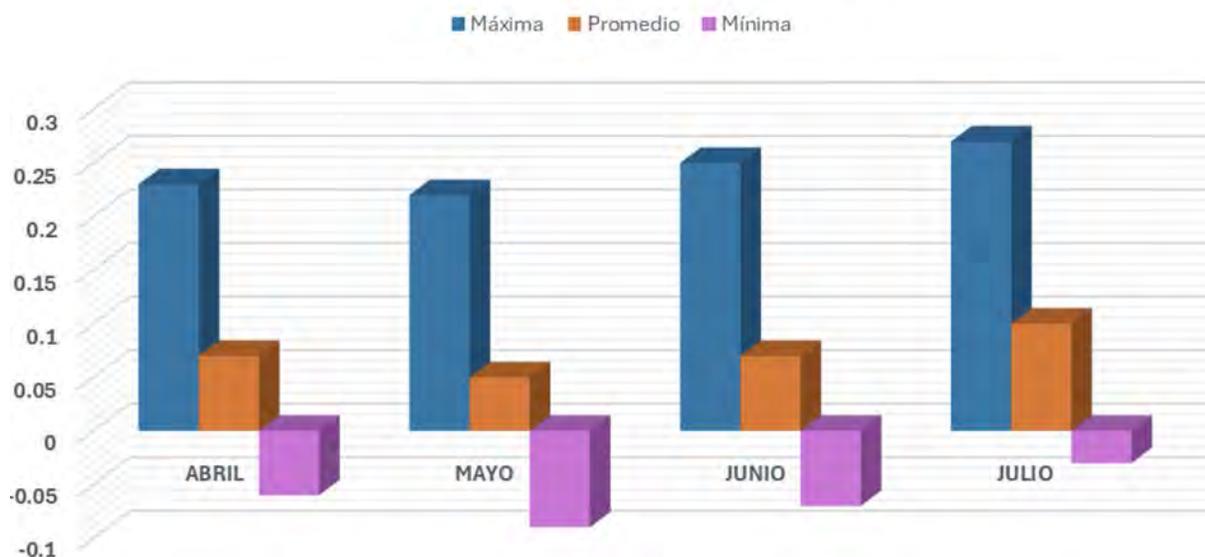
De acuerdo con el gráfico que antecede, se observa que la altura promedio de la marea en el mes de junio fue de 0.07 m; mientras que la altura máxima registrada fue de 0.25 metros el 6 y el 7 de junio, dos días antes de luna nueva; y la altura mínima de -0.07 m registrado el 10 y el 11 del mismo mes.



De acuerdo con el gráfico anterior, se observa que la altura promedio de la marea en el mes de julio fue de 0.10 m; mientras que la altura máxima registrada fue de 0.27 m el 5 y 6 de julio, tres días antes de la luna nueva; y la altura mínima de -0.03 m registrado el 7 y el 8 del mismo mes en fase de luna nueva.

De acuerdo con los gráficos que anteceden, se observa que la altura promedio de la marea en el período analizado fue de 0.07 m; mientras que la altura máxima registrada fue de 0.27 m en el mes de abril; y la altura mínima de -0.09 m registrada en el mes de mayo, como se observa en la siguiente gráfica.

VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS Y PROMEDIO DE MAREAS



#### 4.5.5. Oleaje

Las direcciones del oleaje para esta zona están determinadas por la ubicación geográfica. Del norte franco no llega oleaje porque la punta noreste de la península de Yucatán genera sombra sobre la zona hotelera. Del sector oeste el oleaje más frecuente y el de mayor energía, es el que arriba a la zona hotelera, sin embargo, no impacta porque este oleaje es disminuido por la barrera que ofrece el bajo "Arrowsmith".

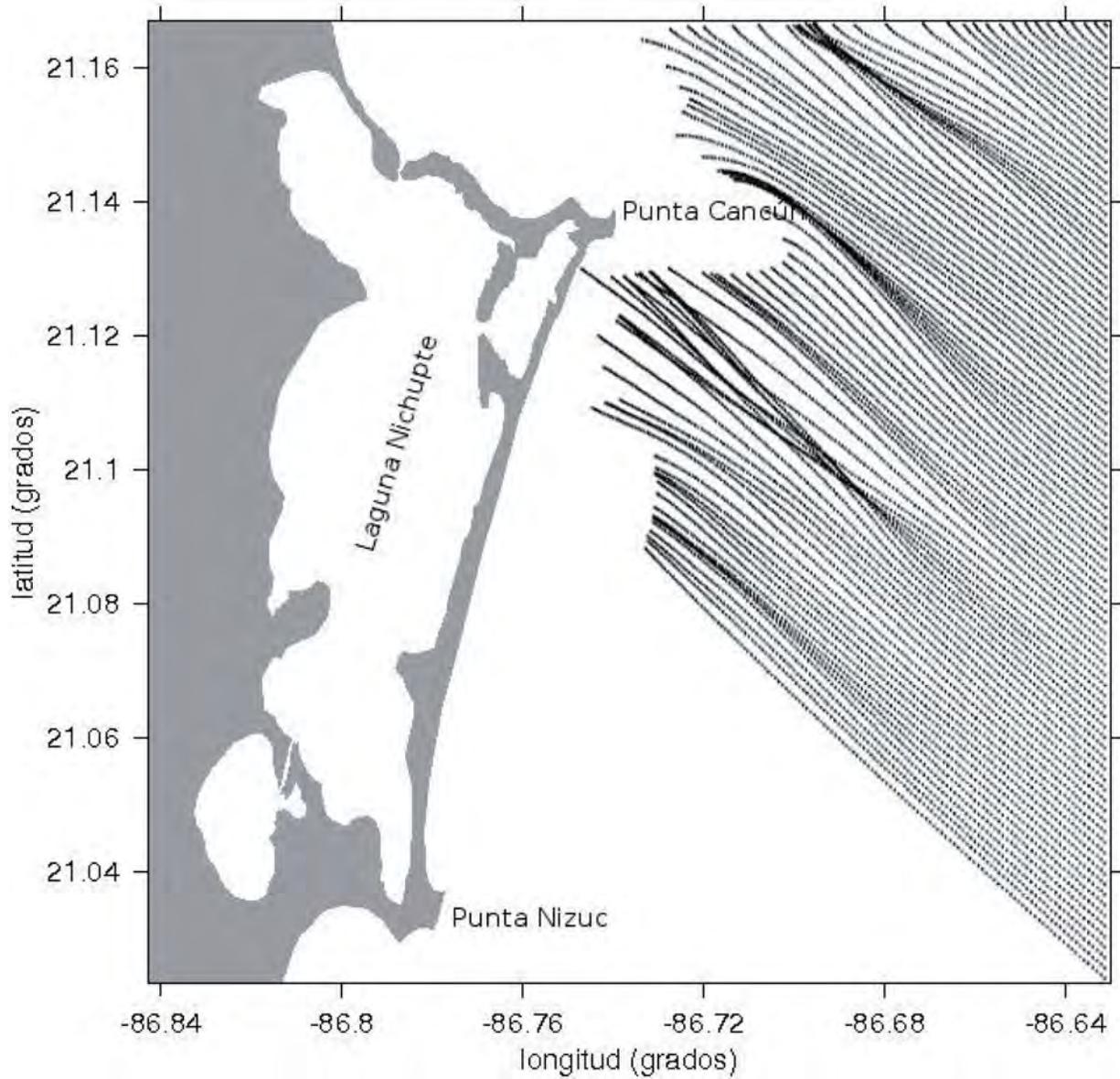
Una observación importante respecto a los oleajes de incidencia para la zona es que, en el frente de playa de la zona hotelera, los oleajes de mayor frecuencia son los del este, originados por los vientos alisios. Los oleajes de mayor energía tienen en la zona dos génesis: la primera de las masas de aire continental polar que viaja hacia el sur durante la época de fin de otoño e invierno, y la segunda generada por las depresiones tropicales que se generan en los mares Caribe y Caimán. Respecto a esta última fuente de oleaje a la zona se observó lo siguiente: el oleaje de aguas profundas generado por huracanes tiene dos componentes, el "sea" (oleaje de periodos cortos, 6 a 10 segundos) y el "swell"

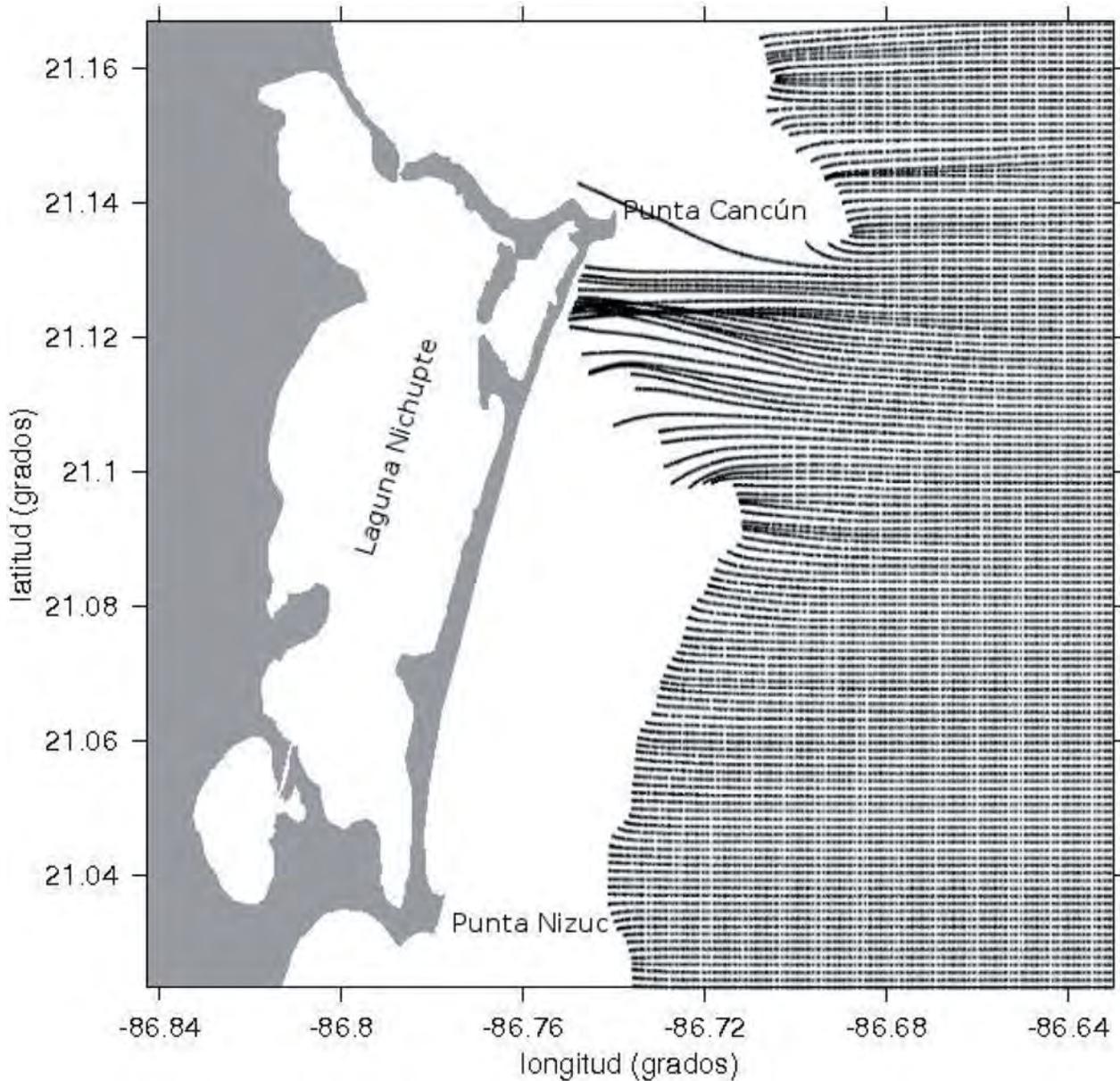
(oleaje de periodos cortos, de 14 a 20 segundos y mayores). Los bajos al nor-noreste de la zona hotelera de Cancún representan la profundidad límite para que rompan las olas, por lo que, al aproximarse los huracanes a estos bajos, las olas crecen y rompen, de manera que no penetran hacia el frente de playa de la zona hotelera. Las olas de periodos cortos penetran en los bajos y son refractadas en su viaje a la línea de costa.

El oleaje significativo para la región muestra en general oleajes medios para la temporada de primavera, medios para la temporada de nortes y mayores para la temporada de huracanes (julio a octubre). La dirección de incidencia más frecuente es la del este, por la presencia de los vientos alisios durante más de 8 meses del año. La segunda dirección más frecuente para el Caribe del Oeste (o Mar Caimán) es la del noreste, generada por las masas de aire continental polar que se desplazan hacia el sur en la temporada invernal.

Los oleajes con procedencia del SE y periodos de 4.5, 6 y 12 segundos (**Figura 29**) entran de manera franca a la costa desde el sur de la laguna Bojorquez hasta Punta Nizuc. Esta dirección es de poca frecuencia tanto por vientos alisios como por huracanes, sin embargo, como se observa, entran de manera franca a la costa de la zona hotelera y con un ángulo aproximado de  $45^\circ$ , que, según los modelos de transporte litoral, es el que genera el máximo transporte litoral (Pedrozo, 2011). Los oleajes del Este (**Figura 30**), provenientes de los vientos alisios, son los más frecuentes, mientras que los del ESE los de mayor altura y energía del oleaje para Cancún. Cabe señalar que, aunque las olas rompan fuera de la costa, generan corrientes considerables, paralelas a la misma, en la zona de rompientes, lo que se traduce en un transporte litoral considerable.

Finalmente, se presume que el bajo Arrowsmith contribuye a frenar los periodos de oleaje mayores de 14 s, correspondientes a huracanes.



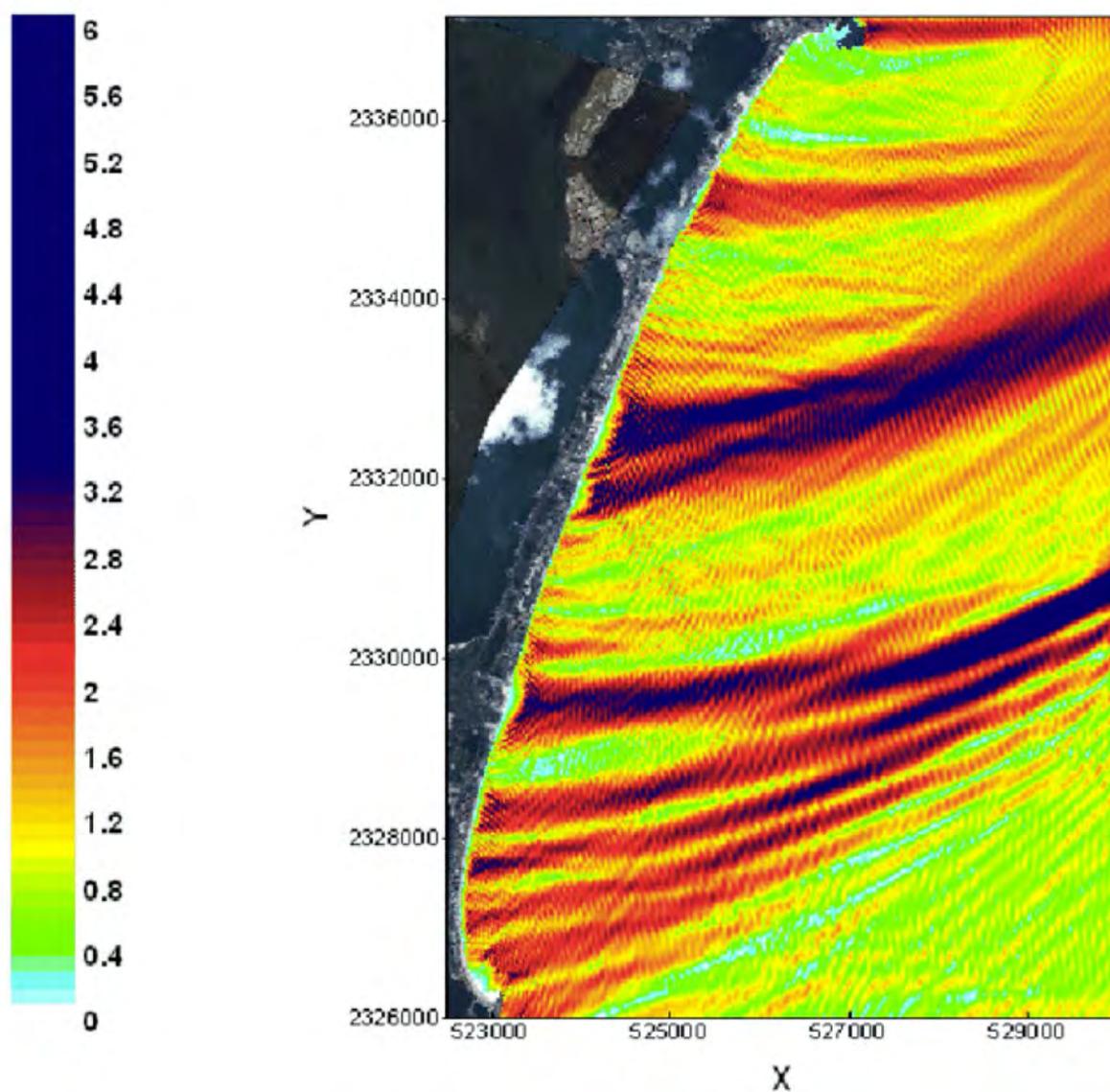


**Figura 30.** Comportamiento de ortogonales de oleaje en Cancún, provenientes de la dirección E con periodo de 6 segundos.

Los resultados de simulaciones numéricas se exponen mediante el uso de mapas que reflejan el comportamiento de: 1) la superficie libre del agua (frentes del oleaje), 2) altura de la ola y 3) energía del oleaje. Por las condiciones geológicas y geomorfológicas que prevalecen en la zona, los efectos antropogénicos, así como no tener una protección natural a lo largo de la línea de playa (como la que brinda un sistema arrecifal), los problemas de erosión son considerados como graves.

Si un evento meteorológico genera vientos en la zona que provocan la formación de una tormenta que produce un oleaje con alturas aproximadas de dos metros y un periodo de doce segundos en las aguas profundas, las alturas máximas de las olas que arriban a las playa oscilan en un rango de cuatro a seis metros. En la **Figura 31** se exhibe la distribución espacial de las distintas alturas de ola que componen el campo de oleaje.

### Altura de Ola (m)



**Figura 31.** Altura del oleaje en la zona de estudio.

#### 4.5.6. Análisis de la línea de costa

Las zonas costeras son de gran importancia social y económica en el Caribe Mexicano. Sin embargo, estas áreas están sujetas a cambios provocados por fenómenos naturales y antropogénicos como el aumento del nivel del mar (Orford et al., 1995; Wetzel et al., 2012), las condiciones de marea (Chen & Chang, 2009; Thébaudeau et al., 2013), los eventos meteorológicos extremos (Temitopo & Oyedotun, 2014) y la gestión costera (Sheik & Chandrasekar, 2011). Estos factores inducen cambios a diferentes escalas espaciales y temporales (Del Rio et al., 2013) y presiones antropogénicas significativas.

Los procesos de cambio en las zonas costeras desencadenan importantes implicaciones ambientales y problemas socioeconómicos para las poblaciones locales y los sectores productivos de la región, si no son abordados oportunamente por los organismos territoriales competentes. En este contexto, el análisis de la línea costera, definida como la interfaz entre la tierra y el mar (Gens, 2010), permite caracterizar las variaciones del medio ambiente costero (Wu et al., 2014). Este análisis es fundamental para la gestión de recursos, la protección del medio ambiente, el desarrollo costero sostenible, la planificación de los asentamientos y la zonificación de riesgos (Kumar et al., 2010; Rasuly et al., 2010; Kuleli et al., 2011).

En Quintana Roo, se han realizado pocos estudios relacionados con el análisis de las zonas costeras y los factores influyentes en los procesos de erosión y acreción. Por ejemplo, Guido-Aldana et al. (2009) estudiaron la erosión costera desde Punta Cancún hasta Playa del Carmen, identificando una dualidad en los procesos de erosión, tanto naturales como antropogénicos. Otro estudio relevante es el de Guido et al. (2009), que se enfocó en los procesos de erosión costera en Cancún y la Riviera Maya, concluyendo que la morfología litoral del nororiente y oriente de la Península de Yucatán presenta una dinámica costera intensa, con altos niveles de erosión en sectores como Punta Nizuc y Cancún. En Playa del Carmen, registraron que la línea de costa era estable, con playas bien desarrolladas y procesos erosivos más marcados al sur de la ciudad.

No obstante, la mayoría de los estudios se han enfocado en la identificación y medición cualitativa de la erosión en el litoral caribeño, evidenciando la necesidad de determinar tasas de cambio cuantitativas de la erosión y acreción. Estas medidas son esenciales para proyectar las amenazas a los ambientes marino-costeros y a las comunidades asentadas en la región.

Los Sensores Remotos (SR) han demostrado ser eficaces en el análisis espacio-temporal de la línea costera (Chandrasekar et al., 2000; Kumar et al., 2010). A través de fuentes de datos históricos y actuales como mapas, fotografías aéreas e imágenes satelitales analizadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG), se crean oportunidades para análisis temporales extensos y detallados del reconocimiento de superficies terrestres y ambientes marinos (Vuorela et al., 2002; Kratzer et al., 2014).

Para medir y monitorear los cambios costeros, los sistemas de información geográfica se han utilizado ampliamente en la extracción de la línea costera, superponiendo mapas multitemporales de la costa para detectar los cambios a lo largo del tiempo. Recientemente, el estudio de los cambios del litoral ha sido automatizado con el uso del software DSAS (Digital Shoreline Analysis System) para diferentes productos satelitales, como las imágenes Landsat. Este software permite estimar las tasas de cambio del desplazamiento de la costa (Sheeja y Ajay-Gokul, 2016).

Por estas razones, este estudio propone detectar, mediante procesos de teledetección y sistemas de información geográfica, la magnitud de los cambios espaciales de la línea costera del municipio de Benito Juárez. El área de estudio incluye la línea de costa frente al Hotel NYX en la zona hotelera, Playa Chac Mool, Playa Marlín y Playa San Miguelito, consideradas áreas de influencia en términos de erosión y acreción, durante un período de nueve años.

### **Área de estudio**

El área de estudio abarca la Zona Hotelera de Cancún, localizada en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, México. Esta región se extiende a lo largo de la costa oriental de la península de Yucatán, entre las coordenadas 21°05' N y 86°46' O, abarcando aproximadamente 23 km de longitud a lo largo del Mar Caribe. La zona está caracterizada por su formación geológica predominantemente compuesta por rocas calizas erosionadas, que configuran una serie de playas arenosas y formaciones rocosas conocidas como espigones (García-García et al., 2015).

La Zona Hotelera de Cancún es una importante área turística, con una infraestructura diseñada para recibir anualmente a millones de visitantes de todo el mundo. Limita al norte con la Laguna Nichupté y al sur con el Mar Caribe, incluyendo complejos hoteleros, áreas de recreación y zonas de conservación ecológica (Ruíz-Méndez et al., 2019).

Benito Juárez, el municipio donde se encuentra la Zona Hotelera de Cancún, tiene una población aproximada de 888,000 habitantes según el censo de 2020 (INEGI, 2020). El municipio abarca una extensión de aproximadamente 1,143 km<sup>2</sup> y colinda al norte con el municipio de Isla Mujeres, al sur con el municipio de Solidaridad, al oeste con el municipio de Puerto Morelos y al este con el Mar Caribe y la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

La dinámica costera en esta área está influenciada por la Corriente de Yucatán, una corriente oceánica que viaja paralela a la costa del estado de Quintana Roo. Esta corriente se mueve a lo largo del año, variando en intensidad y posición estacionalmente. En verano, la Corriente de Yucatán se adhiere más cerca de la costa, aumentando la velocidad y generando fenómenos como remolinos y celdas de recirculación frente a puntos clave como Punta Nizuc e Isla Mujeres (Athié et al., 2011; Molinari, 1971).

La modelación numérica hidrodinámica ha permitido observar estas celdas de recirculación, que pueden afectar la circulación local del agua y los tiempos de residencia en la zona (Athié et al., 2011). Estos fenómenos son cruciales para comprender la dinámica de la calidad del agua y los impactos ambientales en la región.

### **Materiales y métodos.**

Se emplearon imágenes de satélite Landsat 8 (Land Remote Sensing Satellite), nivel 1 del 2016 al 2024, representando un total de 9 años de cambios en la línea costera, correspondientes a la dirección geográfica Path: 18/Row: 46, siendo los datos requeridos para la descarga de imágenes satelitales proporcionadas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) con una resolución espacial de 30 metros, en el siguiente plano se muestran las líneas de costa utilizadas para la alimentación de software.

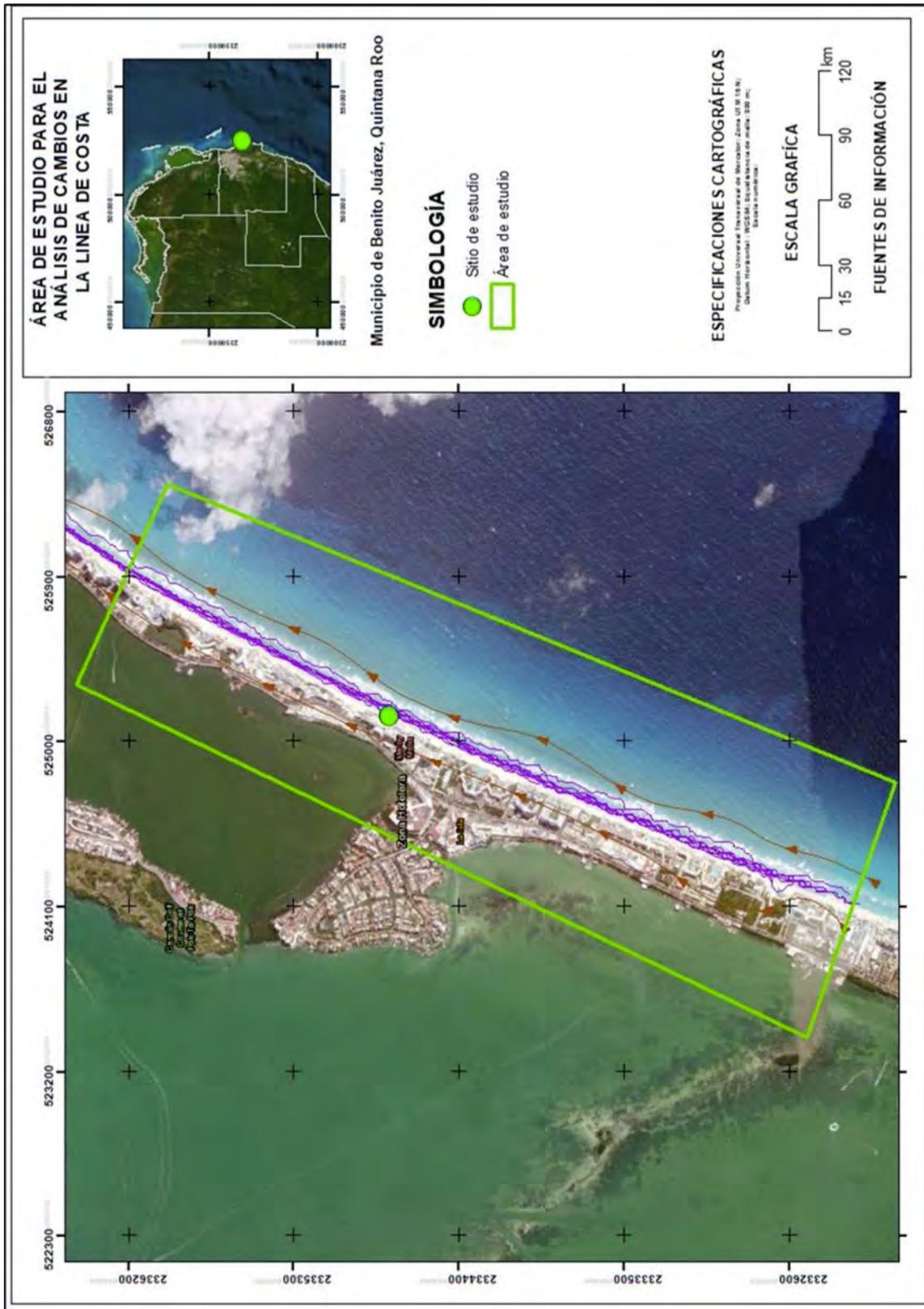
### **Digitalización y extracción de la línea costera**

Realizado mediante la aplicación del Índice de agua "Modified Normalized Difference Water Index" (MNDWI) (Ghoneim *et al.*, 2015) que obedece a la siguiente ecuación, cuando son empleadas imágenes de satélite Landsat 8

$$\text{MNDWI} = \frac{\text{GREEN} - \text{NIR}}{\text{GREEN} + \text{NIR}}$$

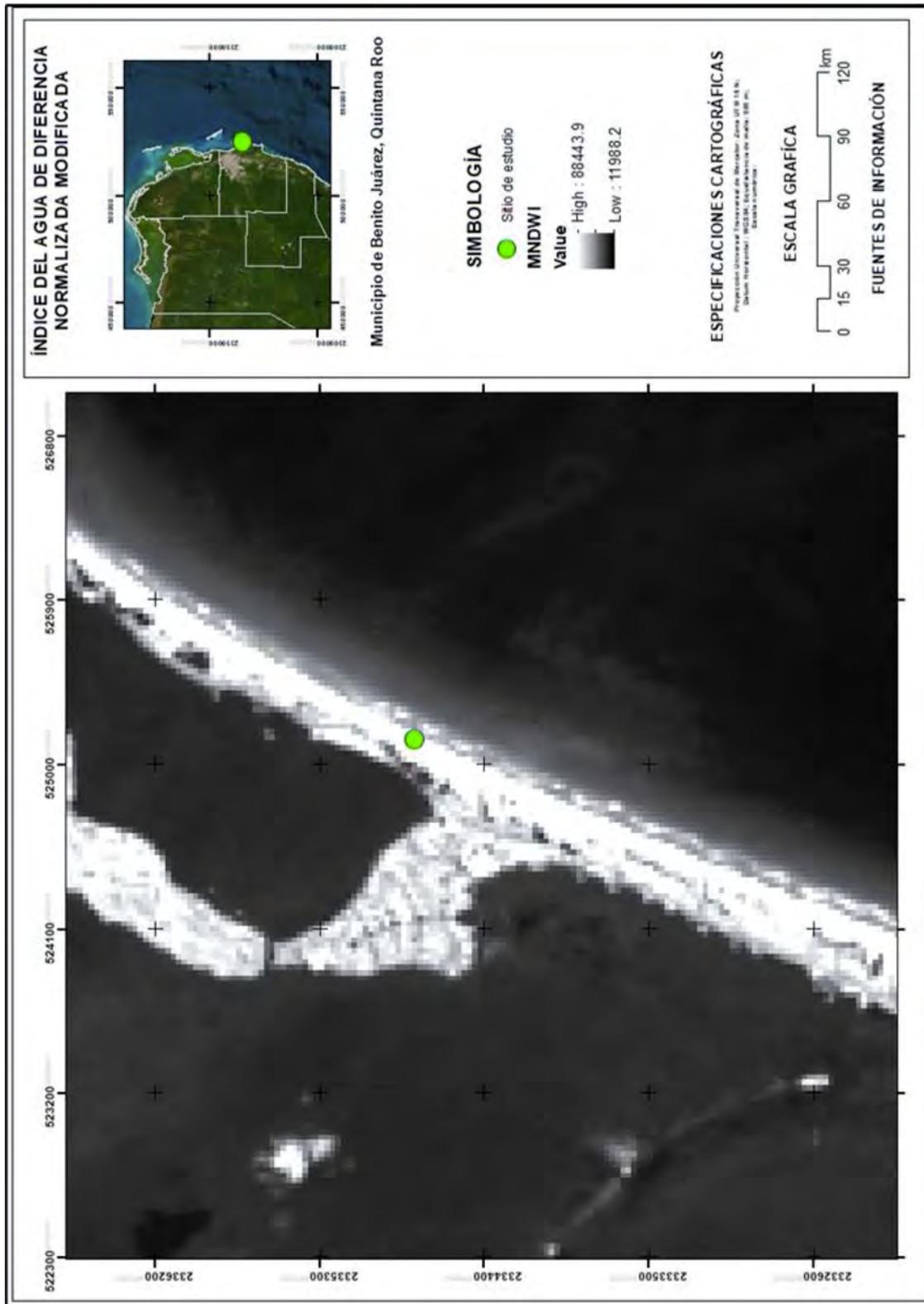
Donde "Green" corresponde a la banda verde (banda 3 para las imágenes de satélite landsat 8) y NIR.

Posteriormente a conseguir una delimitación precisa de la demarcación existente entre la frontera tierra-agua, se realizó la digitalización de las líneas costeras y se exportaron en formato shapefile, en el siguiente mapa se muestra el índice de agua "MNDWI" realizado para una de las imágenes de estudio.



Área de estudio con una línea de costa de 3,000 metros lineales.





Proceso de teledetección aplicado a la zona de estudio, realizando el índice del agua de diferencia normalizada modificada

## Identificación y análisis de las tasas de cambio de la línea costera

Las líneas costeras detectadas y extraídas de la zona costera de Cancún y su entorno inmediato en el Mar Caribe, fueron analizadas mediante la herramienta del USGS: Digital Shoreline Analysis System (DSAS), versión 5.1, con extensión dentro del software ArcGIS 10.7. Una herramienta desarrollada para calcular tasas de cambio de la línea costera desde el análisis de datos en series de tiempo almacenados mediante sistemas de información geográfica (Thieler y Danforth, 1994; Brooks y Spencer, 2010; González-Villanueva et al., 2013).

El cambio de la costa es calculado mediante el establecimiento de transectos ortogonales a la línea costera, para este estudio se determinó una separación de 20 m entre transectos y ubicados a un ángulo aproximado de 90 grados, con el objetivo de evaluar los cambios y tendencias históricas de la misma, mismos que son obtenidos mediante una tabla de atributos.

Fue necesario la generación de un Geodatabase para la unificación de líneas costeras digitalizadas, que para fines de confiabilidad y reducción del sesgo, se alimentó con una línea de costa por año de 2016 a 2024, direccionadas hacia el mar (Thieler et al., 2009).

Para evaluar el cambio de las líneas costeras, se procesaron las estadísticas Net Shoreline Movement (NSM) y End Point Rate (EPR); que proporcionan información acerca de la magnitud y las tendencias de los cambios de la línea costera. Cabe resaltar que NSM proporciona información con respecto a la distancia entre la línea costera del análisis mas antigua (2016) y la mas reciente (2024), para cada transecto; por lo que se puede realizar un análisis comparativo del cambio total en la dinámica del litoral costero durante el periodo de tiempo que comprende el estudio. Mientras que EPR (siendo la herramienta mayormente empleada), brinda información sobre la tasa de cambio y se calcula mediante la división entre la distancia del movimiento de la línea costera y el tiempo transcurrido entre la línea costera mas antigua y la más actual (Thieler et al., 2009), por lo tanto, es comprendida como la cantidad en metros del desplazamiento de la línea costera, en el periodo de análisis.

## Modelo de predicción evolutiva de la línea costera-Beta Shoreline Forecasting

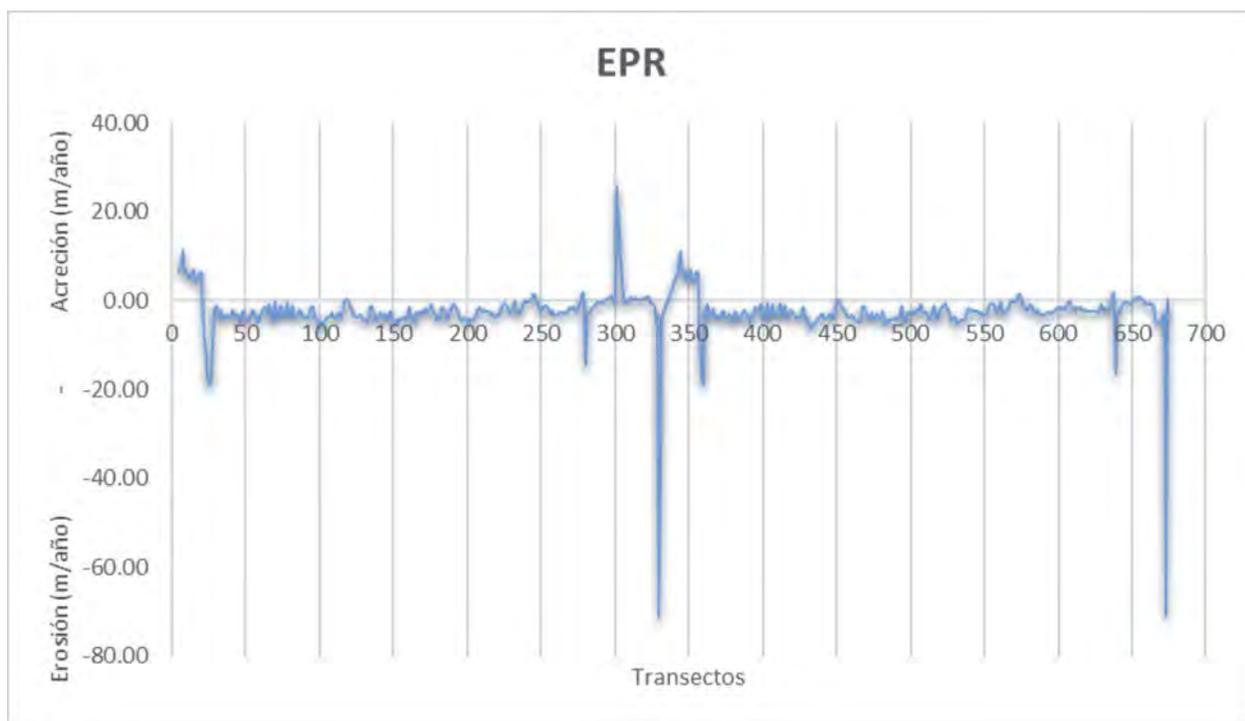
Se empleó la herramienta **Beta Shoreline Forecasting**, utilizada principalmente para calcular una posición costera pronosticada a 10 y 20 años adelante, que se alimenta de los datos históricos de la posición de la costa. El cálculo del pronóstico de la costa, se realizó empleando el filtro de Kalman (Kalman, 1960), desarrollado por Long y Plant, 2012, para proporcionar posiciones costeras futuras combinando posiciones costeras observadas con posiciones derivadas de modelos. El funcionamiento del modelo consiste en realizar la tasa de regresión lineal calculada por DSAS y posteriormente estima la línea costera, posición y tasa de cambio cada decimo de un año y proporciona una estimación de la incertidumbre posicional en cada paso de tiempo. Para el modelo realizado en el área de estudio fueron utilizadas las líneas de costa obtenidas mediante las imágenes de satélite Landsat 8 nivel 1 de 2016 a 2024, con el objetivo de tener una temporalidad mínima de 10 años y reducir el sesgo del modelo.

El modelo como primer paso realizó una corrección de la línea de costa de la primera línea de costa proporcionada, en este estudio fue la del 2016, posteriormente reconoció la posición de la línea de costa para cada línea proporcionada. Cabe resaltar que el modelo de Kalman siempre que observa una línea de costa nueva, realiza un análisis con la finalidad de minimizar el error entre posiciones de las costas modeladas y observadas con el objetivo de mejorar el pronóstico (incluyendo la actualización de las tasas de cambio y las incertidumbres) (Long & Plan, 2012). Posteriormente las tasas actualizadas son utilizadas para predecir la posición de la costa para cada paso de tiempo en lo sucesivo hasta alcanzar todas las fechas manifestadas. Cuando los datos de costa están bien representados mediante un ajuste lineal, el pronóstico basado en el filtro de Kalman crea una línea de regresión lineal extrapolado al futuro.

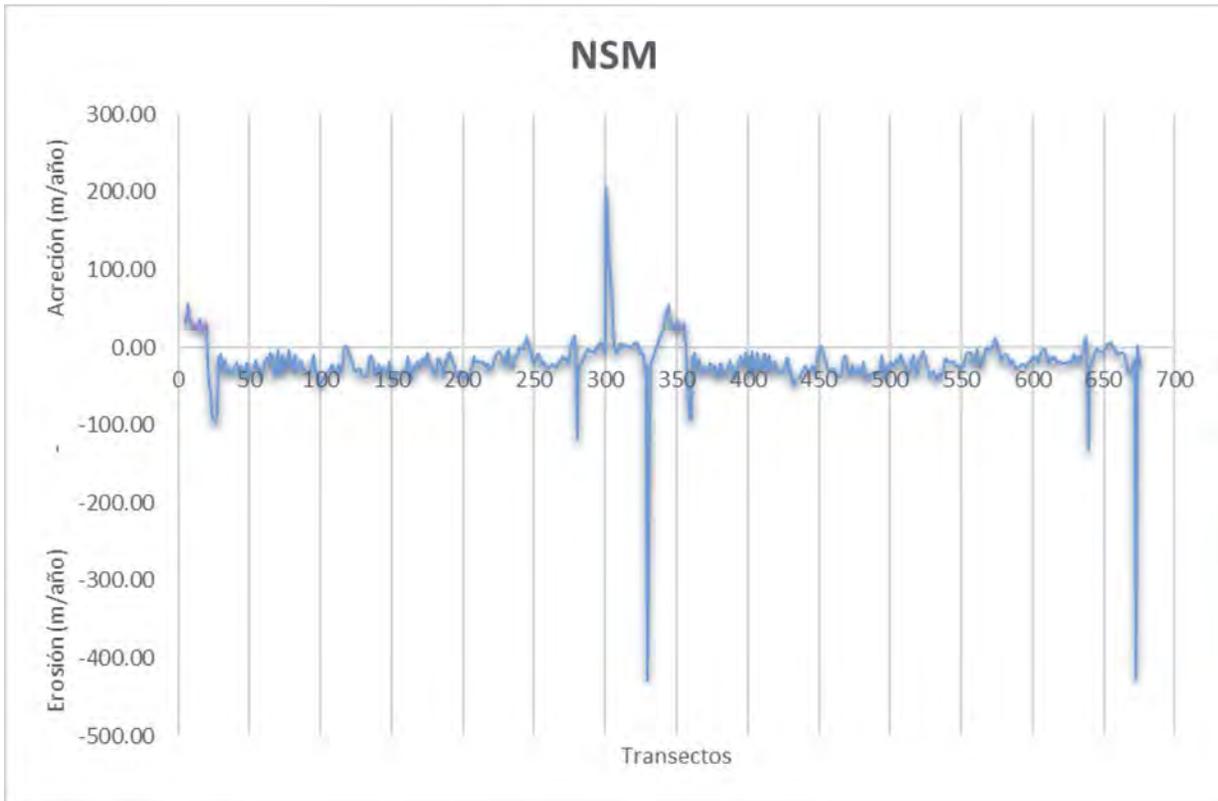
## Resultados

El análisis de 3,000 metros de línea costera desde 2016 a 2024, del municipio de Benito Juárez, comenzando en Playa Chacmool, tiene como punto central Hotel NYX y termina en Playa San Miguelito, permitió encontrar que del total de transectos (661), un 11.65% tuvieron una distancia positiva, siendo un total de 77 transectos, mientras que el 88.35% presentan una distancia negativa (584), lo que se traduce que la distancia máxima de erosión en el área estudiada será de (-)71.34 m/año, mientras que la acreción reporta valores máximos de 25.68 m/año (valores de EPR, mostrados en la siguiente figura). En promedio se registro una tasa de cambio de (-)2.4 m por año en las líneas costeras, cabe resaltar que estos valores de EPR negativos fueron obtenidos por la fuerte influencia de los valores registrados por los procesos de erosión, identificados principalmente en la

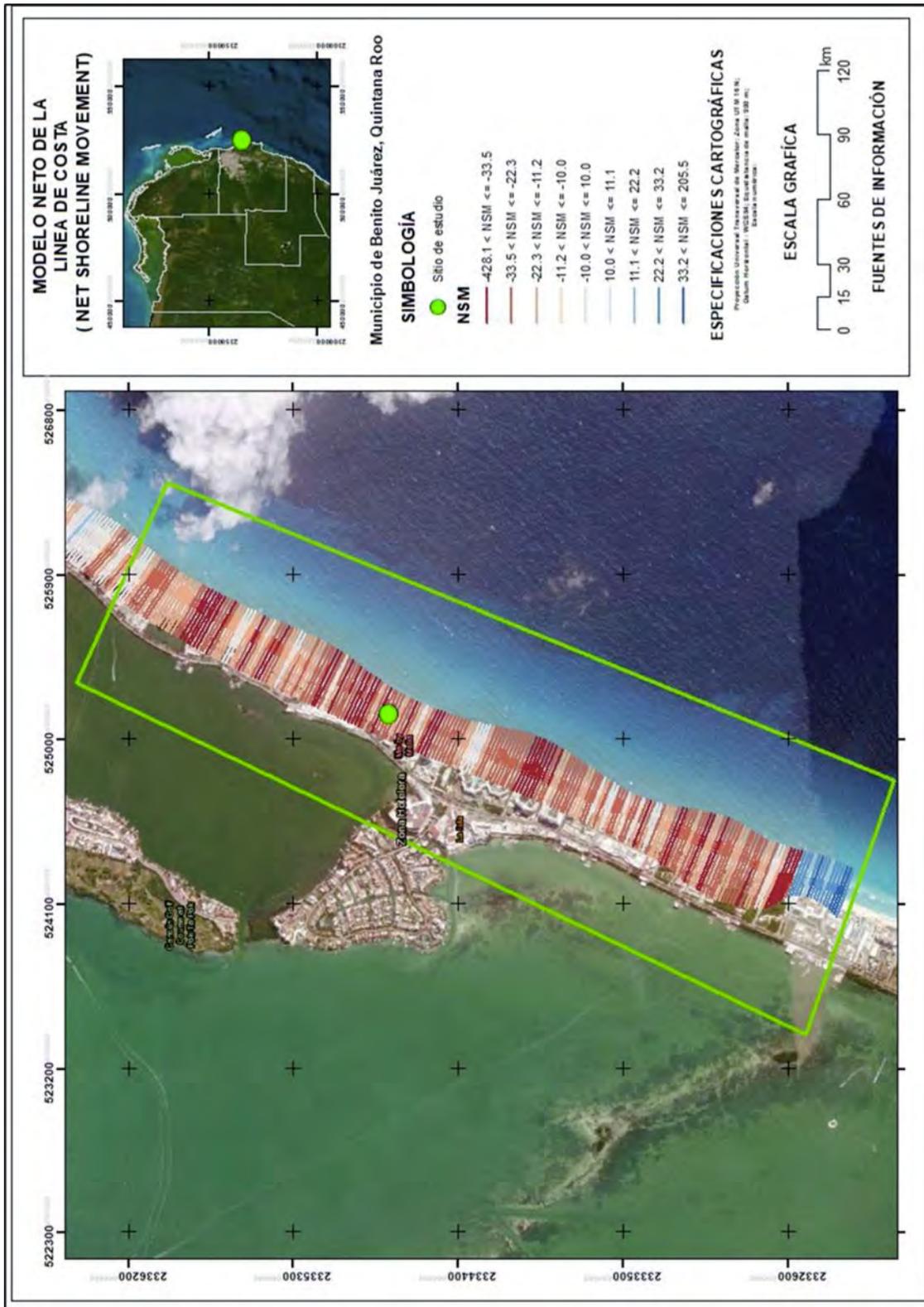
region sur de la zona de estudio (Playa San Miguelito) y en menor medida en algunas regiones de la zona sur de la línea costera estudiada.



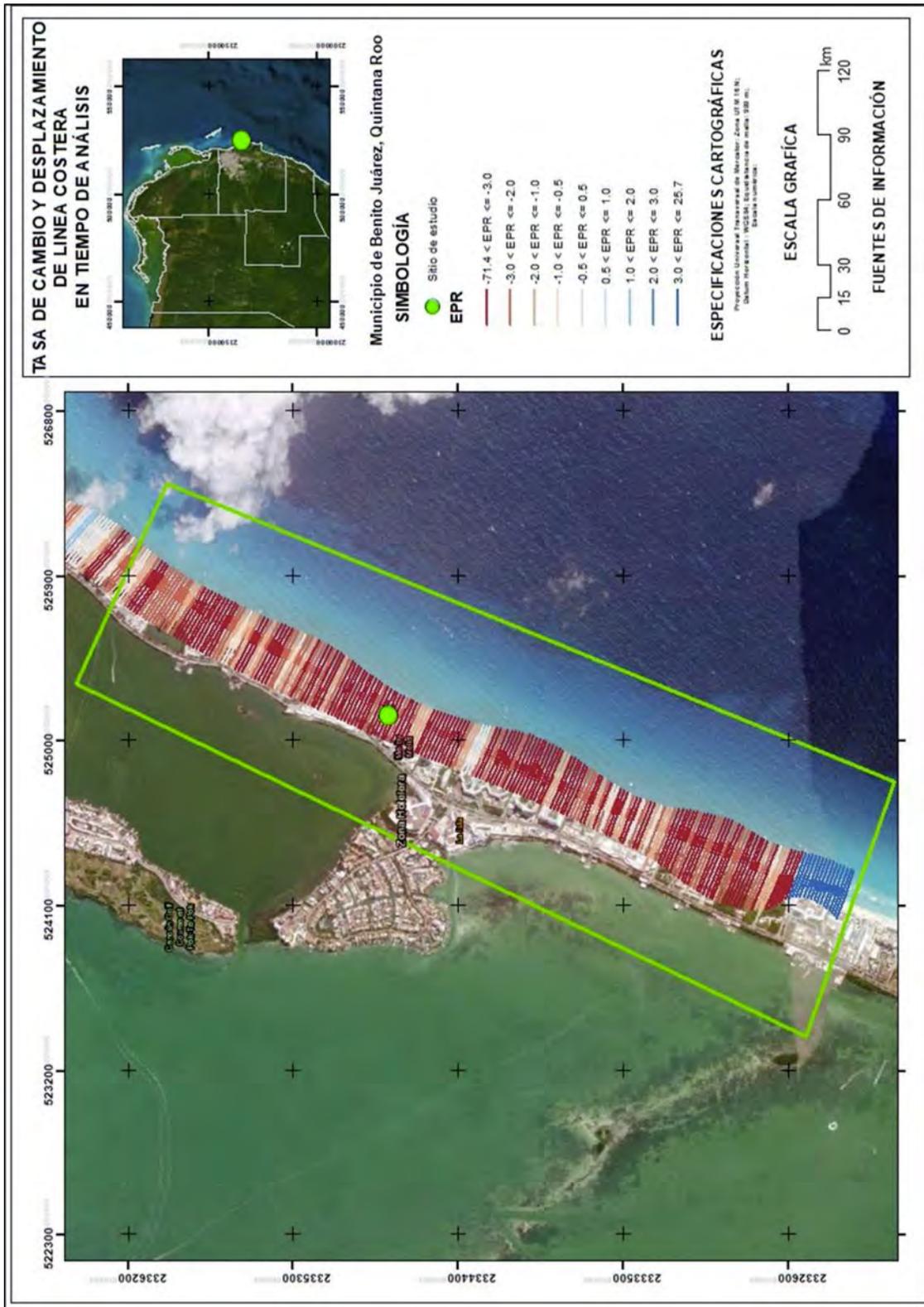
Para los resultados obtenidos del NSM, la mayor distancia encontrada fue de 205.46 m (como se observa en la siguiente figura), identificada al sur del área de estudio. Este movimiento neto de la línea costera refleja un proceso de acreción entre el 2013 y 2024, que se reconoce con la expansión de la superficie emergida mediante la comparación de imágenes de satélite Landsat e imágenes disponibles en Google Earth. Mientras que los procesos de erosión más extremos de cambio de la línea costera, identificados mediante el análisis del área de estudio, indica que es de una distancia de (-)428.04 m de movimiento neto (NSM) detectado, sin embargo, se logra observar que se encuentra en una zona expuesta a procesos físicos de circulación marina.



Es importante resaltar que los procesos más avanzados de acreción se dan en dirección norte, mismos que no superan los 200 metros, existen procesos de acreción en la región sur, sin embargo, no superan los 50 metros. Específicamente en el sitio del proyecto se registran procesos de erosión que van de los 9 metros hasta los 38 metros, patrón que se mantiene constante hasta la parte sur del área estudiada (Playa San Miguelito).



Movimiento de la línea de costa en la zona de estudio conforme al análisis realizado.



Tasa de cambio y desplazamiento de la línea de costa en la zona de estudio,

## Resultados de la aplicación del Filtro de Kalman

Los resultados predictivos de la línea de costa, según el modelo de Kalman a 10 años, se describen en radios de 250 y 500 metros desde el sitio de estudio, indicado en los planos con un punto verde. Enfocándonos en el punto central del estudio, observamos que frente al Hotel NYX y Kaana se prevé un proceso de erosión de 20 metros. Sin embargo, de acuerdo con el modelo predictivo de Kalman y considerando el grado de incertidumbre, esta erosión podría alcanzar un máximo de 47 metros. Por otro lado, los procesos de ganancia de la zona costera podrían extenderse hasta 3.57 metros, una distancia sujeta a la variación de los procesos físicos, climatológicos y antropogénicos del área de estudio.

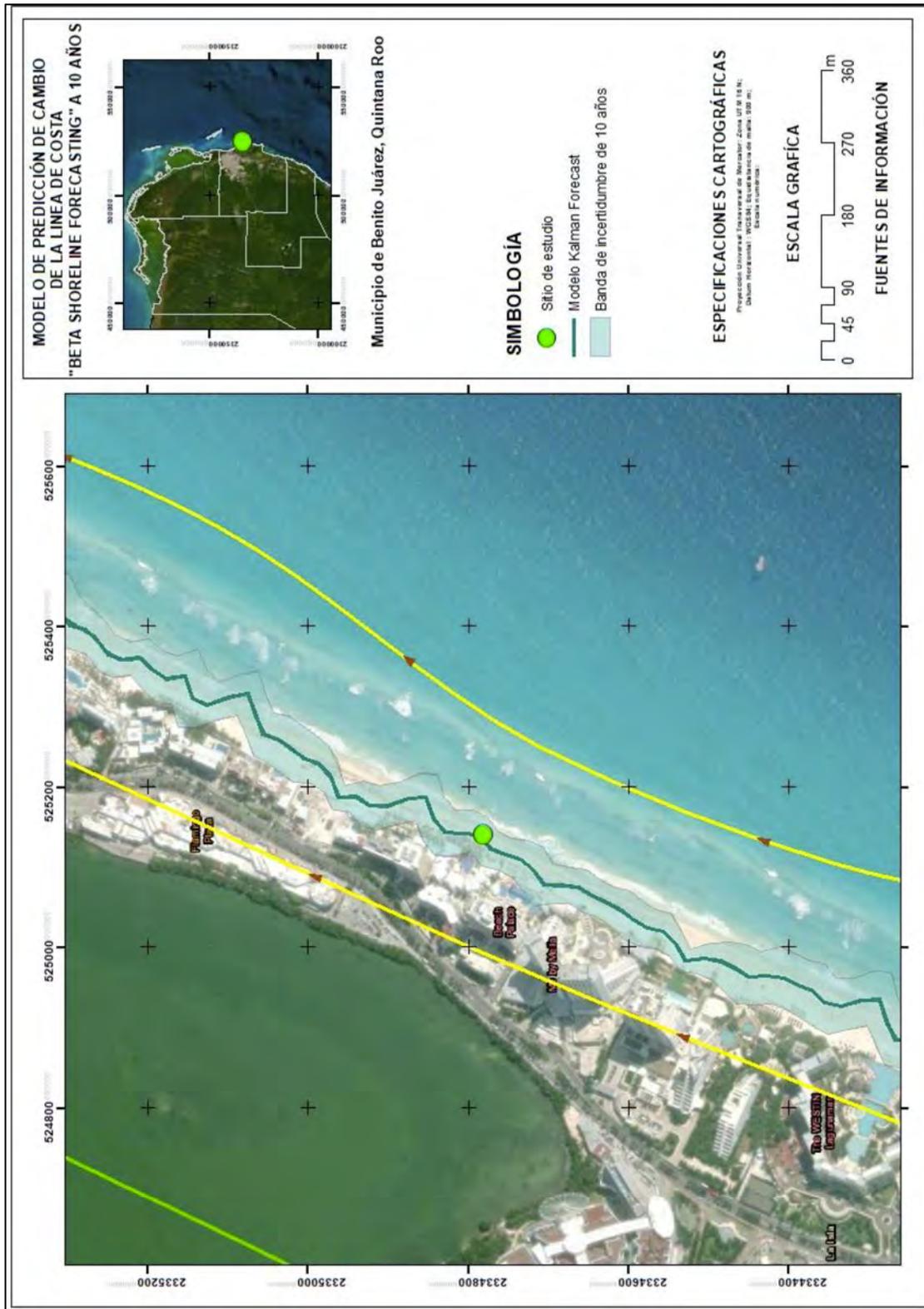
Ahora se presentan los resultados obtenidos en un radio de 250 metros. En la región norte del área de estudio, se observan dos procesos de acreción: uno a los 80 metros, con una ganancia de línea de costa de 24 metros, y otro a los 237 metros, con una ganancia de 20 metros. En la región sur, dentro del mismo radio de 250 metros, se registra un proceso de acreción de 10 metros a los 70 metros, y una ganancia de 5.5 metros a 140 metros del hotel NYX y del hotel Kaana.

En un radio de 500 metros (posterior a los 250 metros ya analizados), comenzando por la región norte del área de estudio, se observan varios procesos de acreción en la zona costera. Partiendo de la línea de costa del 2024, estas acreciones superan los 25 metros y alcanzan hasta 38 metros. Por otro lado, los procesos de erosión en esta área podrían llegar a una distancia máxima de 44 metros.

En la región sur, los procesos de erosión son muy evidentes. A una distancia de 297 metros en dirección sur desde el sitio de estudio, la erosión varía entre 29 y 59 metros. Además, después de los 380 metros en la misma dirección, los procesos de erosión podrían superar los 50 metros, según los resultados obtenidos con el modelo de Kalman.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en un radio de 250 metros. En dirección norte, se observan procesos de erosión más pronunciados a una distancia de 179 metros, donde la línea de costa podría reducirse entre 62 y 118 metros. En dirección sur, partiendo de la línea de costa del año presente (2024), los procesos de erosión podrían comenzar con pérdidas de 3 metros y alcanzar hasta 41 metros.

Después de analizar los procesos de erosión y acreción en un radio de 250 metros, se observa que a una distancia de 500 metros en la región norte podrían registrarse ganancias en la línea de costa que van desde 16 hasta 50 metros. En contraste, en la región sur se observan pocos procesos de acreción destacables: a 360 metros, se registran ganancias de 10 metros, y entre los 390 y 500 metros se observan ganancias constantes de aproximadamente 25 metros.



Modelo de predicción de cambio en la línea de costa aplicando filtro Kalman con un pronóstico de 10 años para la línea de costa.



## Conclusión

Basado en los hallazgos de este estudio, se concluye que los procesos de erosión y acreción en la línea de costa de Quintana Roo están influenciados por una combinación de factores naturales, ambientales y antropogénicos. En la región norte, se observan patrones significativos de erosión y acreción, con variaciones que pueden alcanzar hasta 47 metros en erosión y ganancias de hasta 50 metros en la línea de costa. En contraste, la región sur muestra procesos más moderados de erosión y menos procesos destacables de acreción, con erosiones que pueden superar los 50 metros en ciertas áreas.

Los eventos climatológicos extremos como huracanes, tormentas tropicales y lluvias intensas juegan un papel fundamental en la intensificación de la erosión costera al aumentar la fuerza de las olas, la escorrentía y la sedimentación. Estos eventos climáticos contribuyen significativamente a los cambios observados en la línea de costa, exacerbando los procesos naturales de erosión.

El modelo predictivo de Kalman emerge como una herramienta crucial para entender y predecir los cambios futuros en la línea de costa a lo largo de los próximos 10 años. No obstante, es esencial considerar la incertidumbre asociada con estas predicciones, especialmente en áreas donde la variabilidad climática y los impactos antropogénicos pueden afectar significativamente los resultados.

Considerando la información sobre los factores oceanográficos que influyen en la zona costera de Quintana Roo, como la Corriente de Yucatán y los vientos alisios, es evidente que estos elementos desempeñan un papel crucial en los procesos de erosión y acreción observados en el estudio realizado. La Corriente de Yucatán, caracterizada por su intensidad estacional y su proximidad a la costa, canaliza flujos de agua significativos a lo largo del año, afectando la dinámica costera especialmente cerca de Punta Nizuc e Isla Mujeres. La presencia de remolinos y celdas de recirculación también modifica localmente la velocidad y dirección de las corrientes, lo que puede influir en la redistribución de sedimentos y la erosión costera.

Estos procesos, combinados con la influencia de eventos climatológicos como huracanes, subrayan la complejidad de los factores naturales que modelan la línea de costa en Quintana Roo. Una gestión costera adaptativa y basada en la ciencia es fundamental para mitigar los impactos negativos y promover la resiliencia frente a estos fenómenos naturales

dinámicos. Los resultados destacan la urgente necesidad de una gestión costera integrada y adaptativa en Quintana Roo. Esto implica la implementación de políticas y prácticas que mitiguen los efectos adversos de la erosión, promuevan el desarrollo sostenible y la conservación de los ecosistemas costeros, y preparen adecuadamente a las comunidades para hacer frente a los desafíos futuros del cambio climático.

#### 4.5.7. Perfiles costeros

Este tema está directamente vinculado al anterior, ya que la distancia entre líneas de costa ("actual" y de proyecto) fija la base del paralelogramo que, en cada sección transversal de la playa, determina la superficie o el diferencial de volúmenes correspondiente al diferencial de longitud de la playa entorno a dicha sección.

Una forma del perfil de diseño que se obtiene por traslación paralela hacia el lado del mar del perfil "actual" en cada sección, suponiendo implícitamente que éste está en equilibrio o corresponde al de equilibrio de la sección, y que el desplazado es el que sería de equilibrio tras la alimentación.

La información sobre los cambios de la playa en el área de interés se recopiló mediante medición de perfiles. Mediante una zonificación perpendicular a la línea de costa abarcando las tres subzonas en las que se divide el litoral; supraplaya, mesoplaya e infraplaya. Se realizó el levantamiento de 34 perfiles topográficos a lo largo de los 165 m lineales frente a la zona de aprovechamiento.

#### Metodología del levantamiento

1. Se colocó un punto base en el polígono de interés en la Zona Federal Marítimo Terrestre y con ayuda del equipo Hi-Target móvil conectado a la red Cors (NTRIP), se tomó la medida de los datos del punto base.
2. Se colocó el equipo Base Hi-Target en el punto base configurándolo con una coordenada conocida; y 5 minutos después se enciende el Móvil Hi-Target conectándose en la función de radio interno.
3. Se procede a iniciar el levantamiento mediante radiaciones iniciando en la estación 0+055 hasta culminar con la estación 0+220; el polígono se levantó con base a una cuadrícula de 5 por 5 metros. En la **Figura 32** se muestra el uso del equipo en campo.



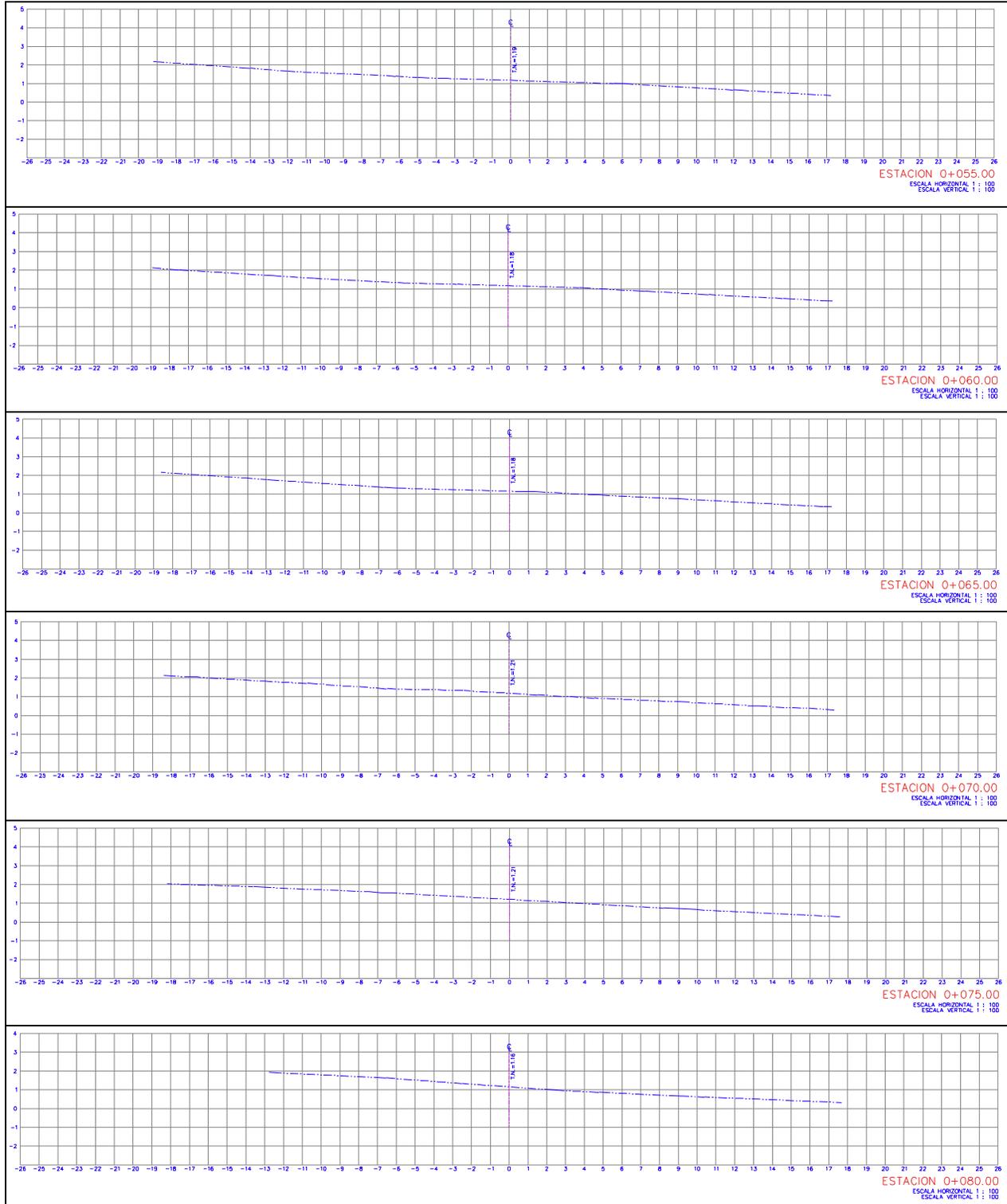
**Figura 32.** Uso en campo del equipo "GNSS RTK Hi-Target V200 con tecnología IMU".

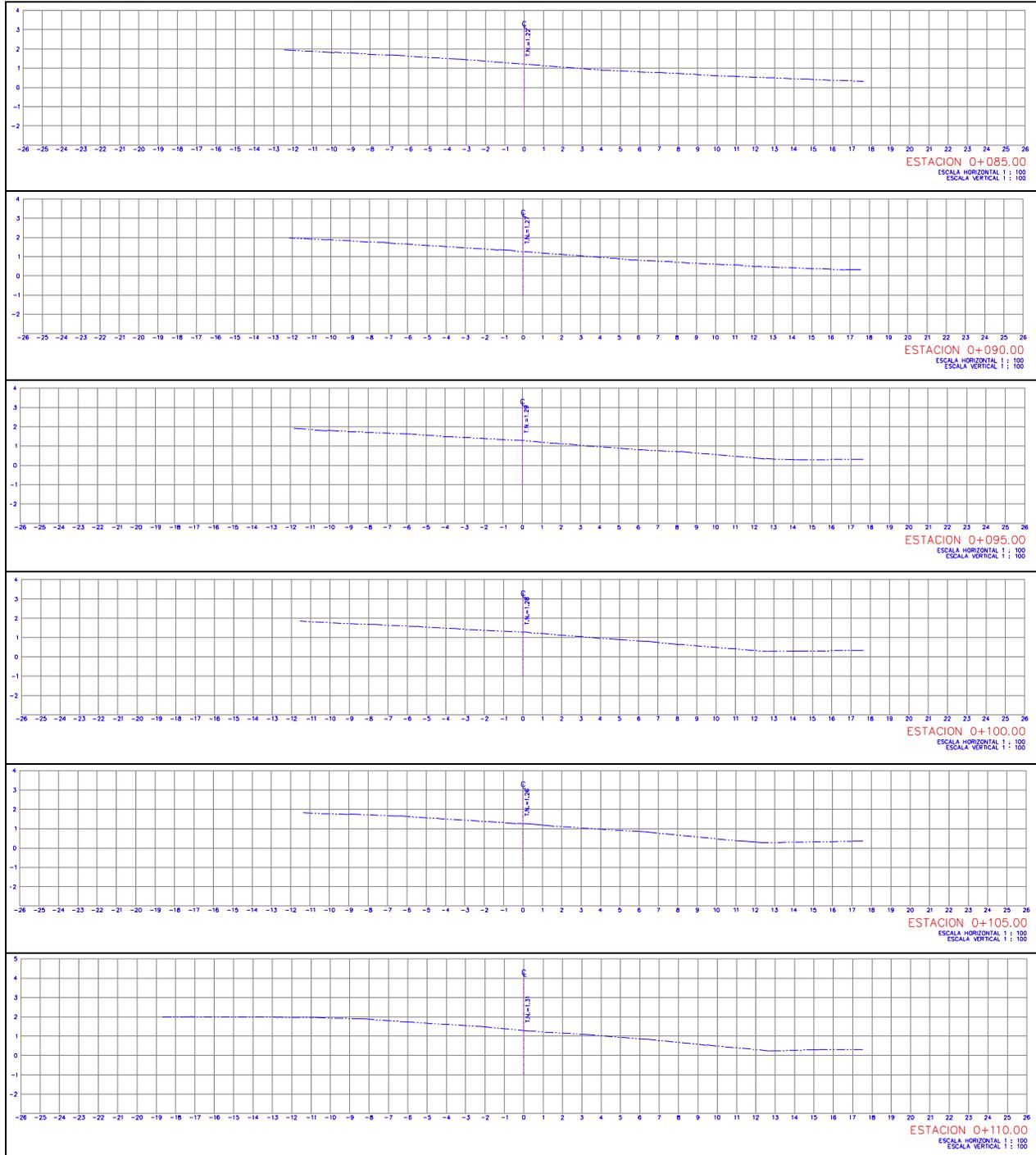
Utilizando el método de nivelación diferencial, que consiste en tomar como punto de partida un banco de nivel o un punto visiblemente permanente, se establecieron curvas de nivel a lo largo de la playa, mismas que fueron georreferenciados en coordenadas UTM,

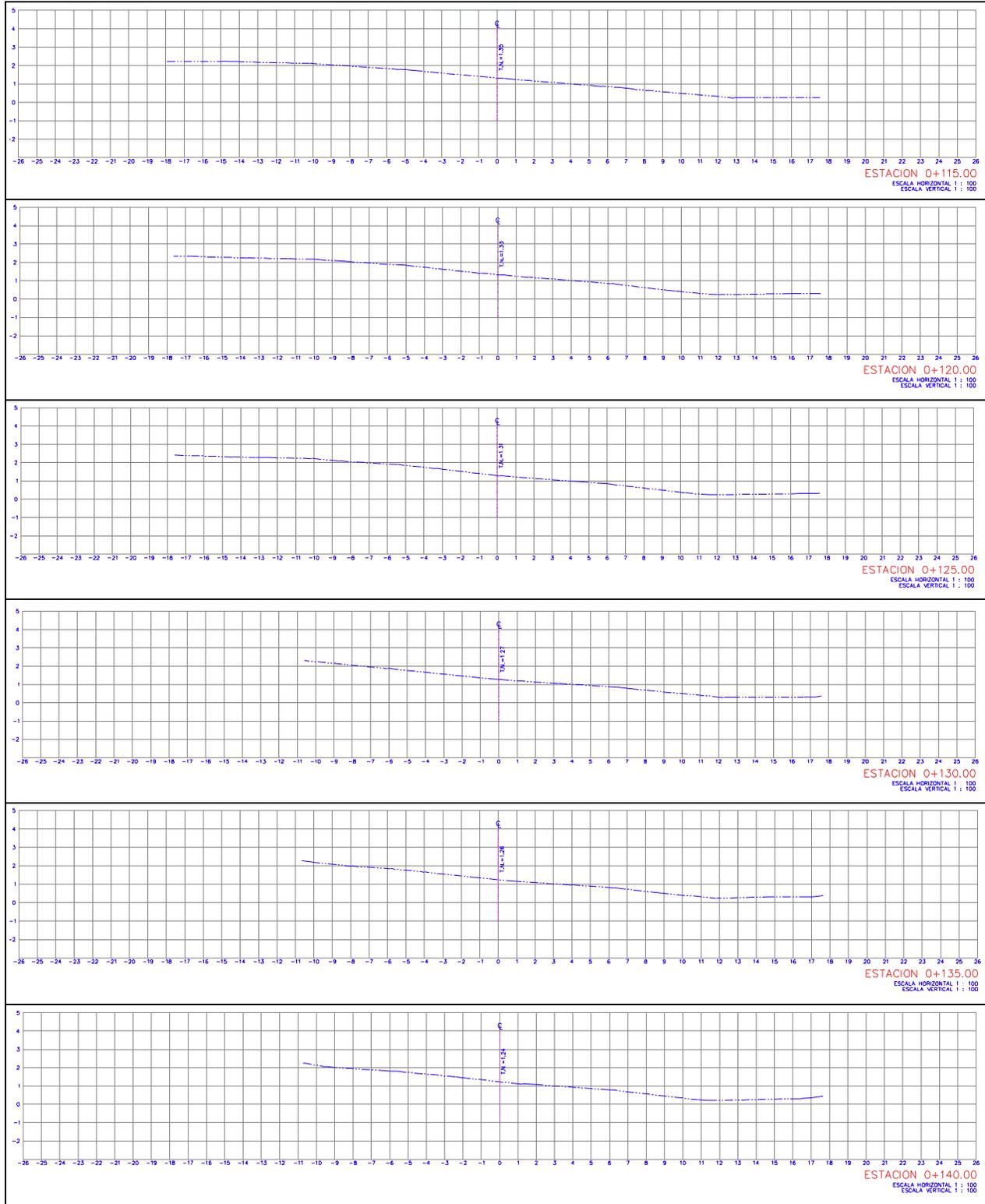
conforme a las estaciones que se indican en la En la **Tabla 9** se indican los resultados obtenidos en cada trayecto de los lanzamientos realizados.

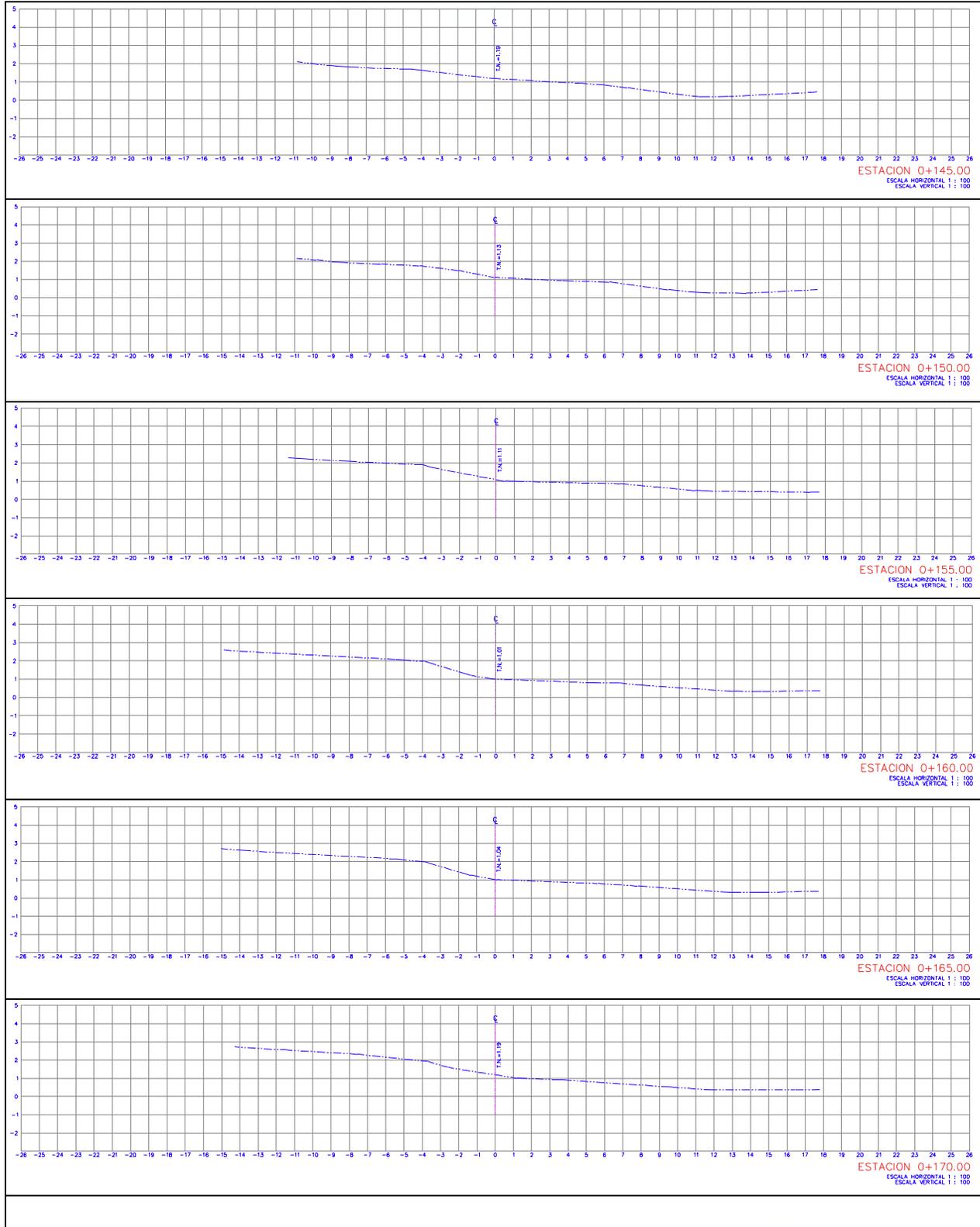
<b>TABLA 9. DATOS DEL LEVANTAMIENTO DE LOS PERFILES COSTEROS</b>			
<b>ESTACIÓN</b>	<b>COORDENADAS</b>		<b>ELEVACIÓN (Z)</b>
	<b>X</b>	<b>Y</b>	
0+055	525088.4739	2334737.0386	2.00
0+060	525090.6871	2334741.5249	2.00
0+065	525092.8250	2334746.0454	2.00
0+070	525094.9630	2334750.5658	2.00
0+075	525097.1010	2334755.0863	2.00
0+080	525099.2389	2334759.6068	2.00
0+085	525101.3769	2334764.1272	2.00
0+090	525103.5149	2334768.6477	2.00
0+095	525105.6528	2334773.1681	2.00
0+100	525107.7908	2334777.6886	2.00
0+105	525109.9288	2334782.2091	2.00
0+110	525112.0667	2334786.7295	2.00
0+115	525114.2047	2334791.2500	2.00
0+120	525116.3427	2334795.7705	2.00
0+125	525118.4806	2334800.2909	2.00
0+130	525120.6186	2334804.8114	2.00
0+135	525122.7566	2334809.3319	2.00
0+140	525124.8945	2334813.8523	2.00
0+145	525127.0325	2334818.3728	2.00
0+150	525129.1705	2334822.8932	2.00
0+155	525131.3084	2334827.4137	2.00
0+160	525133.3896	2334831.8908	2.00
0+165	525135.5844	2334836.454	2.00
0+170	525137.7223	2334840.9751	2.00
0+175	525139.8603	2334845.4956	2.00
0+180	525141.9983	2334850.0160	2.00
0+185	525144.1362	2334854.5365	2.00
0+190	525146.2742	2334859.0570	2.00
0+195	525148.4122	2334863.5774	2.00
0+200	525150.5501	2334868.0979	2.00
0+205	525152.6881	2334872.6183	2.00
0+210	525154.8260	2334877.1388	2.00
0+215	525156.9640	2334881.6593	2.00
0+220	525159.1020	2334886.1797	2.00

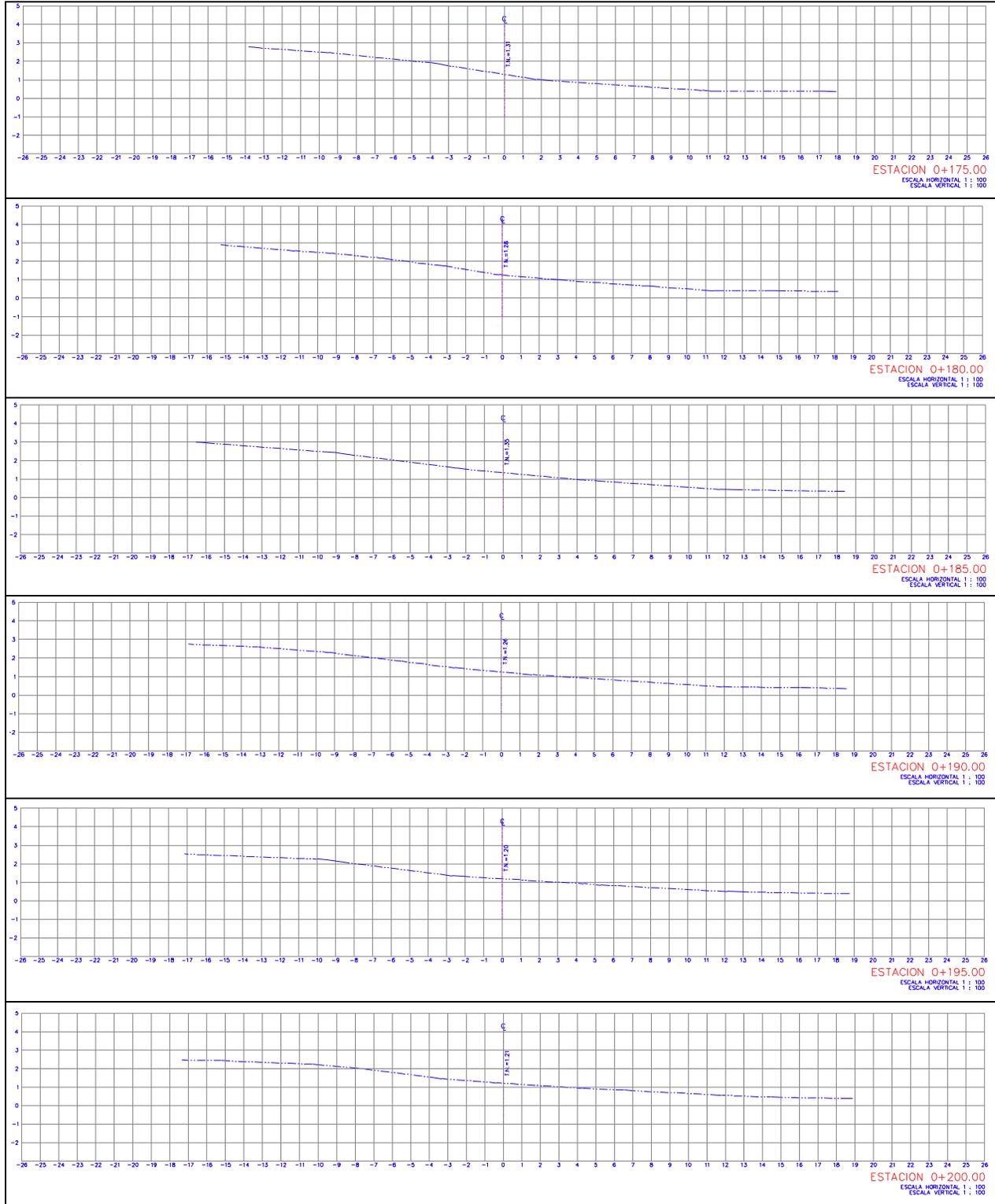
En el siguiente cuadro se muestran los perfiles de playa levantados en el sitio.

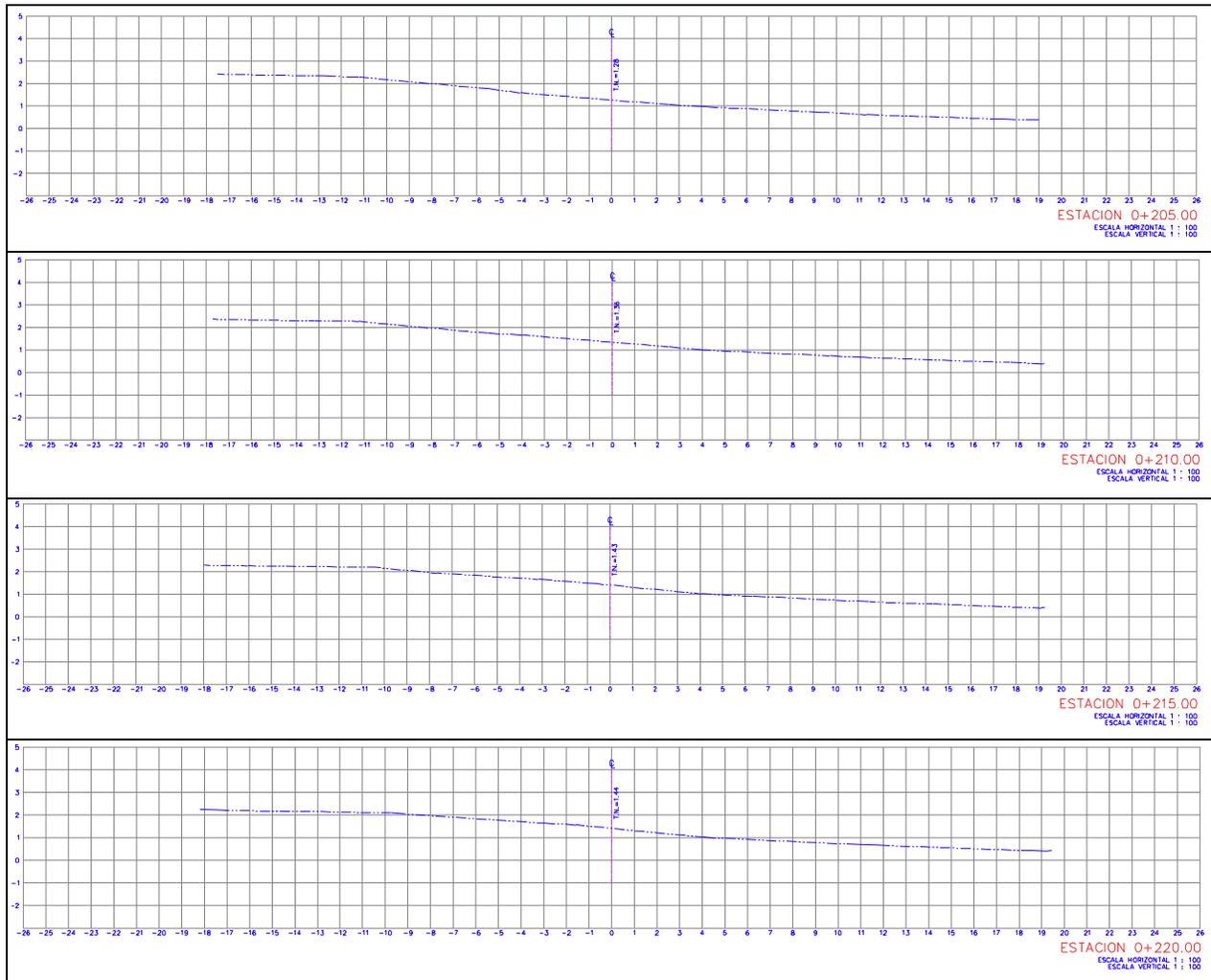




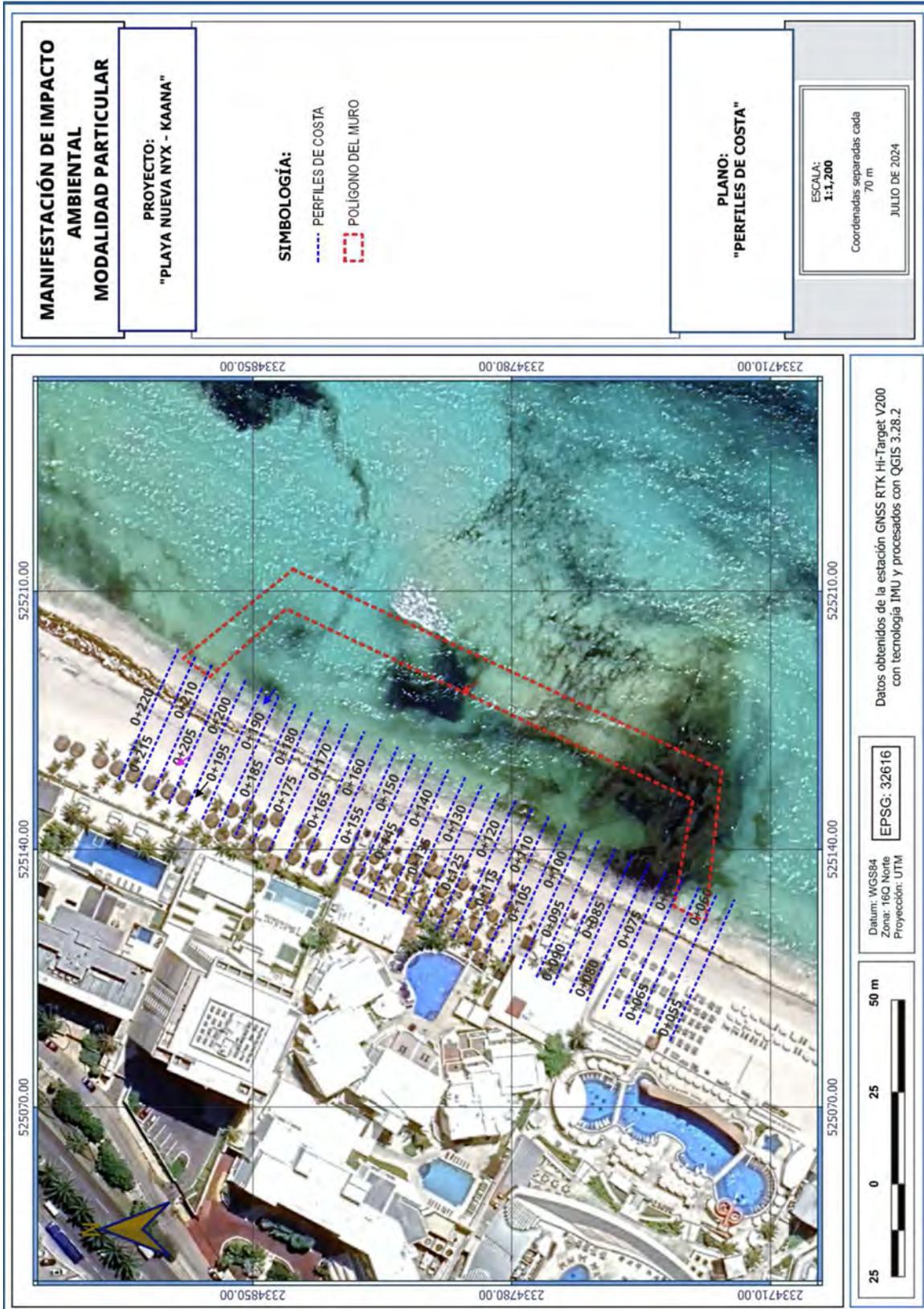


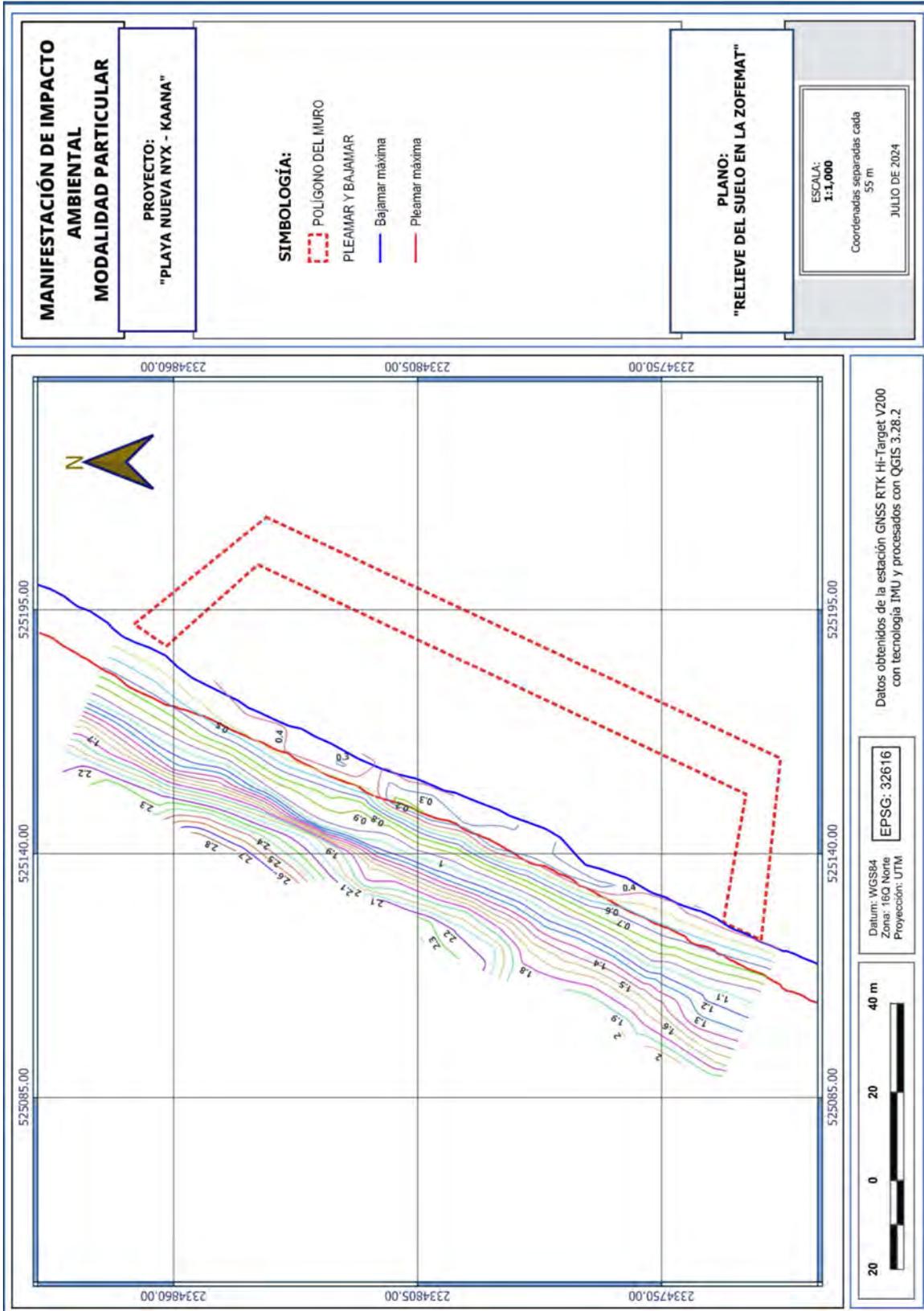


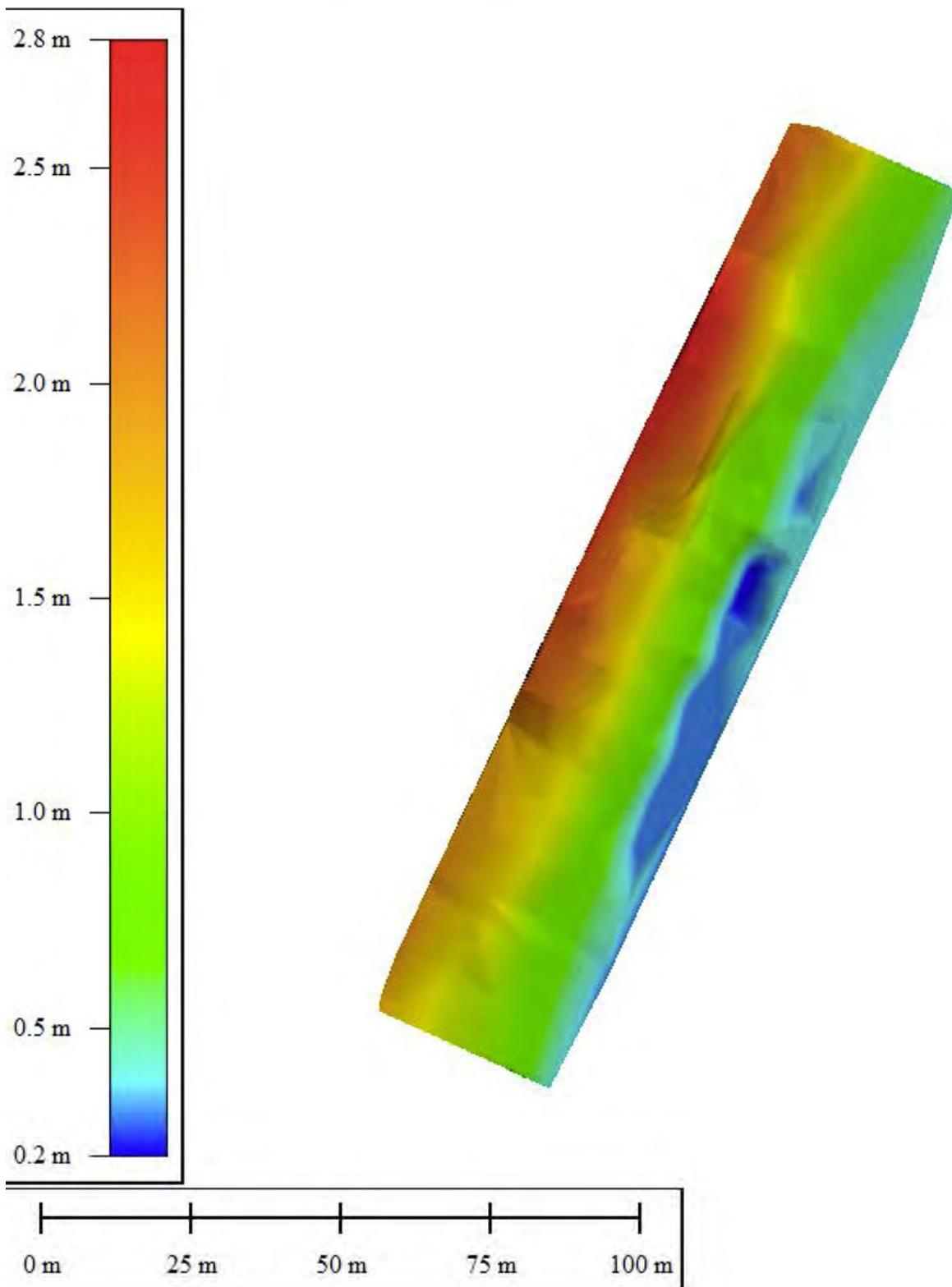




En el siguiente plano se muestra la distribución de los perfiles costeros levantados en campo, así como las curvas de nivel resultante del relieve del terreno.







Modelo digital de elevación del terreno

#### 4.5.8. Caracterización de sedimentos en la zona litoral

Es fundamental llevar a cabo estudios detallados para evaluar la calidad del agua en áreas costeras, utilizando una serie de parámetros esenciales como la concentración de clorofila, materia orgánica disuelta (CDOM), temperatura, fósforos totales (TP), salinidad superficial del mar (SSS), oxígeno disuelto (DO), demanda bioquímica de oxígeno (BOD), demanda química de oxígeno (COD), turbidez y concentración de sedimentos totales (TSS) (Ghholizadeh, Melesse & Reddi, 2016). En este contexto, el presente trabajo se centra en analizar la turbidez y los sólidos suspendidos totales como indicadores clave para evaluar la calidad del agua en la región que abarca las playas Chac Mool, Marlín y San Miguelito, con especial atención en la línea costera frente al sitio del proyecto.

La turbidez se define como una medida óptica que indica la cantidad de luz dispersada por partículas presentes en la columna de agua. Según Muñoz (2020), también se describe como la disminución de la transparencia del agua debido a la presencia de sólidos en suspensión. Entre los principales agentes causantes de turbidez se encuentran el crecimiento algal, la entrada y resuspensión de sedimentos, y la escorrentía urbana y agrícola. Se cuantifica en unidades nefelométricas de turbidez (NTU), aunque cuando se determina a partir de la reflectancia, se utiliza el índice de turbidez (Kahru, 2004).

Por otro lado, los sólidos suspendidos totales (SST) son partículas mayores a 2 micras que flotan en la columna de agua; cuando son más pequeñas, se consideran sólidos disueltos. Están compuestos por materiales inorgánicos, incluyendo microorganismos como bacterias y algas.

Es crucial entender la dinámica espacial y temporal de la turbidez y los SST para identificar áreas con acumulación elevada de estos materiales. Esta problemática es de gran preocupación debido a que una parte significativa de los sedimentos proviene de la deforestación en las cuencas y la descarga de nutrientes de actividades agrícolas. Además, los eventos meteorológicos como las tormentas tropicales, que afectan la región del mar Caribe aproximadamente una vez al año (Pielke et al., 2003), contribuyen al aumento de los niveles de turbidez al transportar sedimentos terrígenos desde las cuencas hacia las costas (Larsen & Weeb, 2009).

Es importante destacar que el mar Caribe, con su profundo significado cultural y su importancia económica para Quintana Roo y específicamente el municipio de Benito

Juárez, ha visto un incremento en la construcción de desarrollos turísticos. Sin embargo, la región se encuentra en una zona vulnerable a huracanes, lo que provoca daños significativos a la infraestructura hotelera y afecta la estabilidad de las playas (Guido et al., 2009) y la dinámica costera. Por lo tanto, es imperativo realizar estudios para comprender la dinámica de los sedimentos en esta zona, ya que influyen directamente en los niveles de turbidez al ser una fuente importante de partículas en suspensión. Estas partículas, a su vez, impactan negativamente a largo plazo en la producción de peces y macroinvertebrados, así como en la preservación de especies bentónicas como pastos marinos y corales, convirtiéndose en una amenaza para los ecosistemas marinos. Además, la alta turbidez reduce el potencial recreativo de las áreas afectadas (Yáñez-Arancibia, 2010).

Esta investigación busca contribuir al entendimiento de cómo la turbidez y los SST afectan la calidad del agua en las playas estudiadas, con implicaciones tanto ambientales como socioeconómicas significativas para la región.

### **Análisis multiespectral de imágenes satelitales.**

Debido a las características espectrales del agua, ciertas propiedades pueden ser identificadas mediante teledetección. El agua posee excelentes capacidades para la transmisión de radiación electromagnética en el espectro visible y para la absorción en el infrarrojo. Sin embargo, la presencia de turbidez altera la respuesta espectral registrada por los sensores, mostrando diferencias discernibles en comparación con el agua clara. Es crucial destacar que dependiendo del tipo de partículas que causen la turbidez, la respuesta espectral del agua se modifica en diferentes regiones del espectro, lo cual proporciona datos susceptibles de ser captados por imágenes obtenidas mediante sensores remotos (Vazquez, 2000).

### **Área de estudio.**

El área de estudio abarca la Zona Hotelera de Cancún, localizada en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, México. Esta región se extiende a lo largo de la costa oriental de la península de Yucatán, entre las coordenadas 21°05' N y 86°46' O, abarcando aproximadamente 23 km de longitud a lo largo del Mar Caribe. La zona está caracterizada por su formación geológica predominantemente compuesta por rocas calizas erosionadas, que configuran una serie de playas arenosas y formaciones rocosas conocidas como espigones (García-García et al., 2015).

La Zona Hotelera de Cancún es una importante área turística, con una infraestructura diseñada para recibir anualmente a millones de visitantes de todo el mundo. Limita al norte con la Laguna Nichupté y al sur con el Mar Caribe, incluyendo complejos hoteleros, áreas de recreación y zonas de conservación ecológica (Ruíz-Méndez et al., 2019).

Benito Juárez, el municipio donde se encuentra la Zona Hotelera de Cancún, tiene una población aproximada de 888,000 habitantes según el censo de 2020 (INEGI, 2020). El municipio abarca una extensión de aproximadamente 1,143 km<sup>2</sup> y colinda al norte con el municipio de Isla Mujeres, al sur con el municipio de Solidaridad, al oeste con el municipio de Puerto Morelos y al este con el Mar Caribe y la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

La dinámica costera en esta área está influenciada por la Corriente de Yucatán, una corriente oceánica que viaja paralela a la costa del estado de Quintana Roo. Esta corriente se mueve a lo largo del año, variando en intensidad y posición estacionalmente. En verano, la Corriente de Yucatán se adhiere más cerca de la costa, aumentando la velocidad y generando fenómenos como remolinos y celdas de recirculación frente a puntos clave como Punta Nizuc e Isla Mujeres (Athié et al., 2011; Molinari, 1971).

La modelación numérica hidrodinámica ha permitido observar estas celdas de recirculación, que pueden afectar la circulación local del agua y los tiempos de residencia en la zona (Athié et al., 2011). Estos fenómenos son cruciales para comprender la dinámica de la calidad del agua y los impactos ambientales en la región.

### **Metodología. Adquisición y procesamiento de las imágenes satelitales.**

Se utilizaron imágenes satelitales Landsat 8, nivel 1 (path, 18; row:45), representando la época de lluvias y época de secas, descargadas mediante la base de datos del US Geological Survey (USGS) a través del Global Visualization Viewer (<http://glovis.usgs.gov/>). Discriminando las imágenes de satélite con un porcentaje de nubosidad mayor al 20%, con el objetivo de eliminar errores por contaminación atmosférica. Las imágenes fueron de tipo GeoTIFF del nivel 1. Landsat 8 es un satélite cuyo objetivo es monitorear la superficie de la tierra, mediante la captación de imágenes espectrales, para generar información que permita el estudio del medio ambiente y la sostenibilidad del planeta; está compuesto por dos sensores, el sensor multiespectral Operational Land Imager (OLI) y el sensor térmico infrarrojo Thermal Infrared Sensor (TIRS). Tiene una resolución

radiométrica más alta (12 bits) con respecto a las misiones anteriores (TM y ETM+), permitiendo que detecte cambios en la superficie de la tierra.

### **Corrección atmosférica de las imágenes .**

Es importante resaltar que el tipo de imágenes usadas ya tienen una corrección radiométrica y geométrica, sin embargo, es importante realizar una corrección atmosférica. A fin de eliminar los efectos atmosféricos y de este modo transformar los valores radiométricos en radiación o reflectancia de superficie. En este trabajo se aplicó la corrección atmosférica de las bandas del espectro visible (azul, verde y rojo) y la banda NIR y se aplicó el modelo de Reflectancia Aparente (Bravo, 2013).

### **Recorte de las imágenes originales.**

Una vez que cada imagen fue corregida atmosféricamente, se procedió a recortar el área de estudio según la influencia de la línea de costa frente al Hotel NYX. Este enfoque facilita un procesamiento más preciso de las imágenes satelitales. Para mapear la turbidez y los sólidos suspendidos totales en la columna de agua, se seleccionaron 4 meses durante la temporada seca (noviembre, diciembre, enero y febrero) y 4 meses durante la temporada de lluvias (junio, julio, agosto y septiembre), eligiendo las imágenes con menor cobertura nubosa para mitigar los efectos atmosféricos. Además, se estableció una malla de muestreo a lo largo de la superficie de interés para capturar la variabilidad temporal y espacial de los parámetros mencionados.

### **Procesamiento de imágenes para índice de turbidez.**

“La turbiedad en agua se debe a la presencia de partículas suspendidas y disueltas. Materia en suspensión como arcilla, cieno o materia orgánica e inorgánica, así como compuestos solubles coloridos, plancton y diversos microorganismos (Arias, 2014).

Para el índice de turbidez se empleó el siguiente algoritmo:

$$T = 6.1437 (B2) - 2.702 (B3) + 5.1736 (B4) - 5.8274 (B5)$$

Donde:

T: Turbidez

B2: Banda del verde

B3: Banda del rojo

B4: Banda del infrarrojo cercano

B5: Banda del infrarrojo medio

### Procesamiento de imágenes para sólidos suspendidos totales.

Calibración radiométrica y corrección atmosférica. Para usar una imagen cuantitativamente, es necesario convertir los valores de Niveles Digitales (ND) de la imagen satelital a radiancia y luego a reflectancia. Por lo que fue necesario calibrar radiométricamente las imágenes Landsat 8 Oli, empleado los coeficientes de calibración proporcionados en los metadatos asociados a cada imagen descargada. Las imágenes con valores de radiancia TOA fueron guardadas con resolución radiométrica de 32 bit con la finalidad de evitar el sesgo de información.

Para trabajar con los datos de la superficie, fue necesario minimizar el efecto por dispersión y absorción debido a los gases de la atmosfera, vapor de agua, aerosoles y se busca remover el efecto de los diferentes ángulos de incidencia de la energía solar y de la distancia Tierra-Sol. Por lo que, corregir atmosféricamente las imágenes para convertir los valores de reflectividad TOA (Top Atmosphere) en valores de reflectividad en superficie TOC (Top of Canopy), proceso realizado de forma manual utilizando las ecuaciones correspondientes (Guantes *et al.* 2009; Carmiña, 2017).

### Algoritmo utilizado para la determinación de SST

$$SST: -229.34 \left( \frac{GREEN}{INR} \right)^3 + 1001.65 \left( \frac{GREEN}{INR} \right)^2 - 1422.7 \left( \frac{GREEN}{INR} \right) + 665.17$$

### Resultados.

Según los resultados del índice de turbidez, no se encontraron diferencias significativas entre las temporadas. Sin embargo, se observaron valores más altos durante la temporada de lluvias, con un promedio de 0.69 NTU, en comparación con los valores más bajos durante la temporada seca, con un promedio de 0.64 NTU. Es relevante destacar que julio mostró el índice de turbidez más alto (0.96 NTU), mientras que septiembre registró el valor más bajo (0.02 NTU). Estos hallazgos indican que los meses con mayores precipitaciones presentan los niveles más altos de turbidez. Los resultados mencionados se presentan de manera gráfica en la figura siguiente.

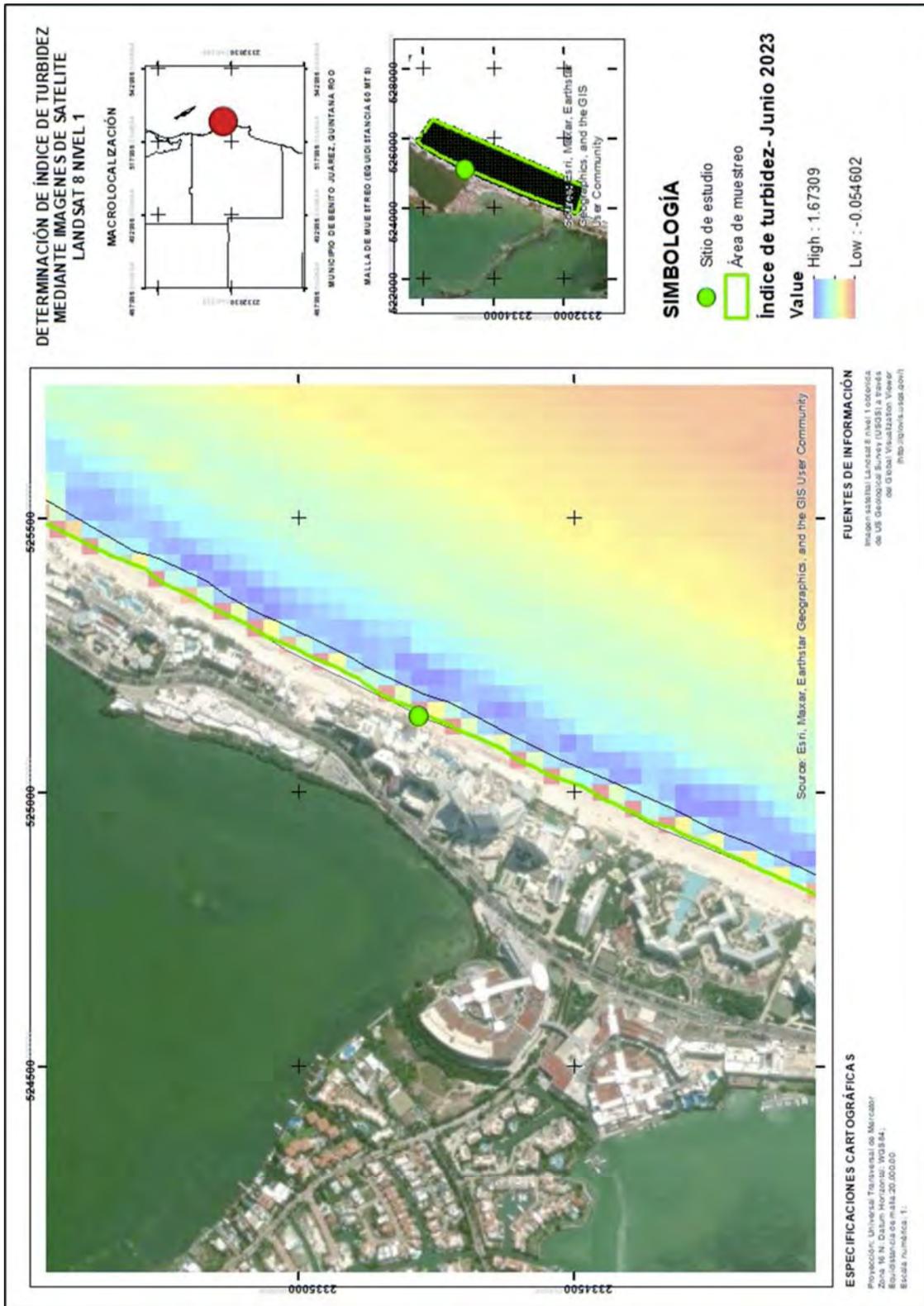


Según el análisis espacial realizado, la distribución de la turbidez se correlaciona con la morfología de la zona costera, la dirección del viento y las corrientes litorales que impactan el área. Durante los meses secos, específicamente en noviembre, diciembre y enero, se observaron los valores más altos de turbidez cerca de la línea de costa. Esto podría deberse a la remoción de sedimentos provocada por las actividades turísticas. Aunque los valores de turbidez son generalmente bajos en enero, se registraron niveles más altos espacialmente en una franja costera de aproximadamente 150 metros.

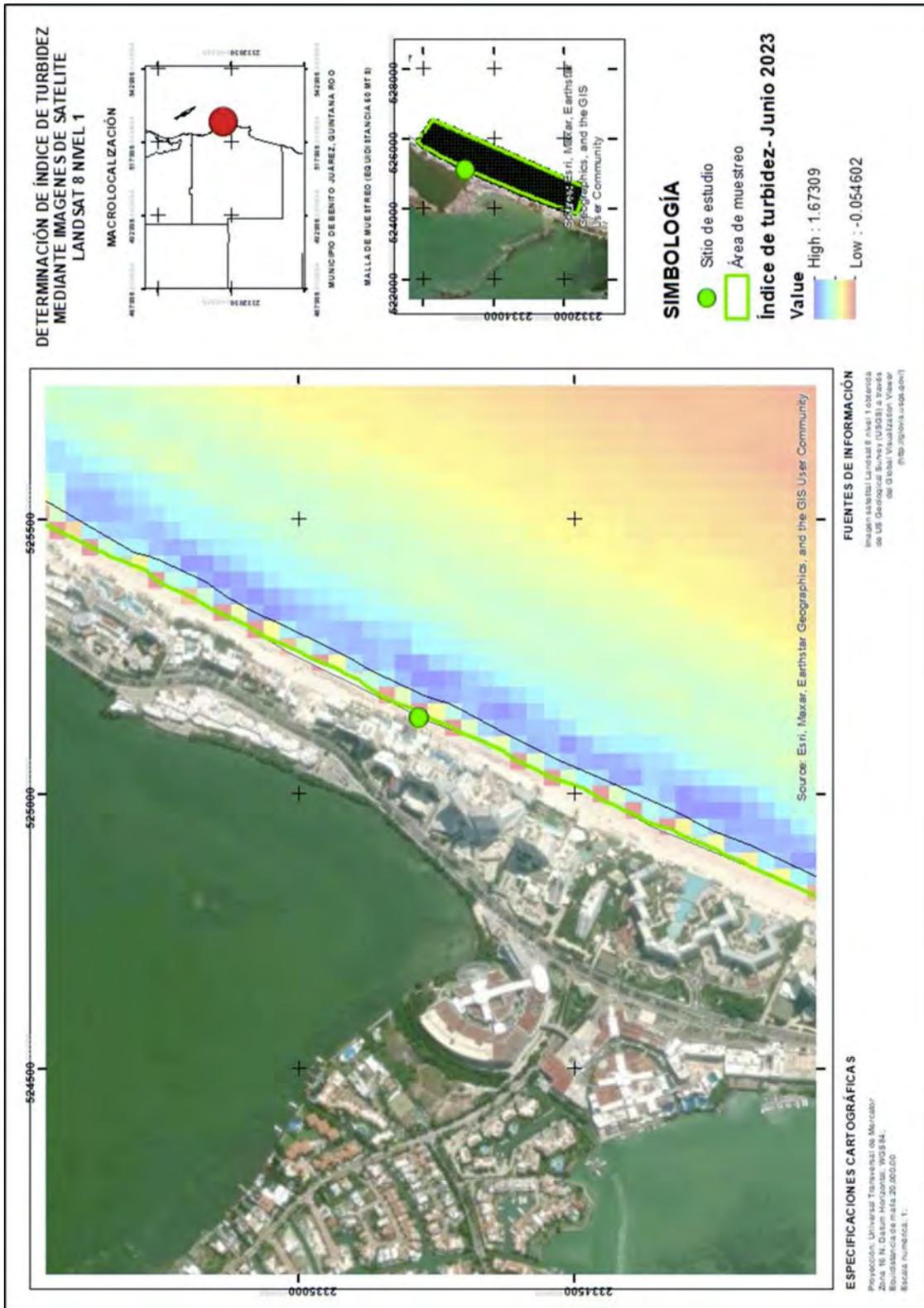
En febrero, los niveles de turbidez aumentaron significativamente hacia la región oceánica, posiblemente debido al aporte de nutrientes que estimulan la productividad primaria. Además, la dinámica de las corrientes litorales contribuye al incremento de partículas y, por ende, de la turbidez. Durante los meses de lluvias, particularmente en junio y agosto, se observó que los valores más altos de turbidez se concentraron cerca de la línea de costa, extendiéndose hasta aproximadamente 150 metros hacia la región oceánica. Luego, los niveles de turbidez comenzaron a reducirse en dirección este, alcanzando los 320 metros. Esto se observa en los mapas siguientes.

Estos patrones de turbidez durante la temporada de lluvias son atribuibles al aporte de aguas residuales de la población y a los desechos generados por la actividad turística en la zona hotelera de Cancún.

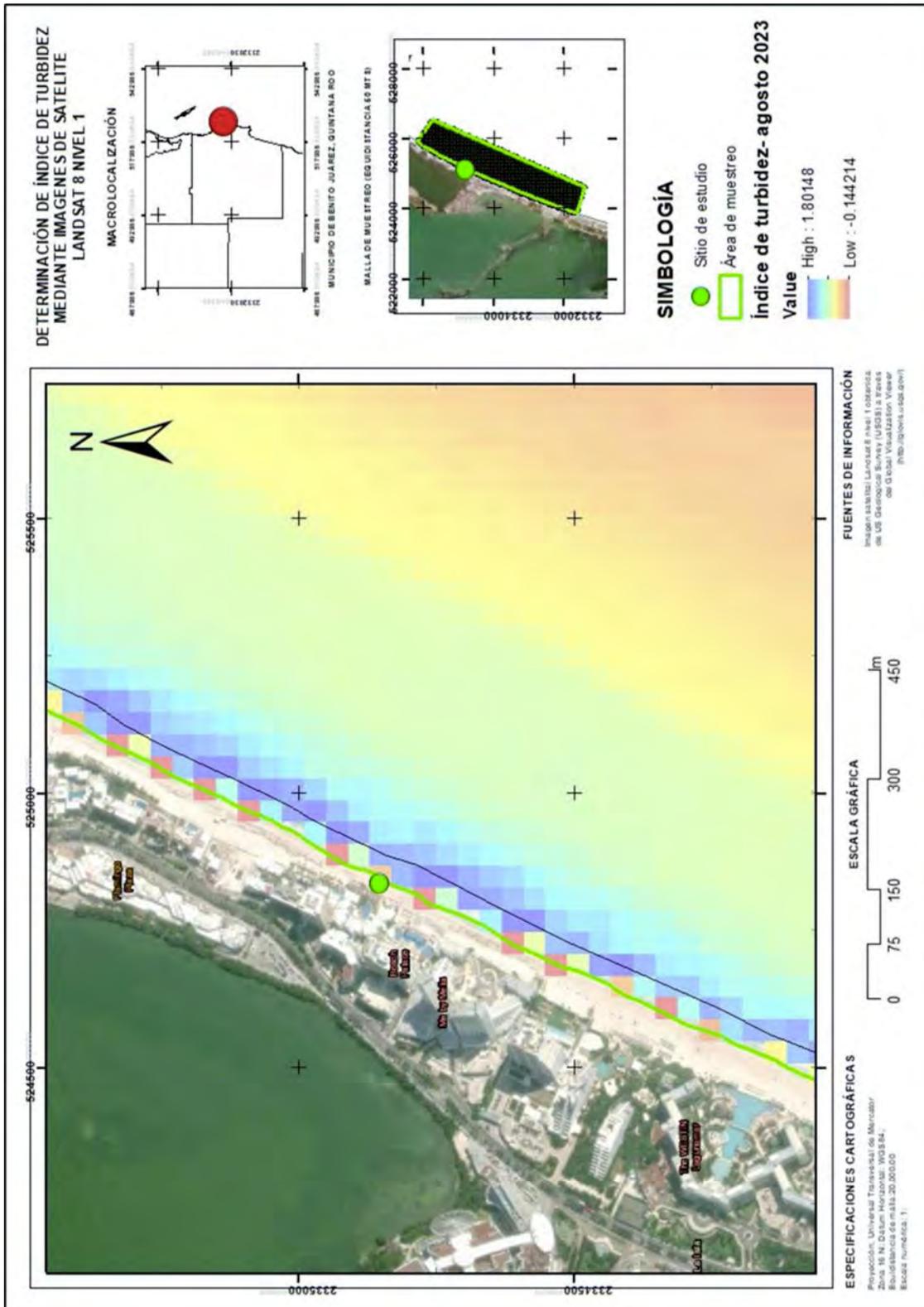




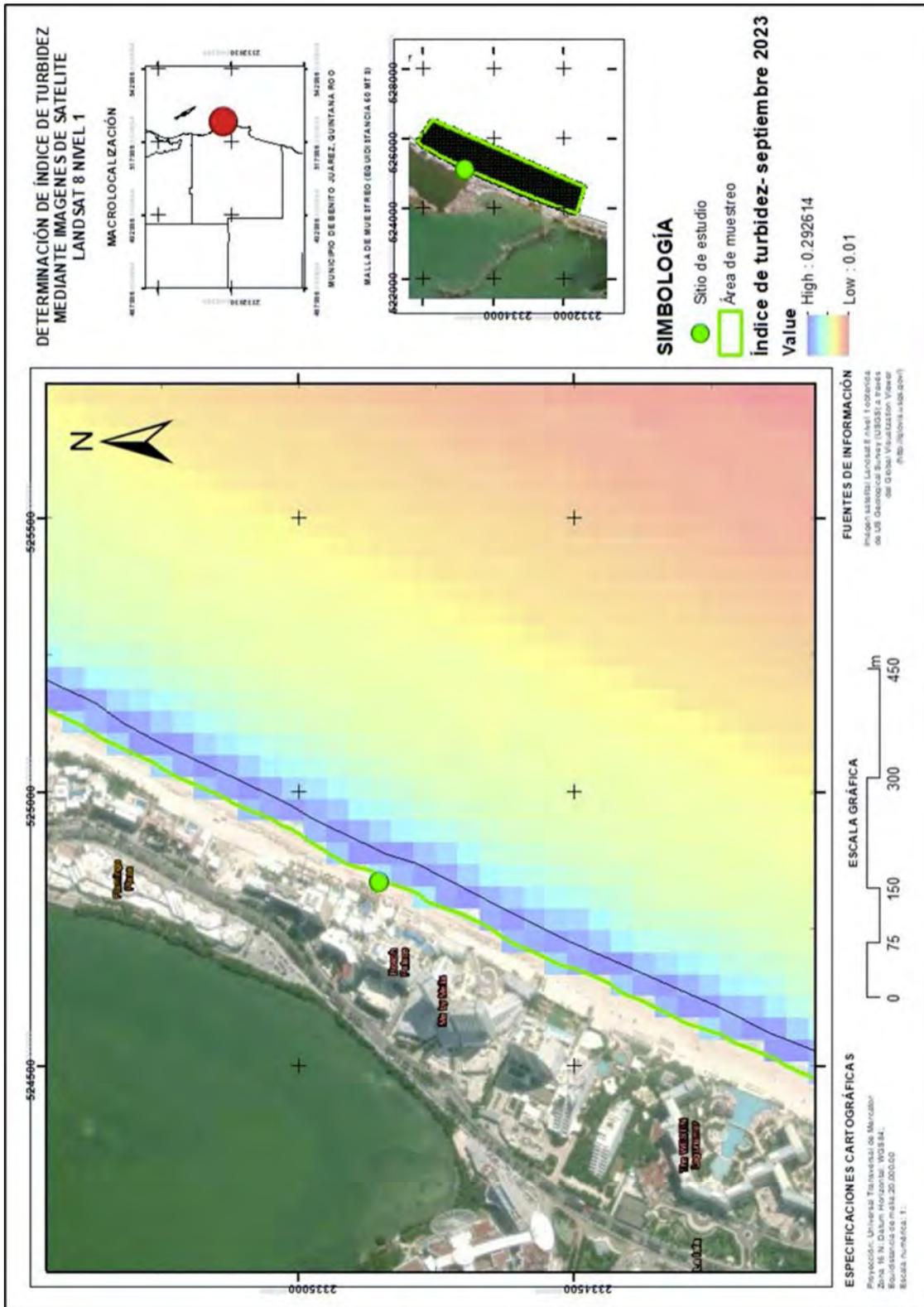
Índice de turbidez determinado en temporada de lluvias (julio) frente a la franja costera del sitio del proyecto.



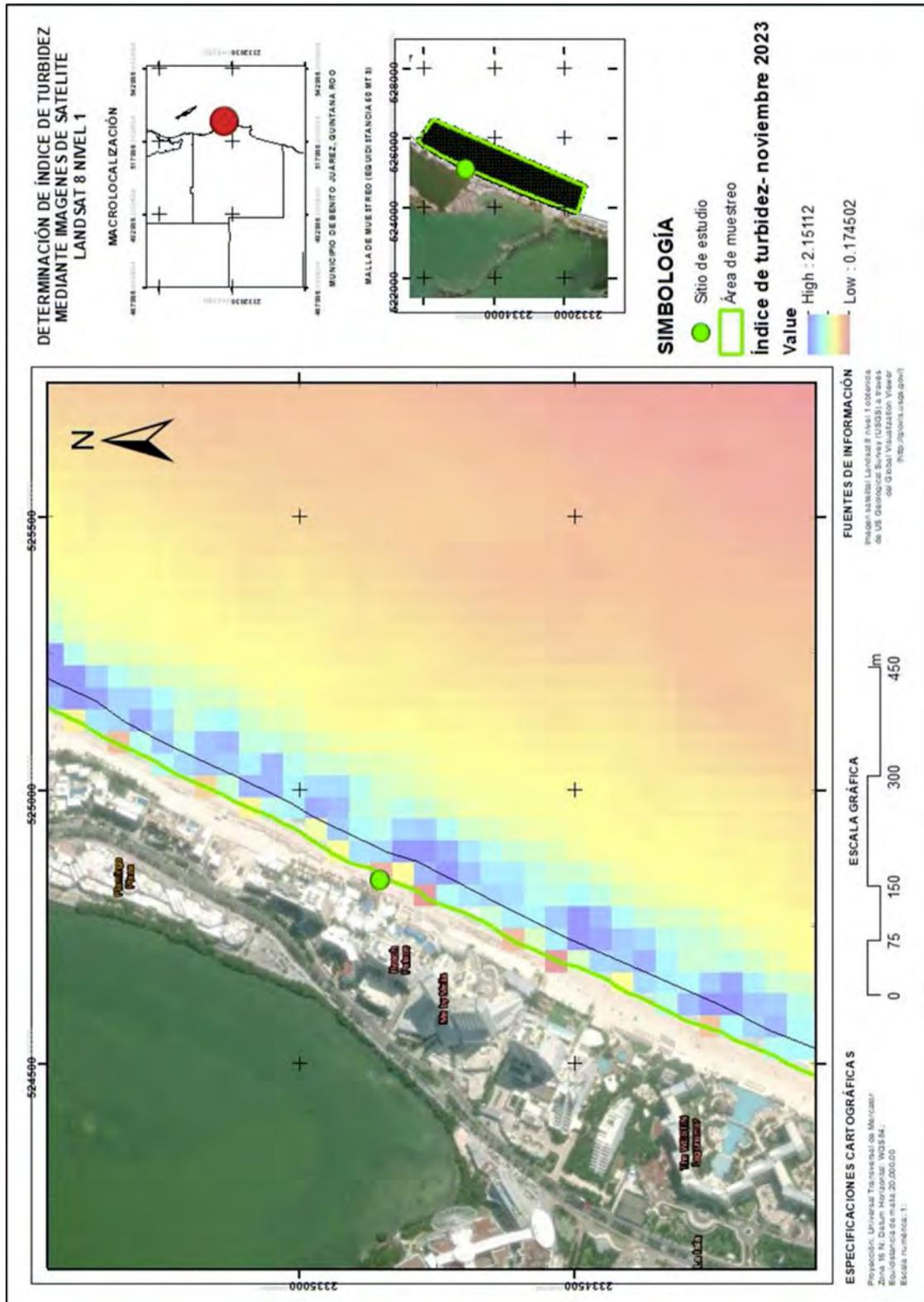
Índice de turbidez determinado en temporada de lluvias (junio) frente a la franja costera del sitio del proyecto.



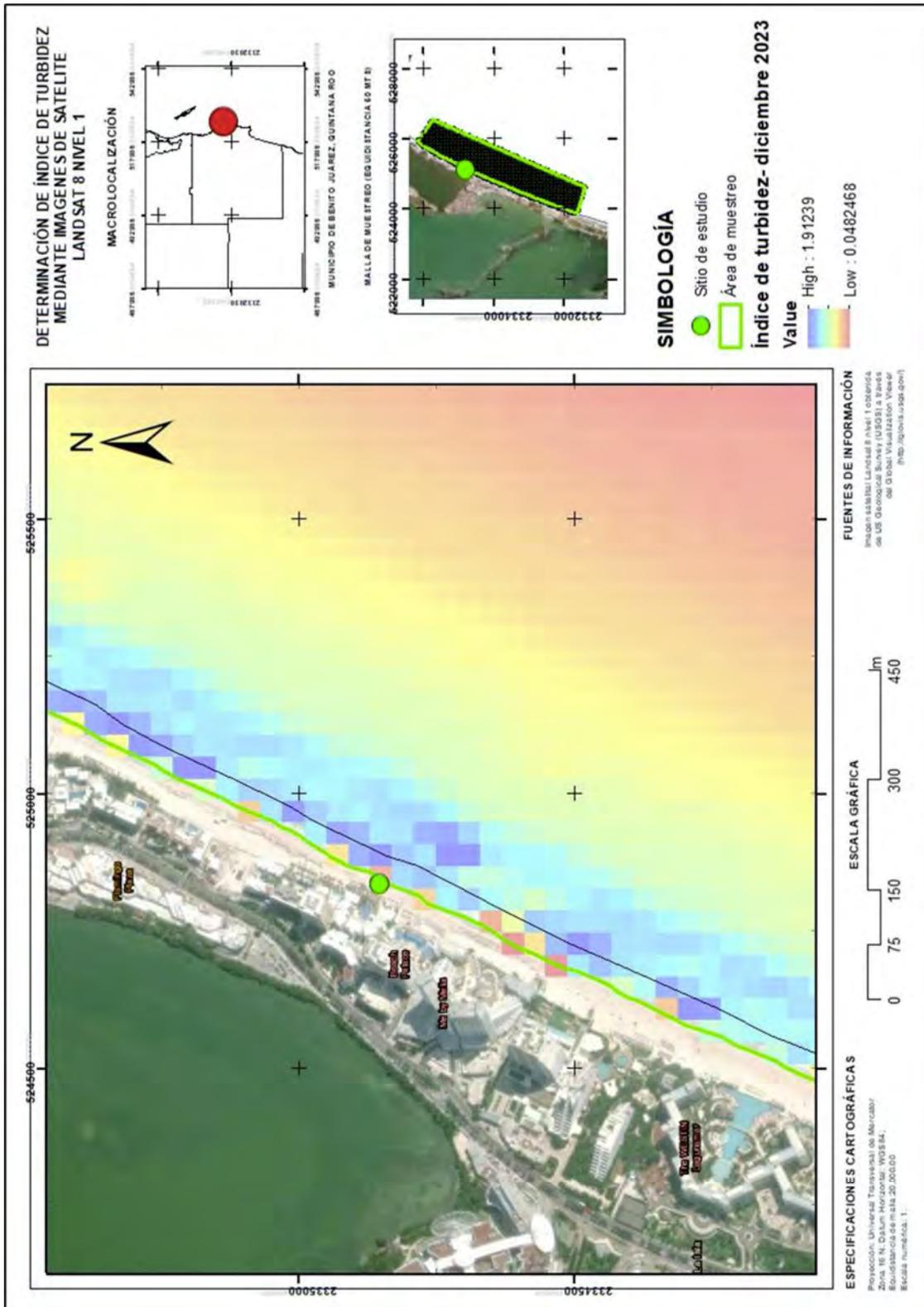
Índice de turbidez determinado en temporada de lluvias (agosto) frente a la franja costera del sitio del proyecto.



Índice de turbidez determinado en temporada de lluvias (septiembre) frente a la franja costera del sitio del proyecto.

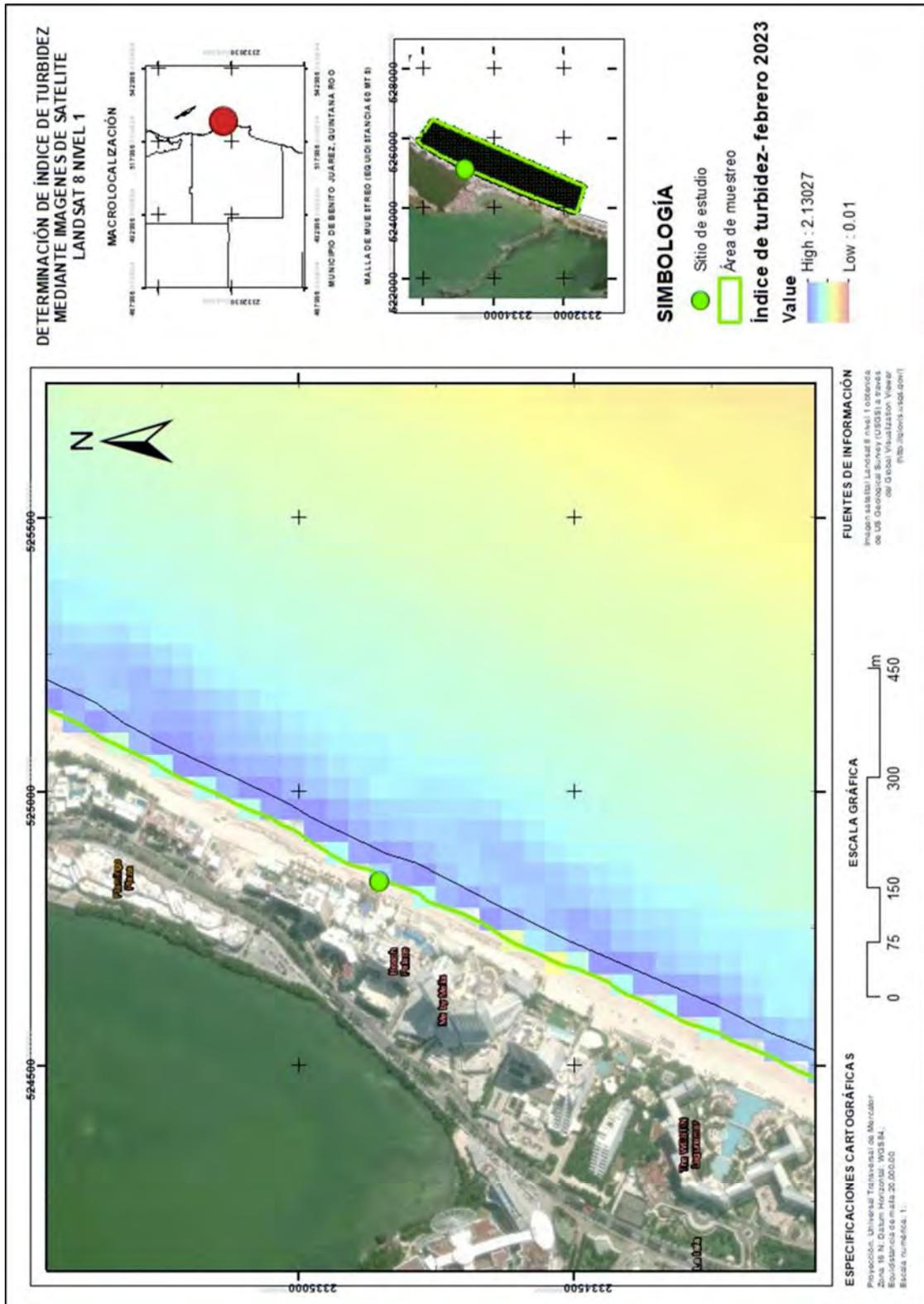


Índice de turbidez determinado en temporada de secas (noviembre) frente a la franja costera del sitio del proyecto.



Índice de turbidez determinado en temporada de secas (diciembre) frente a la franja costera del sitio del proyecto.





Índice de turbidez determinado en temporada de secas (febrero) frente a la franja costera del sitio del proyecto.

## Resultados obtenidos de sólidos suspendidos disueltos

Los sólidos suspendidos totales (SST) mostraron una diferencia significativa entre las temporadas de análisis, a diferencia del índice de turbidez. Durante los meses de temporada seca, se registraron los valores más altos de SST, con un promedio de 20.09 mg/l, mientras que en la temporada de lluvias se observó el valor más bajo, con un promedio de 11.07 mg/l.

En cuanto a la concentración de sedimentos, se encontró que noviembre y diciembre destacaron por tener la mayor cantidad, con concentraciones de 23.14 mg/l y 36.07 mg/l respectivamente. En contraste, junio y enero fueron los meses con la menor concentración registrada, con valores de 8.69 mg/l y 8.60 mg/l respectivamente.

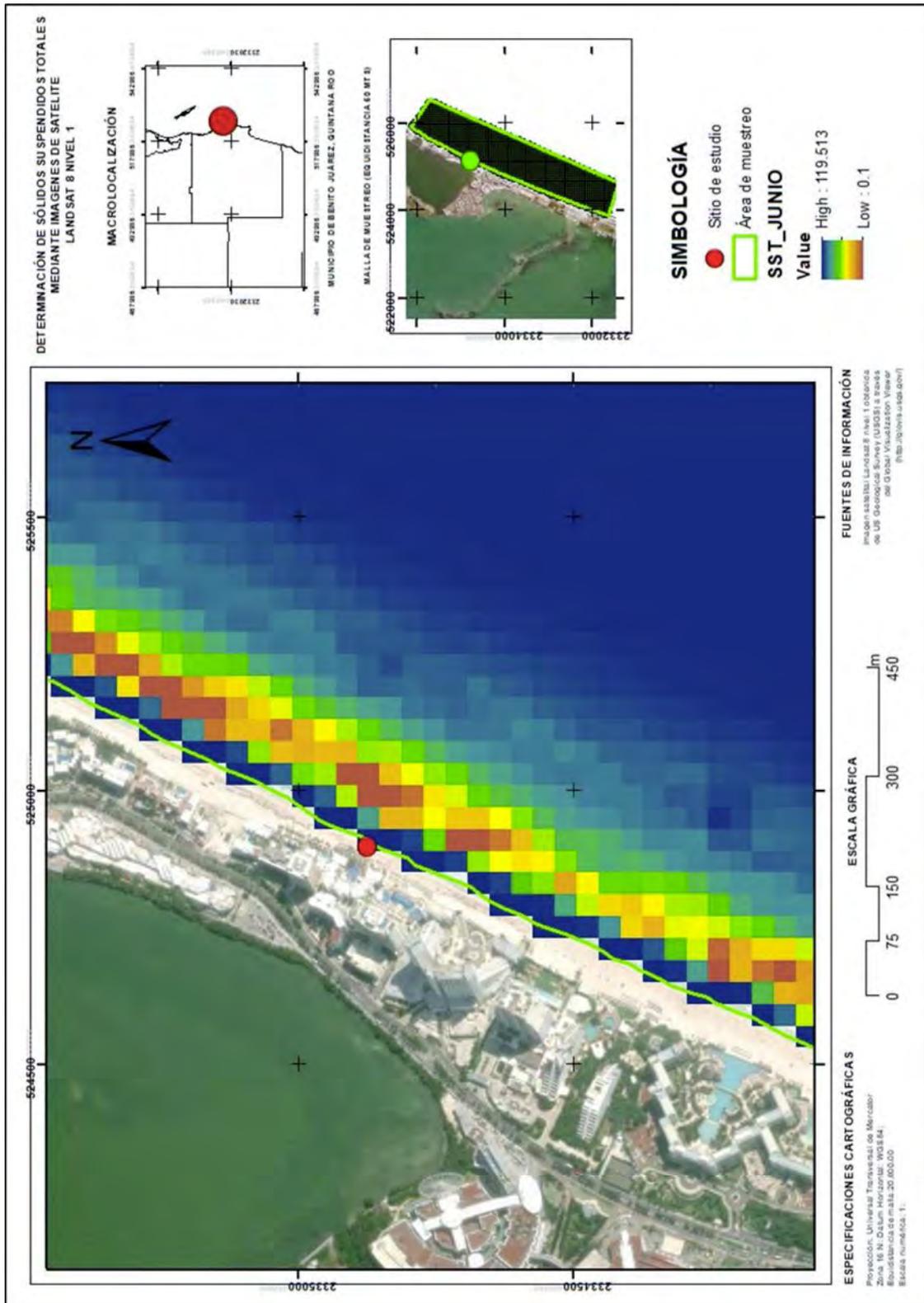
Estos resultados indican una clara variación estacional en los niveles de sólidos suspendidos totales, reflejando diferencias notables entre los meses secos y los meses de lluvia.



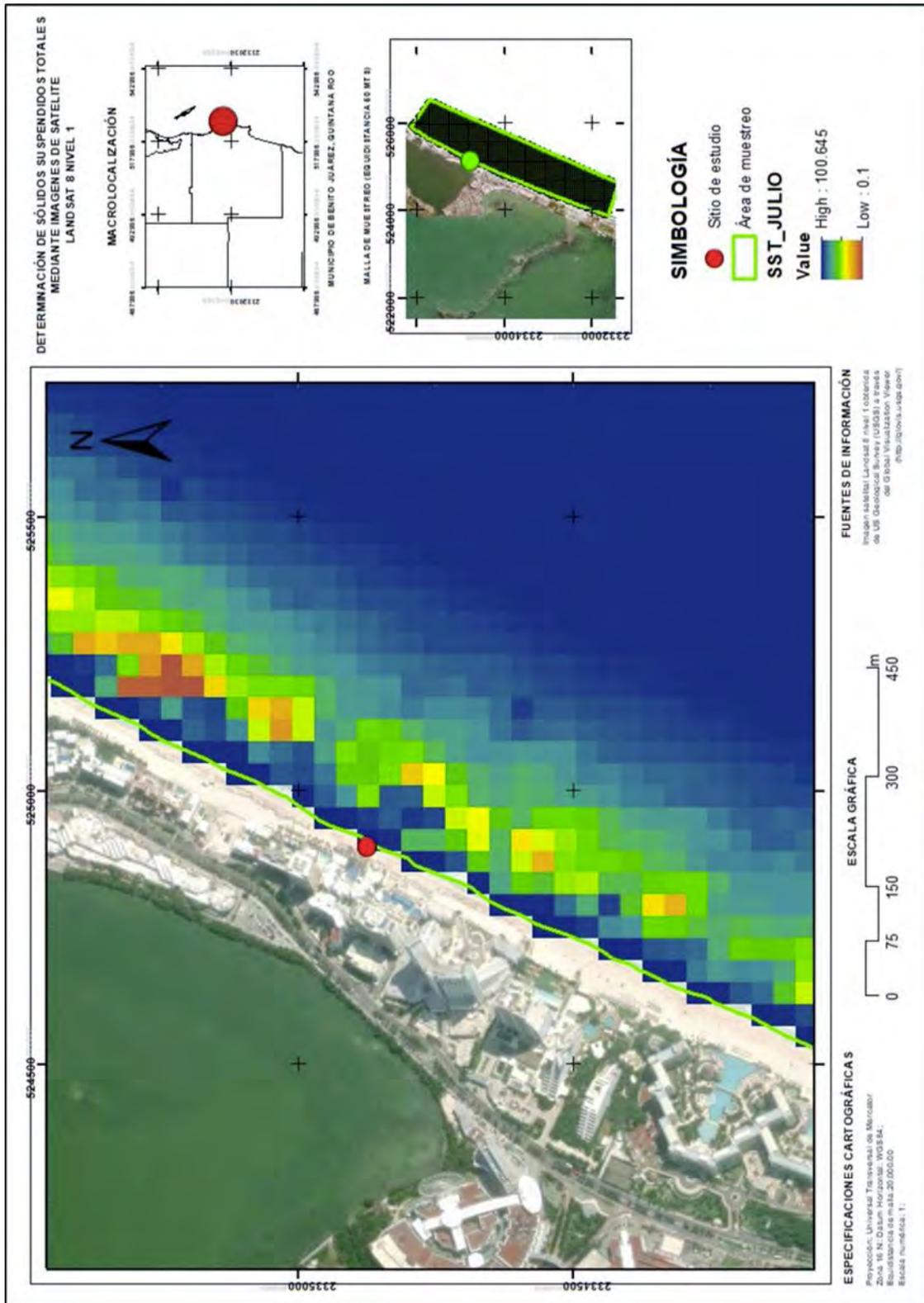
En cuanto a la distribución espacial de sedimentos, se observa que en noviembre se presenta una alta concentración de sólidos suspendidos totales, alcanzando hasta 136.01 mg/l, extendiéndose desde la línea de costa hasta la región oceánica. Este patrón se repite en diciembre, con concentraciones de hasta 141.85 mg/l, las cuales comienzan a disminuir a medida que nos alejamos de la costa hacia los 300 metros en dirección este.

Los meses con menor concentración de sedimentos cerca de la línea de costa son septiembre y enero, con concentraciones máximas de 18.20 mg/l y 32.38 mg/l respectivamente, y mínimas de 15.27 mg/l y 0.15 mg/l.

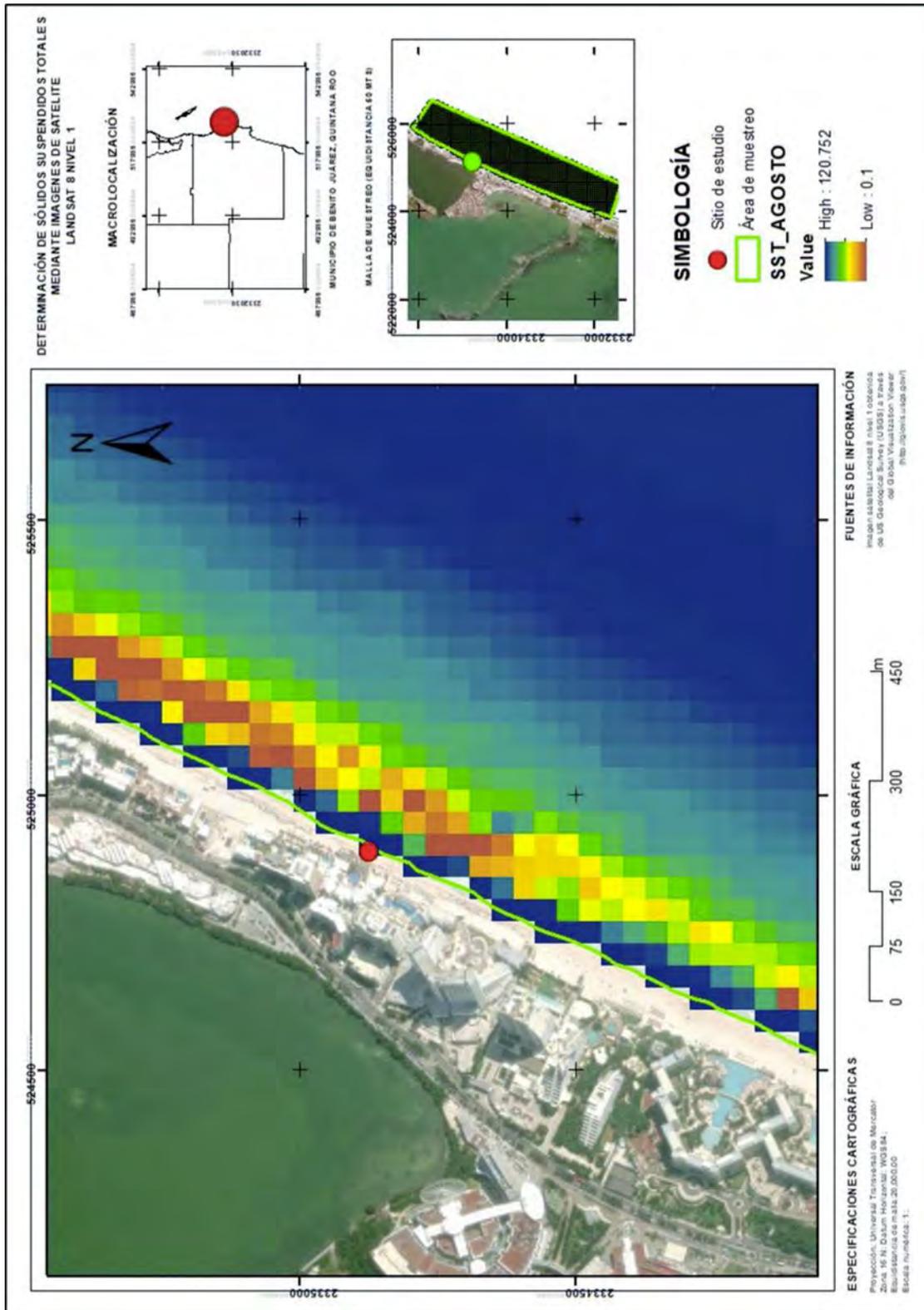
Además, se observa la formación de acumulaciones de sedimentos en forma de dunas en algunas zonas cercanas al litoral.



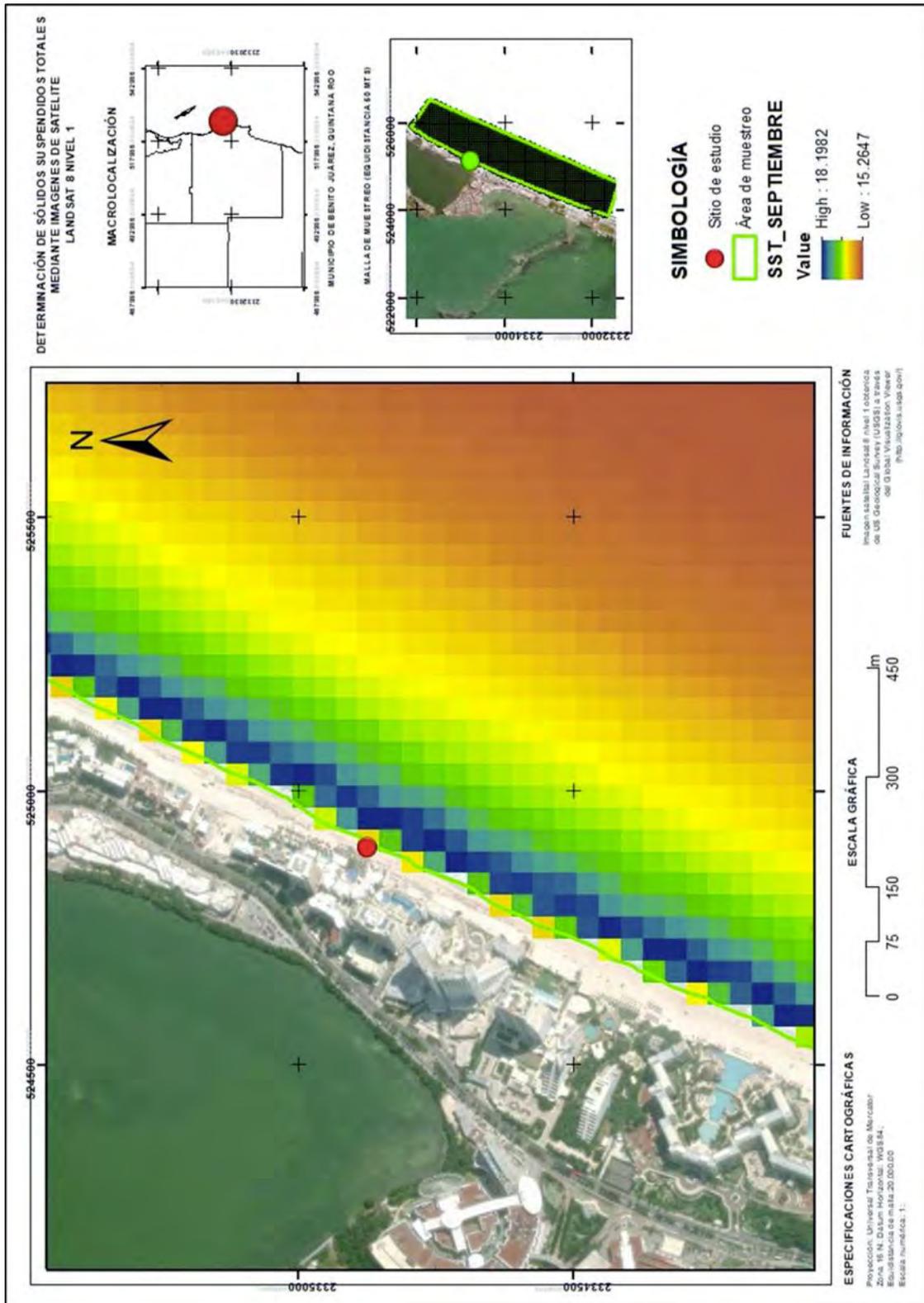
Determinación de concentración de sólidos suspendidos totales en temporada de lluvias (junio).



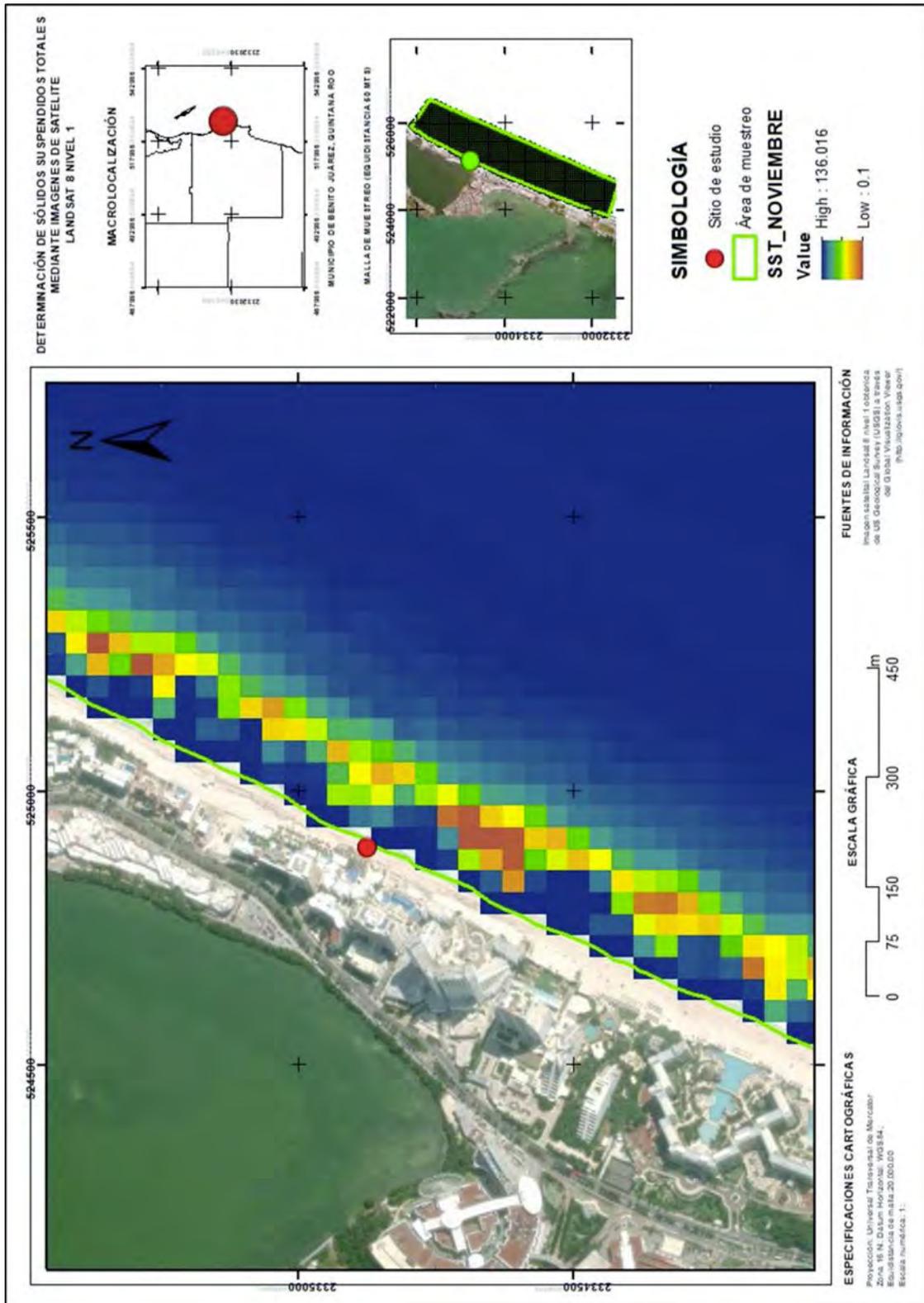
Determinación de concentración de sólidos suspendidos totales en temporada de lluvias (julio).



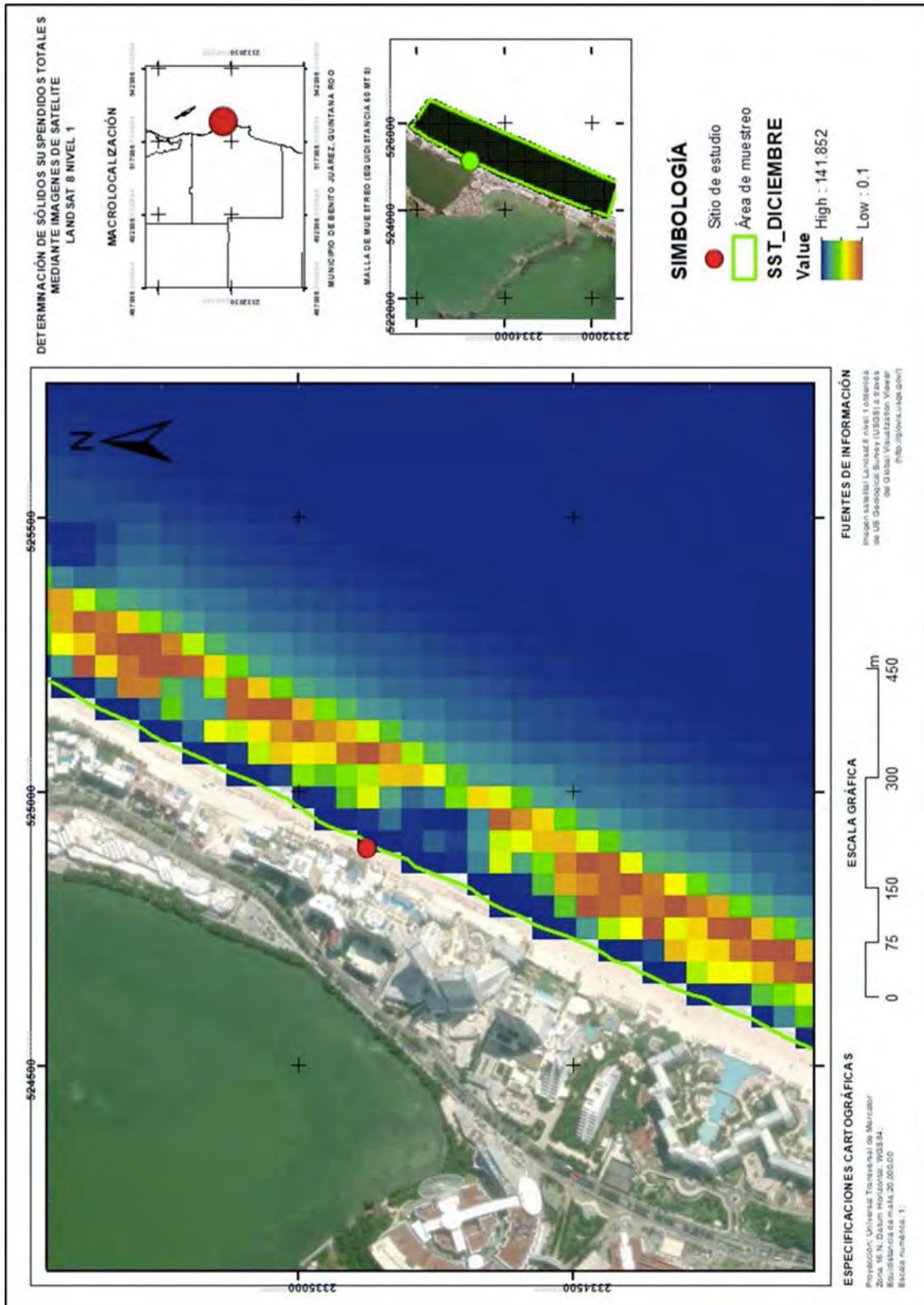
Determinación de concentración de sólidos suspendidos totales en temporada de lluvias (agosto).



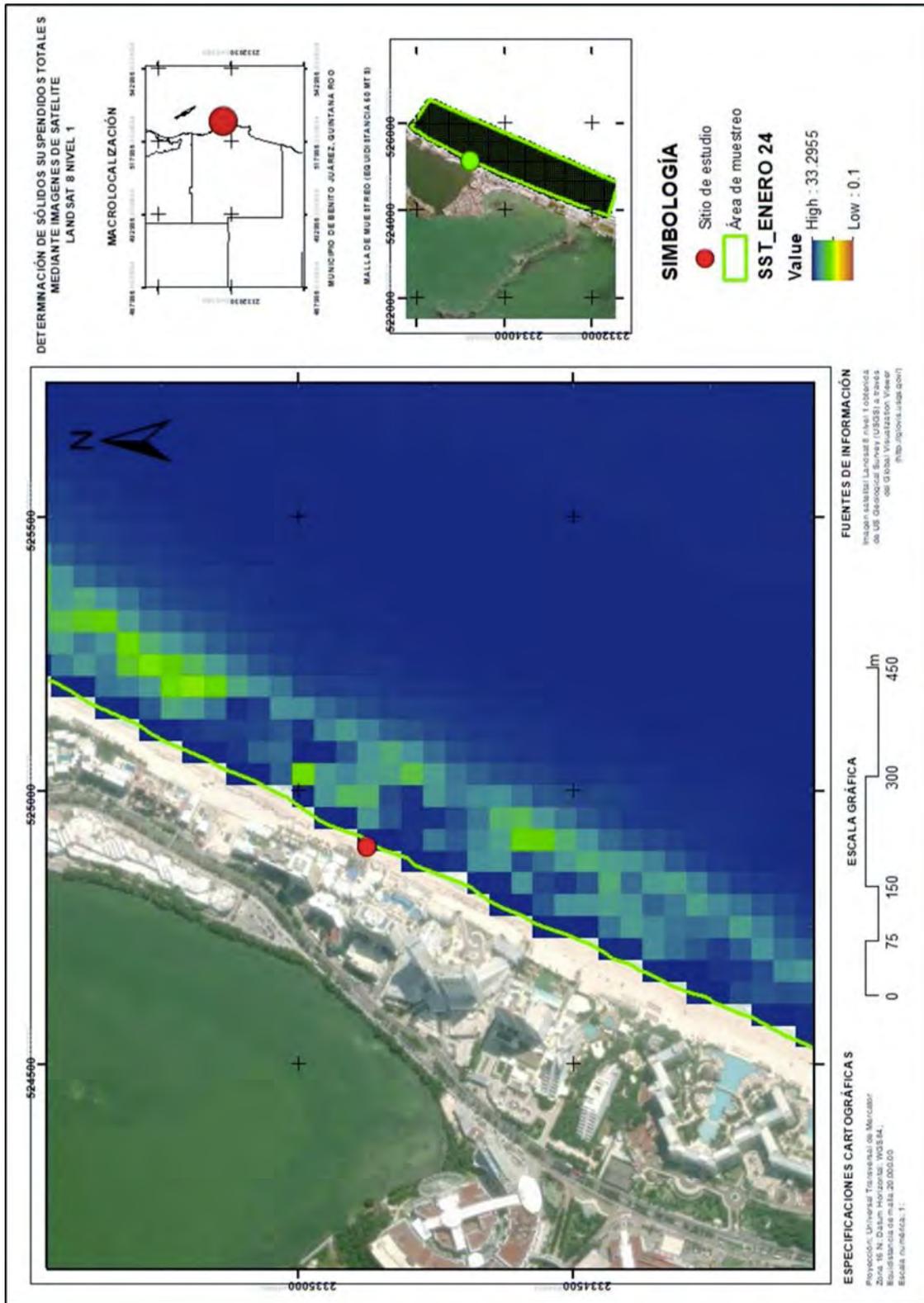
Determinación de concentración de solidos suspendidos totales en temporada de lluvias (septiembre).



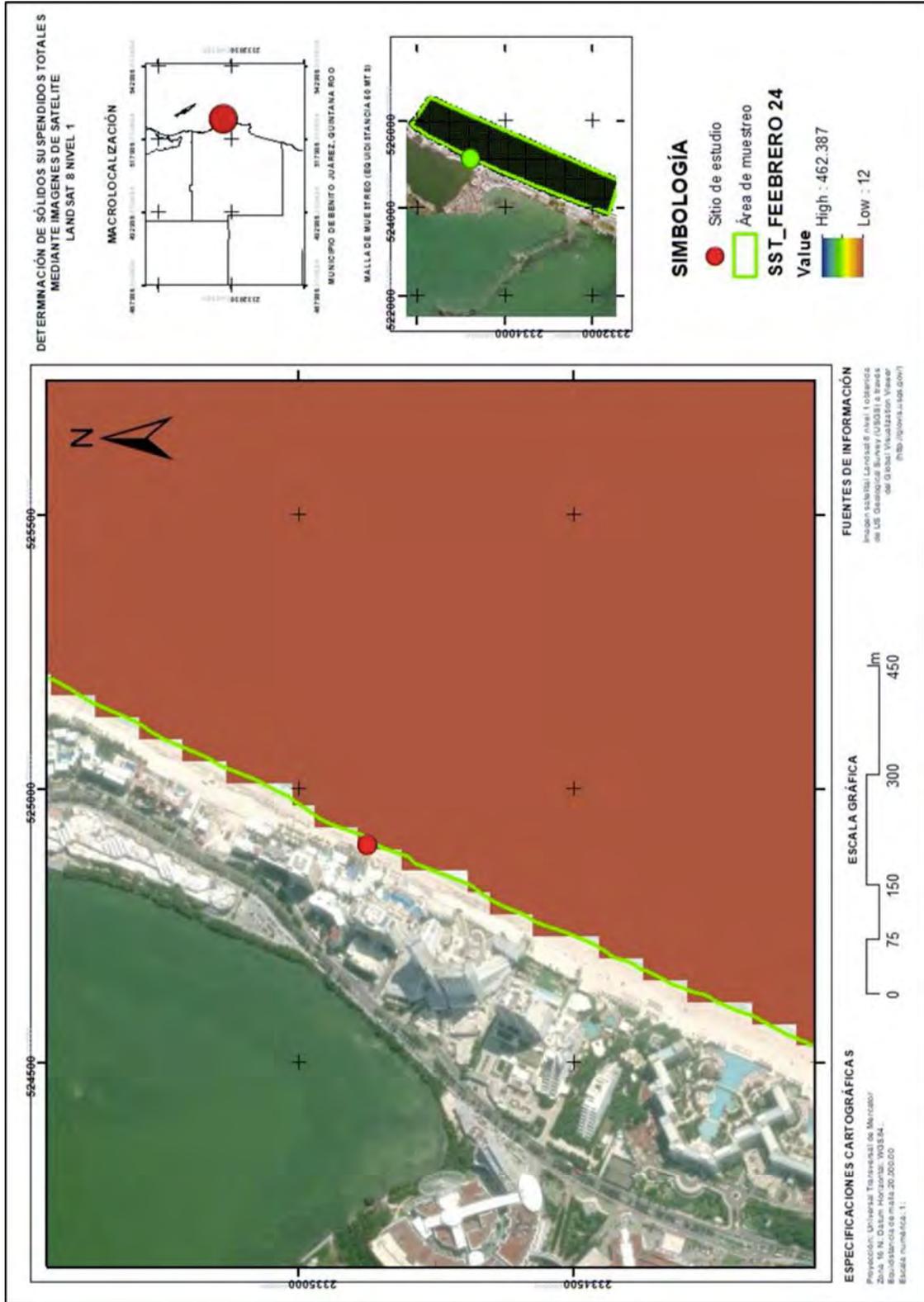
Determinación de concentración de sólidos suspendidos totales en temporada de secas (noviembre).



Determinación de concentración de sólidos suspendidos totales en temporada de secas (diciembre).



Determinación de concentración de sólidos suspendidos totales en temporada de secas (enero 2024).



Determinación de concentración de sólidos suspendidos totales en temporada de secas (febrero 2024).

Es importante destacar que los fenómenos meteorológicos tienen un impacto significativo en la dinámica de sedimentos y en el aporte de nutrientes tanto a las zonas costeras como oceánicas. En el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, se registraron lluvias intensas el 25 de mayo y el 27 de noviembre de 2023, lo que provocó un aumento directo en los niveles de turbidez y en la cantidad de partículas en suspensión. Estos eventos también contribuyeron al aumento de la erosión en la zona costera, resultado de las actividades turísticas en la región.

Los sólidos suspendidos totales mostraron una mayor concentración durante los meses de secas. Sin embargo, se observó una menor concentración en julio, durante la canícula, un evento meteorológico caracterizado por la reducción de las lluvias. Esto permitió que el litoral lograra estabilizar las condiciones ambientales, influenciando directamente en la disminución de la concentración de SST en la región de estudio.

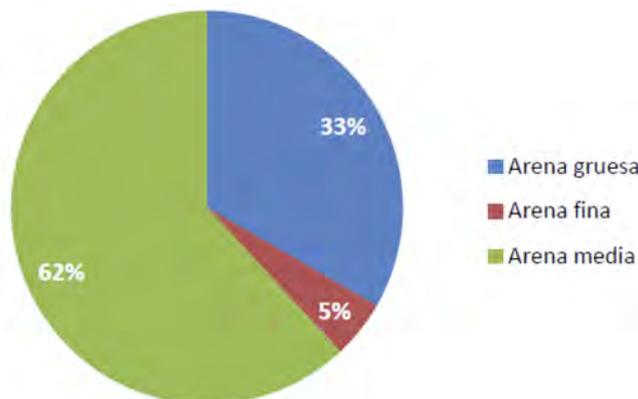
## Conclusiones

Finalmente, es crucial concluir que los niveles de turbidez y sólidos suspendidos totales en el área de estudio no son alarmantes y permiten el desarrollo de la vida marina y actividades turísticas saludables. Las concentraciones medidas se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en estudios relevantes. Por ejemplo, Ramírez y Viña (1998) establecen un límite de 150 mg/L para los SST, considerando cualquier valor superior como indicativo de contaminación del cuerpo de agua. Es importante destacar que el valor más alto registrado en nuestra zona de estudio es de 36.07 mg/L.

Además, los eventos meteorológicos regionales en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, ejercen una fuerte influencia en la dinámica de los niveles de turbidez y la concentración de SST. En contraste, en el área de estudio donde se planea desarrollar el proyecto, la morfología costera es el factor dominante que moldea la dinámica local.

La zona de estudio también se ve afectada significativamente por los desechos derivados de las actividades turísticas, subrayando la importancia de monitorear continuamente la calidad del agua marina. Este monitoreo es crucial para comprender el estado de salud y la calidad de los cuerpos de agua, lo cual es fundamental para implementar medidas efectivas de manejo, mitigación y restauración, así como para establecer políticas de gestión sostenible de la zona costera.

Los sedimentos presentes en la playa son arenas medias en un 62%, con un 33% de arenas gruesas y solamente un 5% de arenas finas (**Figura 33**). Están compuestas por un alto contenido de organismos calcáreos, que se clasifican como biocalcarenitas. Esto significa que las playas están sometidas a un oleaje moderado y alto, con sedimentos provenientes de la parte marina.



**Figura 33.** Tipos de sedimentos encontrados en la playa.

De acuerdo con un estudio de los procesos de erosión en las playas del destino turístico de Cancún, a través del cual realizó un análisis del cambio de la línea de costa mediante imágenes de satélite durante 8 años. El sedimento (arena) que se mueve de un sitio, se deposita en otro, de esta forma se presentan en las playas dos procesos sedimentarios: la acreción o depósito y la erosión o pérdida de playa. Los resultados del estudio de la erosión y acreción mostraron una tasa de erosión de 5.86 m/año (Tabla 4). Lo cual indica un predominio significativo de los procesos erosivos sobre los de acumulación.

Se puede observar que en Cancún los procesos erosivos son los más prevalecientes a lo largo de casi toda la zona litoral, lo cual se debe a que está en una zona abierta donde la refracción del oleaje actúa de diversas formas al igual que el transporte litoral. Es importante efectuar un monitoreo continuo del avance de esta erosión y tomar las medidas pertinentes.

Desafortunadamente, debido al estado metaestable que poseen las playas de Cancún (provocado en gran medida por todos los complejos turísticos que han sido desplantados sobre la duna de la playa) y las condiciones que dictan los contornos batimétricos, los procesos de retroalimentación no tienen la capacidad de recobrar el estado inicial de la playa.

A partir del análisis del comportamiento de las alturas de las olas y la energía del oleaje, fue posible localizar las zonas que son más sensibles a los procesos de erosión. Es factible suponer que toda la infraestructura turística que se encuentra desarrollada entre Playa Marlin y San Miguelito sea la más vulnerable al embate del oleaje de tormenta, así como a grandes problemas de pérdida de arena en sus playas. Con la información recopilada de las características de los sedimentos y mediante un análisis del diámetro del 50avo. Percentil (D50), se observó una tendencia en la cual los diámetros más finos (0.25 mm) que se localizaban en el sector norte se trasladaban hacia la región central de la isla barrera; mientras que los sedimentos de dicha zona, tenían un diámetro de 0.41 mm y estos eran desplazados hacia Punta Nizúc, lugar donde se encontraron arenas con tamaños promedio de 0.63 mm. Se observó que la arena se desplazaba de las zonas donde se identificaron las mayores alturas del oleaje, hacia las regiones donde se registró una menor energía de las olas en la isla barrera. Por otra parte, solamente, el sedimento más grueso se movió a través de las playas, hasta llegar solo un cantidad de éste a Punta Nizúc (Ruiz, 2010). El mayor volumen de sedimentos finos y medianos se llegaría a disgregar conforme éstos se desplazarán de manera paralela a la costa.

Los resultados que se obtuvieron de las simulaciones numéricas que fueron realizadas para este trabajo, en el caso de la zona de Cancún, consolidan las conjeturas referentes a que la pérdida de sedimento de la playa, se debe en gran medida a la energía del oleaje que recibe la costa, así como las condiciones batimétricas, que son aprovechadas por las corrientes litorales y el transporte de sedimento para desalojar la arena del sistema. Para la zona de Cancún, de los múltiples escenarios que se plantearon, los casos con periodo del oleaje de 12 segundos fueron los más desfavorables para las playas de la región.

Las estimaciones de los campos de oleaje local permitieron comprender más detalladamente la función de los arrecifes como protección costera natural. De ahí se concluye, que en condiciones ordinarias, aún cuando parte de la energía del oleaje pasa a través de las discontinuidades que existen en el cordón arrecifal, no genera condiciones con la capacidad de alterar de manera significativa los estados morfodinámicos y de equilibrio de las playas. Por otra parte, cuando se presenta una tormenta, la sobre-elevación del nivel del mar asociada hace que parte del oleaje se propague por encima de los arrecifes provocando una condición más energética en la playa. Sin embargo, la disipación de energía debida al arrecife es suficiente para evitar que los mecanismos de recuperación natural de las playas sean afectados de manera considerable. Luego entonces, dos condiciones son directamente responsables de la pérdida permanente de playa seca, el debilitamiento o no existencia del arrecife y la actividad humana. Obviamente la combinación de ambas representa la condición más desfavorable.



## CAPÍTULO 5

### **IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

**FRACCIÓN V** DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

Un impacto puede ser conceptualizado como aquel que produce un cambio mensurable en uno o varios componentes del ambiente o en algún medio receptor, provocado por alguna o algunas acciones generadas durante el desarrollo de actividades o proyectos. En términos legales, el impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; por lo tanto, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, será considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, sean de origen antropogénico o generados por el mismo ambiente; asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo potencialice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos negativos no deseados; por lo tanto, el término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos o benéficos.

## **5.1. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Para fines metodológicos de este estudio, la evaluación de los impactos ambientales se ha dividido en tres etapas: etapa de identificación de los impactos (evaluación cualitativa); 2) etapa de valorización de los impactos (evaluación cuantitativa); y 3) etapa de jerarquización de los impactos (asignación de niveles de significancia).

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del medio natural, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes: 1) permite la obtención de un índice global de impactos; 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos; 3) pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

### 5.1.1. Evaluación cualitativa de los impactos ambientales (Etapa 1)

Para esta etapa de la evaluación, se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector primario y sector secundario); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto.

En dicha matriz se establecieron las interacciones acción-factor ambiental, en donde las acciones (obras y actividades) se incluyeron en las columnas, en tanto que los factores ambientales se desglosaron por filas (elementos del medio); en ese sentido, cuando se determinó que una acción afectaría uno o varios factores ambientales, se procedió a marcar la celda común a ambas. Cabe mencionar que, en esta etapa de la evaluación de los impactos, la valoración de estos es de tipo cualitativa.

		MATRIZ DE CAUSA-EFECTO												
		PS					CO			OP				
ELEMENTOS DEL SA	ELEMENTO DEL MEDIO		Contratación de personal	Compra de materiales y equipo	Delimitación del sitio (topografía)	Instalación de malla geotextil	Rescate y reubicación de fauna marina	Contratación de personal	Compra de materiales y equipo para construcción	Muro de piedra apoyado con bolsas de arena	Cimentación	Construcción de la estructura de concreto	Recuperación de playa (depósito natural de arena)	
	Abiótico	Hidrología superficial												
		Geomorfología												
		Fondo marino												
		Suelo (ZOFEMAT)												
		Paisaje												
	Biótico	Fauna marina												
	Soc-Eco	Social												
Económico														

Con base en esta matriz se puede determinar 22 posibles interacciones entre los trabajos y actividades del proyecto con los componentes y elementos del medio, de los cuales la hidrología superficial, el fondo marino, el suelo (ZOFEMAT) y el paisaje serán los que tendrán mayor interacción, por lo que se prevé que recibirán el mayor número de impactos ambientales.

### 5.1.2. Evaluación cuantitativa de los impactos ambientales (Etapa 2)

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto, se procede a evaluarlos cuantitativamente a través de criterios de valoración, como una segunda etapa de la metodología.

A cada criterio seleccionado para este análisis, se le asignó un valor numérico y consecuentemente se realizó la sumatoria de los valores asignados aplicando el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue:

$$\mathbf{VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)}$$

Donde:

**VIM** = Valor de importancia del impacto

**(+/-)** = positivo o negativo

**In** = Intensidad

**Ex** = Extensión

**Ce** = Causa-efecto

**Mo** = Momento

**Pe** = Persistencia

**Pr** = Periodicidad

**Rv** = Reversibilidad

**Rc** = Recuperabilidad

En la **Tabla 10** se indican y describen los criterios utilizados en el algoritmo.

TABLA 10. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
NO.	CRITERIO	ATRIBUTOS
1	Carácter	Positivo/Negativo
2	Intensidad	Alta/Media/Baja
3	Extensión	Puntual/Extenso/ Parcial
4	Causa-efecto	Directo/Indirecto
5	Momento	Corto plazo/ Mediano plazo/Largo plazo
6	Persistencia	Fugaz/Temporal/Permanente
7	Periodicidad	Irregular/Periódico/Continuo
8	Reversibilidad	Reversible/Irreversible
9	Recuperabilidad	Recuperable/Irrecuperable

Como puede verse en el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto se utilizaron 9 criterios y 25 atributos, los cuales se describen como sigue:

**Carácter (+ ó -):** Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo positivo (+) o negativo (-), respectivamente. Con el impacto positivo las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

**Intensidad (In):** Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico el grado de destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado, y si es baja hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

En relación con este criterio, para el presente estudio se consideró lo siguiente:

- Intensidad alta: cuando el impacto ocasiona una destrucción total o produce un beneficio máximo sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.
- Intensidad media: cuando el impacto ocasiona sobre el recurso, una destrucción o un beneficio mayor al 50% con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto, pero no su destrucción total o un beneficio máximo.
- Intensidad baja: cuando el impacto ocasiona una destrucción o produce un beneficio menor al 50% sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

**Relación-causa efecto (Ce):** Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

**Extensión (Ex):** La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio fue necesario establecer una escala espacial relativa, referida al factor que se analiza, que a su vez ayudó a precisar las áreas de influencia directas e indirectas del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de este criterio se consideró como se indica a continuación:

- Puntual: cuando el impacto sólo afecta la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.
- Parcial: cuando el impacto afecta una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la actividad de que se trate, pero dentro de los límites del sistema ambiental.
- Extenso: cuando el efecto del impacto se produce más allá de los límites del sistema ambiental.

**Momento (Mo):** Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción; a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción; o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.

Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de este criterio se consideró lo siguiente:

- Corto plazo: si el impacto ocurre en forma inmediata o un mes después de que se produce el factor que lo genera.
- Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a un mes, pero menor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.
- Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.

**Persistencia (Pe):** Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración indefinida en el tiempo; temporal aquel que causa una alteración transitoria; y fugaz aquel que causa una alteración breve. Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa, referida al factor que se analiza y para ello se tomó como base el cronograma del proyecto, el cual permitió establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de este criterio se consideró como se indica a continuación:

- Fugaz: si el impacto deja de manifestarse al cesar el factor lo que se genera.
- Temporal: si el impacto se manifiesta sólo durante la etapa en la que se genera, e incluso en la etapa subsecuente, pero no durante toda la vida útil del proyecto.
- Permanente: si el impacto se manifiesta durante toda la vida útil del proyecto.

**Periodicidad (Pr):** Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

**Reversibilidad (Rv):** En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa; hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

**Recuperabilidad (Rc):** No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando la alteración puede eliminarse por acción humana, estableciendo de manera oportuna las medidas correctoras, y, así mismo, aquel en el que la alteración que supone puede ser reemplazable. El impacto irrecuperable es aquel cuya alteración en el medio o pérdida, es imposible de recuperar, tanto por la acción natural como la humana.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo; sin embargo, para el presente estudio estas medidas no fueron consideradas, ya que no afectan ni deterioran a los elementos del medio.

Visto lo anterior y de manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación, se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados al proyecto (**Tabla 11**).

TABLA 11. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad (In)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3

**TABLA 11. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS**

CRITERIO	RANGO	VALOR
Extensión (Ex)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Causa-efecto (Ce)	Indirecto	1
	Directo	2
Momento (Mo)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Persistencia (Pe)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	3
Periodicidad (Pr)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	2
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	Irrecuperable	2

Una vez definidos los criterios de evaluación, así como sus rangos y valores, a continuación, se describen los impactos ambientales identificados que se espera generar durante el desarrollo del proyecto; asignándole los criterios, rangos y valores, según corresponda de acuerdo con el algoritmo modificado de Gómez Orea.

### 1) Impacto producido: Modificación de la calidad del aire

- **Actividad que lo genera:** uso de maquinaria
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** abiótico
- **Componentes del medio que serán impactados:** aire

**Descripción del impacto:** este impacto se producirá por la operación de la maquinaria durante los trabajos de preparación del sitio y construcción, así como por el traslado de personal, equipo y materiales de construcción; las cuales funcionan con motor de diésel o

gasolina que, al pasar por el proceso de combustión, generan gases o emisiones a la atmósfera, modificando su calidad por contaminación.

**Evaluación del impacto:** afectará el medio ambiente por contaminación, específicamente la calidad del aire por la emisión de gases de efecto invernadero. La intensidad del impacto será baja, ya que el número de maquinaria o vehículos que podrán trabajar de manera simultánea en el proyecto será menor a 3 y de manera intermitente. Se puede extender más allá del área de influencia, pues los gases contaminantes tienen la capacidad de dispersarse en el medio. El uso de maquinaria y vehículos forma parte directa de las actividades a realizar en el desarrollo del proyecto. El impacto se manifestará sólo en las etapas de preparación del sitio y construcción; en forma impredecible y gradual, aunque en forma intermitente. Los gases emitidos a la atmósfera pueden llegar a ser suprimidos del medio, pero en menor escala a la que se producen, por lo que se considera que el impacto es irreversible. Se aplicarán medidas específicas para reducir la emisión de gases durante la operación de la maquinaria.

#### **Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - 3(1) + 2(3) + 2 + 1 + 3 + 2 + 2 + 2$$

$$\underline{\underline{VIM = - 21}}$$

## **2) Impacto identificado: Contaminación del medio marino**

- **Actividad que lo genera:** preparación del sitio y construcción
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** abiótico.
- **Componentes del medio que serán impactados:** hidrología superficial.

**Descripción del impacto:** Uno de los principales problemas durante cualquier proceso constructivo u obra, por más pequeña o por más grande que sea, es que siempre existirán sobrantes de material, también llamados "mermas", los cuales generan desperdicios, basura y residuos de todo tipo, que a su vez se traduce en contaminación.

**Evaluación del impacto:** puede ocasionar la contaminación del recurso modificando su calidad o condición natural. La contaminación no ocasionará la destrucción total del área marina debido a la extensión de esta y la escasa superficie a intervenir, además que se

aplicará un plan de manejo de residuos durante la preparación del sitio y construcción. La contaminación del recurso puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante los trabajos involucrados, incluso más allá de los límites del área de influencia debido a que los residuos pueden ser esparcidos por el viento, oleaje, corrientes marinas o algún factor antropogénico. Los trabajos de preparación del sitio y construcción serán los factores causantes de la contaminación del recurso por un posible manejo inadecuado de los residuos que se generen. Una posible contaminación del medio marino ocurrirá en forma inmediata en caso de que ocurran los factores de contaminación. Un foco de contaminación originado por un manejo inadecuado de residuos podría permanecer en el medio por períodos prolongados de tiempo, pero al cesar la fuente contaminante, podrían llegar a ser suprimidos del medio mediante trabajos de remediación. Se considera que la contaminación podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo, pero sólo en las etapas de preparación del sitio y construcción. Se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto de manifieste.

#### Valor de importancia del impacto:

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - 3(3) + 2(2) + 2 + 1 + 3 + 3 + 1 + 1$$

$$\text{VIM} = - 24$$

### 3) Impacto identificado: Pérdida del hábitat en la columna de agua

- **Actividad que lo genera:** recuperación de la playa.
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** biótico
- **Componentes del medio que serán impactados:** fauna marina.

**Descripción del impacto:** una vez ocurrida la recuperación de la playa, con el depósito de los sedimentos por las obras propuestas, dicha superficie perderá la columna de agua que actualmente se observó como zona ocupada por peces óseos.

**Evaluación del impacto:** los trabajos de recuperación de playa a realizar en el área de aprovechamiento, al ser actividad de tipo antrópica, producirán un elemento de alteración (perturbación) en el medio marino en sentido negativo (-) al perderse el hábitat disponible en el área de desplante. Una vez recuperada la playa, se espera que la columna de agua actual no se pueda restituir en el sitio de desplante, por lo que la pérdida del hábitat marino

en esa zona será permanente e irreversible. Se considera un impacto de baja magnitud, toda vez que la superficie a intervenir representa el 0.15% del sistema ambiental. Las actividades referidas se llevarán a cabo en forma puntual, por lo que se prevé que el efecto del impacto se limitará a la superficie de aprovechamiento. Las actividades que se realizarán en las áreas de aprovechamiento causantes de la pérdida del hábitat forman parte directa de la ocupación el medio marino por la playa recuperada. La pérdida del hábitat ocurrirá en forma inmediata cuando se inicie el depósito de los sedimentos. La pérdida del hábitat será permanente durante toda la vida útil del proyecto y durará el tiempo que las obras continúen con su vida útil. Al cesar la construcción u operación del proyecto, el hábitat no se podrá restablecer en forma natural por lo que requieren la aplicación de medidas de restauración del sitio.

#### Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - 3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 3 + 2 + 2$$

$$\underline{VIM = - 18}$$

#### 4) Impacto identificado: Modificación de la geomorfología costera

- **Actividad que lo genera:** recuperación de la playa.
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** biótico
- **Componentes del medio que serán impactados:** suelo (ZOFEMAT).

**Descripción del impacto:** modificación del perfil costero actual, así como de la línea de costa; debido a la conformación del perfil de playa por colocación de elementos de contención de arena durante la construcción y operación del proyecto; y el uso de la playa restituida durante la operación (dinámica costera).

**Evaluación del impacto:** con el depósito de los sedimentos (arena) de manera natural durante la operación del proyecto en el sitio de aprovechamiento, se modifica la línea de costa actual afectando la geomorfología costera en el estado cero del proyecto. Se modifica también la altura de la columna de agua con la restitución de la playa en el sitio de desplante, reduciéndose totalmente al ser sustituida con sedimentos arenosos, con los cuales se constituirá una playa seca. Con lo anterior, el relieve del fondo marino cambiará en ambos sitios (medio terrestre y marino). Este impacto, por su naturaleza, se considera

permanente durante toda la vida útil del proyecto. Su extensión es parcial, dado que la recuperación de la playa ocurrirá sólo en el área de desplante del muro de contención, pero se retendrán sedimentos que vienen desde la rompiente con el oleaje, es decir, fuera del área de aprovechamiento, pero dentro de los límites del sistema ambiental.

### Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - 3(2) + 2(2) + 2 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2$$

$$\underline{VIM = - 24}$$

## 5) Impacto identificado: Perturbación del hábitat de fauna marina

- **Actividad que lo genera:** Delimitación del sitio, construcción y operación.
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** biótico
- **Componentes del medio que serán impactados:** fauna marina.

**Descripción del impacto:** derivado de los trabajos de delimitación (boyas) para definir el área de aprovechamiento, así como los trabajos de construcción en general, se producirá ruido y se tendrá presencia de trabajadores en el sitio, además de residuos que pudieran caer en el medio marino y, por último, se considera la presencia de una malla geotextil, lo que generará perturbación en el hábitat de la fauna marina que permanezca en el sitio de aprovechamiento y su área de influencia.

**Evaluación del impacto:** los trabajos de delimitación y construcción a realizar en las áreas de aprovechamiento, al ser actividades de tipo antrópica, producirán alteración (perturbación) en el medio marino, generando factores de estrés en la fauna marina, en sentido negativo (-). El desarrollo del proyecto tendrá una duración estimada en 3 meses, por lo que se anticipa que el impacto tendrá una intensidad baja en sus efectos sobre el medio, máxime si consideramos que no se registró flora o fauna bentónica. Las actividades referidas se llevarán a cabo en forma puntual, por lo que se prevé que el efecto del impacto se limitará a la superficie de aprovechamiento. Las actividades que se realizarán en las áreas de aprovechamiento causantes de la perturbación forman parte directa del desarrollo del proyecto. La perturbación del hábitat ocurrirá en forma inmediata cuando se den inicio los trabajos, puesto que involucran la presencia humana en el medio desde su comienzo. Las actividades referidas tendrán un tiempo de duración equivalente a 3 meses, sin

embargo, la perturbación no cesará puesto que el proyecto será ocupado como área recreativa una vez conformada la playa seca, es decir, durante 50 años que corresponde a su vida útil, por lo que este impacto continuará manifestándose. Las condiciones de estabilidad en el hábitat para la fauna marina no se podrán restablecer en forma natural y en ese sentido se requieren medidas de mitigación.

**Valor de importancia del impacto:**

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - 3(2) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 3 + 2 + 2$$

$$\underline{\underline{VIM = - 21}}$$

**6) Impacto identificado: Reducción de la calidad visual del paisaje**

- **Actividad que lo genera:** construcción del muro y conformación de playa.
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** perceptual.
- **Componentes del medio que serán impactados:** paisaje.

**Descripción del impacto:** el impacto será producido con la presencia de elementos o acciones antrópicas (maquinaria, personal de obra, material de construcción etc.); adicional a la modificación de la geomorfología costera afectando los perfiles costeros actuales y la línea de costa, con una playa seca más amplia, lo que implica la modificación de los elementos naturales que predominan en el entorno, reduciendo con ello la calidad visual del paisaje.

**Evaluación del impacto:** Ocasiona la alteración de la calidad del recurso, afectando de manera directa al paisaje. A pesar de que la modificación de la playa ocurrirá en el 0.15% del sistema ambiental, el impacto será poco significativo y puntual, toda vez que el paisaje antrópico-turístico predomina sobre el natural, pues el predio se encuentra inmerso dentro de la zona hotelera de Cancún. Se perderá la columna de agua dentro del sistema ambiental en el 0.15% de su superficie, sin embargo, los efectos del impacto se limitan al área de aprovechamiento, toda vez que el entorno antrópico-turístico predomina sobre el natural. La recuperación de la playa es la actividad responsable de la reducción de la calidad visual del paisaje, al ocasionar la pérdida de los elementos naturales actuales dentro del área de aprovechamiento. El impacto puede manifestarse desde el inicio del depósito de sedimentos para la recuperación de la playa, por lo que se considera que su impacto será inmediato. El paisaje permanecerá alterado durante la vida útil del proyecto,

pues una vez concluido el proceso constructivo, el proyecto se agregará como un elemento de alteración del paisaje actual. Para recuperar la calidad visual del paisaje, se tendría que restituir la geomorfología costera actual, mediante la intervención del hombre.

### Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - 3(1) + 2(2) + 2 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2$$

$$\underline{VIM = - 21}$$

## 7) Impacto identificado: Compactación del suelo

- **Actividad que lo genera:** construcción del muro.
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** abiótico.
- **Componentes del medio que serán impactados:** suelo en ZOFEMAT.

**Descripción del impacto:** el impacto será producido con la presencia de elementos o acciones antrópicas (maquinaria, personal de obra, material de construcción etc.); adicional a la modificación de la geomorfología costera afectando los perfiles costeros actuales y la línea de costa, con una playa seca más amplia, lo que implica la modificación de los elementos naturales que predominan en el entorno, reduciendo con ello la calidad visual del paisaje.

**Evaluación del impacto:** durante la construcción del muro, el patio de maniobras se ubicará directamente en la playa seca actual, por lo que esta zona será afectada de manera temporal por la presencia de maquinaria, equipo y trabajadores, lo que puede ocasionar la compactación del suelo por apisonamiento. Al finalizar el proceso constructivo, la maquinaria y los trabajadores serán retirados del sitio, por lo que se suprimirá el factor que genera el impacto. Se considera que el efecto del impacto ocurrirá sobre la playa actual, es decir, fuera de los límites del área de aprovechamiento, pero dentro del sistema ambiental. Una vez retirada la maquinaria y los trabajadores, la compactación de las partículas de la arena podrá romperse de manera natural por la dinámica ocasionada por la acción del viento.

### Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - 3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1$$

$$\underline{VIM = - 16}$$

## 8) Impacto producido: Contaminación por ruido

- **Actividad que lo genera:** uso de maquinaria.
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** biótico y socioeconómico
- **Componentes del medio que serán impactados:** fauna marina y sociedad.

**Descripción del impacto:** la ejecución del proyecto requiere el empleo de maquinaria lo que ocasionará ruido en el medio, que derivará en la perturbación del hábitat de la fauna marina que habita las zonas situadas fuera del área de aprovechamiento, e incluso puede ser catalogado como un factor de estrés para los trabajadores de la obra y turistas de la zona, otorgándole un carácter negativo al impacto. La principal causa de ruido se puede agrupar en tres categorías:

- Ruido proveniente de los vehículos en movimiento (por ej., transporte de materiales).
- Ruido proveniente de las actividades de la construcción (por ej., pilotes, achique).
- Ruido proveniente de las herramientas para la construcción (por ej., mezcladora de hormigón, máquinas eléctricas, etc.).

**Evaluación del impacto:** en la obra, los trabajadores utilizan herramientas como: mezcladoras de hormigón, trituradoras de hormigón, compactadoras, lijadoras, cepilladoras, cortadoras de disco, taladros y motosierras, y son quienes más se afectan por la exposición al ruido derivado de la construcción. También los turistas de paso que ocupan las áreas colindantes a la obra, por lo tanto, el ruido se considera un factor que ocasiona alteraciones importantes en el medio debido a su efecto estresante, lo que puede afectar negativamente a la fauna marina del sitio, e incluso a los propios trabajadores de la obra. La jornada de trabajo del proyecto se estima en 8 horas por día; durante seis días a la semana, reflejando un período de 192 horas al mes en el que se producirá ruido, lo cual se considera de bajo impacto, pues esas 192 horas equivalen a 8 días por mes (192/24), además que se laborará en horario diurno. La contaminación por ruido puede alcanzar una superficie mayor a la que será aprovechada, pero sin rebasar el área de aprovechamiento o los límites del sistema ambiental. La extensión del impacto se verá limitada por los edificios que existen en la periferia actuarán como barreras para mitigar el efecto del impacto. La operación de equipo y maquinaria durante la construcción del proyecto se considera como los elementos causantes de la contaminación auditiva y

perturbación del hábitat. Este tipo de contaminación ocurrirá en forma inmediata cuando den inicio los trabajos de preparación del sitio. Como se mencionó anteriormente, la jornada de trabajo al día será de 8 horas, es decir, que el medio permanecerá sin los efectos del impacto durante 16 horas, y finalizará, al cesar el proceso constructivo, por lo que se considera un impacto pasajero. La generación de ruido será impredecible a lo largo del tiempo. Con la finalidad de reducir los impactos generados, se aplicarán medidas de mitigación específicas.

### Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$VIM = -17$$

## 9) Impacto producido: Construcción - Salud

- **Actividad que lo genera:** preparación del sitio y construcción en general.
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** socioeconómico.
- **Componentes del medio que serán impactados:** sociedad.

**Descripción del impacto:** este impacto plantea que la relación entre calidad de vida y salud es muy obvia, y entre salud y construcción es muy directa en diferentes aspectos. Casos claros los constituyen las infraestructuras correspondientes a abastecimiento y depuración del agua de consumo, así como la recogida y tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos o las instalaciones sanitarias. Un efecto inmediato de las mismas es dificultar la diseminación de enfermedades, toxinas o sustancias peligrosas.

**Evaluación del impacto:** el proyecto generará residuos tóxicos o peligrosos, así como aguas residuales por las necesidades fisiológicas del personal, que pueden traducirse en la proliferación de fauna nociva y factores que pueden afectar la salud de los trabajadores, dándole un sentido negativo al impacto. Los riesgos a la salud estarán latentes durante todo el proceso constructivo desde la etapa de preparación del sitio, por lo que será necesario implementar medidas de seguridad e higiene para evitar que el impacto se manifieste. Estos materiales son cemento, áridos, arena, arcilla, cal, madera y carbonato de calcio. La fabricación de estos materiales provoca una exposición cautiva a esas emisiones. Esto significa que los trabajadores, administradores de fábricas y vecinos de

esas industrias son los más perjudicados. Además, los trabajadores que laboran en la obra y emplean esos materiales tienen una alta exposición al polvo emitido por ellos.

Diariamente, existe una gran cantidad de personas, que están expuestas y deben respirar ese polvo: trabajadores, vecinos y quienes usan las rutas próximas a las obras en construcción. El riesgo de exposición al polvo provocado por los vehículos, actividades de la construcción, fabricación o entrega de los materiales de construcción se debe a que producen problemas de salud, especialmente para quienes sufren problemas respiratorios, provoca la degradación del entorno, contaminación del aire, suelo y agua, nubla la visión, daña o ensucia las propiedades y pertenencias, y crea condiciones inseguras de trabajo. Se ha demostrado que el polvo de cemento contiene metales pesados como: níquel, cobalto, plomo y cromo, contaminantes peligrosos para el ambiente biótico, con impacto adverso para la vegetación, para la salud humana y animal y para los ecosistemas. Diversos estudios han demostrado que existe una relación entre la exposición al polvo de cemento, el deterioro crónico de la función de los pulmones y los síntomas respiratorios en la población humana. El polvo de cemento irrita la piel, la mucosa de ojos y el sistema respiratorio.

Los efectos del ruido en la salud son consecuencia de los elevados niveles de ruido. Un elevado nivel de ruido en el lugar de trabajo u otros ruidos puede producir deterioro de la audición, hipertensión, enfermedades cardíacas isquémicas, molestias y perturbación del sueño. Cambios en el sistema inmunológico y defectos de nacimiento han sido atribuidos a la exposición al ruido. Se sabe que la exposición al ruido induce el tinnitus, hipertensión, vasoconstricción y otros efectos cardiovasculares adversos.

Las afectaciones a la salud pueden seguirse a través de cuatro aspectos: primero, las actividades de la construcción producen una gran cantidad de desechos que pueden provocar una condición de suciedad en la obra. Segundo, los trabajadores están expuestos diariamente a esos desechos que contienen una gran cantidad de emisiones riesgosas y causarles diversas enfermedades. Esto significa que el sitio de la obra puede sufrir de condiciones insalubres descontroladas. Tercero, las herramientas de los trabajadores están siempre sucias. Cuarto, los trabajadores respiran diariamente una gran cantidad de polvo, contaminación química, emisiones de gases provenientes del escape de los vehículos. Esto significa que la obra puede presentar condiciones higiénicas graves y peligrosas que deben ser controladas.

Al cesar el proceso constructivo, cesarán los factores causantes del impacto; sin embargo, estos se originarán por el desarrollo mismo de la obra. Los riesgos a la salud dependerán de la etapa en la que se encuentre el proyecto y el número de trabajadores presentes en la obra, ya que se producirán en mayor cantidad en la etapa de construcción que en la etapa de preparación del sitio.

### Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(2) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 0)$$

$$VIM = -16$$

## 10) Impacto producido: Construcción - Seguridad

- **Actividad que lo genera:** preparación del sitio y construcción en general.
- **Elemento del medio que se verá influenciado:** socioeconómico.
- **Componentes del medio que serán impactados:** sociedad.

**Descripción del impacto:** el medio ambiente está en continuo cambio y es, con frecuencia, agresivo con las especies vivas. Al respecto se pueden citar como ejemplos representativos, los casos de inundaciones en zonas continentales o costeras, huracanes, corrimientos de tierras, terremotos, erupciones volcánicas, olas de frío o calor, al igual que incendios de origen natural, de cuyos efectos se tiene periódicamente noticia.

También la actividad humana, aparte de su influencia continua sobre el medio ambiente, tiene en ocasiones efectos desastrosos sobre el mismo en situaciones puntuales, en general causados por accidentes. Como ejemplos de ellas se pueden citar los casos de vertidos químicos en mares y ríos, emisiones tóxicas a la atmósfera, incendios, o explosiones.

**Evaluación del impacto:** La construcción es un sector con un elevado riesgo de siniestralidad debido a varios factores entre los que destacan la complejidad de las actividades que se realizan, la variedad de tareas, el riesgo que conlleva y la temporalidad entre las plantillas.

Entre los riesgos laborales del sector de la construcción estarían:

- Caídas. Pueden producirse a distinto nivel (tejados o cubiertas) o al mismo (tropezones, resbalones).
- Falta de orden y limpieza. Tener el material tirado por el suelo o una superficie resbaladiza por no haberla sacado puede derivar en golpes o caídas.
- Proyección de partículas. Pueden desprenderse fragmentos o partículas del material de trabajo, maquinaria o herramientas.
- Riesgo eléctrico. Las instalaciones eléctricas de las obras de construcción suelen ser provisionales (y al aire libre) por lo que hay que tener especial cuidado con su mantenimiento.
- Golpes contra objetos y herramientas. Se producen de forma frecuente en las extremidades inferiores y superiores.
- Atrapamientos. Pueden producirse con la maquinaria de trabajo, así como atropellos con vehículos de carga.
- Sobreesfuerzos. Es uno de los riesgos principales del sector y tiene consecuencias tanto a corto como a largo plazo. En los trabajos de construcción se levantan constantemente cargas, por lo que pueden provocar lesiones musculoesqueléticas de forma aguda o crónica.

Al cesar el proceso constructivo, cesarán los factores de riesgo causantes del impacto; sin embargo, estos se originarán por el desarrollo mismo de la obra. Los riesgos a la seguridad dependerán de la etapa en la que se encuentre el proyecto y el número de trabajadores presentes en la obra, ya que se producirán en mayor cantidad en la etapa de construcción que en la etapa de preparación del sitio.

### Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(2) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 0)$$

$$VIM = -16$$

### 5.1.3. Jerarquización de los impactos ambientales (Etapas 3)

Una vez hecha la identificación y descripción de los impactos ambientales por cada etapa del proyecto, así como la valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los mismos; como paso final en la evaluación de los impactos ambientales, se procede a realizar la jerarquización de todos y cada uno de ellos.

La jerarquización se realizará con base en los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo propuesto por Gómez Orea durante la valoración cuantitativa de cada impacto ambiental identificado. Con base en dichos resultados, cada impacto ambiental fue jerarquizado o ponderado con base en tres categorías: 1) **significativo o relevante**, 2) **moderado** y 3) **bajo o nulo**, las cuales se describen a continuación.

**Impacto significativo o relevante.-** Es importante precisar que el rango más alto en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto significativo o relevante, y se aplicará a los impactos ambientales cuya intensidad se traduzca en una destrucción casi total del factor ambiental (intensidad alta) en el caso de aquellos negativos, o en un beneficio máximo cuando sean de carácter positivo; y que además tengan un efecto inmediato sobre el medio ambiente (directo); afectando un espacio muy amplio (extenso), mucho tiempo después de ocurrida la acción (largo plazo); provocando una alteración indefinida (permanente) y continua en el tiempo. Asimismo, al desaparecer la acción que provoca dicho impacto, no será posible el retorno del componente ambiental a su estado original de manera natural, ni por medios o acciones correctoras por parte del ser humano (irreversible e irrecuperable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

**Valor de importancia del impacto:**

$$\begin{aligned} \text{VIM} &= +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc) \\ \text{VIM} &= +/- (3 (3) + 2 (3) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2) \\ \text{VIM} &= +/- 30 \end{aligned}$$

Con base en lo anterior, se tiene que un impacto **significativo o relevante** será aquel que obtenga un valor de importancia igual a **+/-30**.

**Impacto moderado.-** Como un rango intermedio entre el impacto significativo o relevante y el impacto bajo o nulo, se ubica la categoría de impacto moderado, es decir,

aquellos impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación media (intensidad media) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto), afectando un espacio intermedio (parcial), al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (puntual y extenso); su efecto ocurrirá después de sucedida la acción en un nivel intermedio (mediano plazo) al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (corto y largo plazo), con una duración transitoria (temporal) y en forma regular pero intermitente en el tiempo (periódico). Asimismo, cuando al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano (reversible). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

**Valor de importancia del impacto:**

$$\begin{aligned} \text{VIM} &= +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc) \\ \text{VIM} &= +/- (3 (2) + 2 (2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1) \\ \text{VIM} &= +/- 19 \end{aligned}$$

Con base en lo anterior, un impacto **moderado** será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a **+/- 19**, pero menor que **+/- 30**.

**Impacto bajo o nulo.-** Por otra parte, el rango mínimo considerado en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto bajo o nulo; y se aplicará a los impactos ambientales cuya intensidad se traduce en una modificación mínima (intensidad baja) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto); afectando un espacio muy localizado (puntual), inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción (corto plazo), cuya duración es muy breve (fugaz) y en forma discontinua e impredecible en el tiempo (irregular). Asimismo, al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano, que en todo caso impiden la manifestación del impacto (recuperable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

**Valor de importancia del impacto:**

$$\text{VIM} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = +/- (3 (1) + 2 (1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1)$$

$$\text{VIM} = +/- 11$$

Con base en lo anterior, un impacto **bajo o nulo** será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a **+/- 11**, pero menor que **+/- 19**.

Expuesto lo anterior y para fines del presente estudio, se consideró un valor de importancia igual a +/- 30 para los impactos significativos o relevantes; un valor de +/- 19 a +/- 29 para los impactos moderados; y un valor de +/- 11 a +/- 18 para los impactos bajos o nulos. En la **Tabla 12** se presenta los valores asignados por cada categoría del impacto.

<b>TABLA 12. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	<b>VALOR</b>
Bajo o nulo	<b>11 - 18</b>
Moderado	<b>19 - 29</b>
Significativo o relevante	<b>30</b>

Cada categoría utilizada en la jerarquización de los impactos ambientales se describe como sigue:

**Significativo o relevante.** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Moderado.** Es aquel impacto negativo que ocasiona un daño sobre algún elemento del ambiente, pero sin producir un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, o bien, aquel impacto de carácter positivo que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, propiciando la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. En ambos casos, los impactos modifican la condición original del componente ambiental de que se trate.

**Bajo o nulo.** Es aquel impacto negativo que ocasiona una variación sobre algún elemento del ambiente; o bien, aquel impacto de carácter positivo apenas perceptible, que representa un beneficio para algún elemento del ambiente. En ambos casos, los impactos ocurren modificando la condición original del componente ambiental de que se trate en forma casi imperceptible.

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en la **Tabla 13** se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías y por componente ambiental.

TABLA 13. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO				
No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VIM	CATEGORÍA
1	Modificación de la calidad del aire	Aire	-21	Moderado
2	Contaminación del medio marino	Hidrología superficial	-24	Moderado
3	Pérdida del hábitat (columna de agua)	Fauna marina	-18	Bajo
4	Perturbación del hábitat de fauna marina	Fauna marina	-21	Moderado
5	Modificación de la geomorfología costera	Suelo (ZOFEMAT)	-24	Moderado
6	Compactación del suelo	Suelo (ZOFEMAT)	-16	Bajo
7	Reducción de la calidad visual del paisaje	Paisaje	-21	Moderado
8	Contaminación por ruido	Sociedad	-17	Bajo
9	Construcción - Salud	Sociedad	-16	Bajo
10	Construcción - Seguridad	Sociedad	-16	Bajo

## 5.2. CONCLUSIONES

- 1) A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio, se concluye que en total se generarán 10 impactos ambientales negativos (5 de categoría baja o nula y 5 moderados). Es de señalarse que, de la evaluación realizada, no se anticipa la generación de algún impacto considerado como significativo o relevante.
- 2) De este modo, y en términos ambientales, el proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

- A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del proyecto, se puede concluir que el proyecto no producirá impactos ambientales significativos o relevantes, es decir, no provoca la destrucción de los ecosistemas y sus recursos naturales o la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del ser humano y los demás seres vivos, ni interferirá con la continuidad de los procesos naturales.
- No se afectarán los procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir, aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción, pues estas son inexistentes en el sitio del proyecto.
- Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, que en su caso ocasionen la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecte negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.
- Actualmente el proyecto carece de elementos naturales importantes, mientras que la vegetación acuática es inexistente. La fauna presente tiene índices de diversidad bajos, por lo tanto, los impactos derivados sobre estos recursos carecen de significancia.



## CAPÍTULO 6

### **MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALE**

**FRACCIÓN VI** DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL  
EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE  
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

## 6.1. MEDIDAS PROPUESTA:

### 6.1.1. Rescate, reubicación y liberación de especies hidrobiológicas

**Objetivo de la medida:** evitar la pérdida de las micropoblaciones de los diferentes grupos faunísticos asociados al ecosistema marino presente en la superficie de aprovechamiento. Con esta acción se suprimen los impactos ambientales por pérdida del hábitat, pues los ejemplares rescatados serán ahuyentados a zonas cercanas o adyacentes.

Consiste en la ejecución del programa de rescate descrito al final de este capítulo, a través del cual se implementarán acciones que favorezcan el libre desplazamiento de las especies marinas encontradas en cada etapa del proyecto; además, también contempla el uso de técnicas de ahuyentamiento, así como técnicas de captura y reubicación de individuos que así lo requieran. Su ejecución consiste en la aplicación de diferentes técnicas y métodos de rescate, aplicados por grupo faunístico, para evitar que el proyecto afecte en forma directa a la fauna asociada al sitio de aprovechamiento. En todas las etapas del proyecto se prohibirá cualquier tipo de uso o afectación a la fauna marina (**Figura 34**).



**Figura 34.** Ejemplo de acciones de rescate de fauna marina, previo al inicio de obras y actividades.

**Esta acción es medible y ubicable**, toda vez que se llevará a cabo dentro de la superficie de aprovechamiento, es decir dentro de 1847.587 m<sup>2</sup>, y se cuenta con un perímetro de 404.307 metros en forma de "U" con un polígono definido para donde se ejecutará el programa de rescate.

## 6.2. MEDIDA PROPUESTA:

### 6.2.1. Instalación de letreros

**Objetivo de la medida:** Esta medida de carácter preventivo, consiste en la instalación de letreros alusivos a la protección del medio y de la fauna marina dirigidos al personal involucrado en el desarrollo del proyecto, a fin de evitar que sean un factor de perturbación o afectación a dichos recursos.

Se instalarán letreros alusivos a la protección de la del medio y de la fauna marina de manera estratégica para que puedan ser visualizados por cualquier persona y estarán dirigidos al personal responsable de llevar a cabo los trabajos implicados en las distintas etapas del proyecto (**Figura 35**). Entre las leyendas principales que serán rotuladas en los letreros se citan las siguientes:

- Prohibido el paso.
- No alimentar, cazar o capturar fauna marina.
- Prohibido la pesca.
- Deposita la basura en los contenedores.



**Figura 35.** Letreros instalados estratégicamente, según experiencias previas en campo.

En total se pretende instalar 10 letreros, 2 letreros por tema (**medible**) y estarán distribuidos en el perímetro de las áreas de aprovechamiento y áreas colindantes (**ubicable**).

### 6.3. MEDIDA PROPUESTA:

#### 6.3.1. Instalación de malla geotextil

**Objetivo de la medida:** Consiste en la instalación temporal de una malla geotextil de alta resistencia, descrita en el capítulo 2 de este estudio.

Esta malla funcionará como una barrera perimetral que impedirá que los residuos sólidos que se generen durante la preparación del sitio, así como los sedimentos en suspensión; se dispersen fuera de la zona donde se realizarán los trabajos; conteniéndolos dentro de la zona de aprovechamiento, lo cual facilitará su manejo y posterior retiro (en el caso de los residuos sólidos), y la precipitación de los sedimentos al fondo marino.

En la **Figura 36** se ejemplifica la instalación de una malla geotextil durante trabajos de demolición de un muelle.



Figura 36. Malla geotextil en uso. Tomado de: <http://noticaribe.com.mx>

Previo al inicio de cualquier actividad relacionada con el proyecto, se procederá a la colocación de una malla geotextil no tejida modelo PP-T-170 o similar, formada por fibras de polipropileno de alta tenacidad, cuya cohesión se realiza por un doble proceso de agujeteado y termosoldado. Es un geotextil con elevadas prestaciones mecánicas, lo que

permite su aplicación en todos los ámbitos de la construcción. Las propiedades de la malla se presentan en la **Tabla 14**.

TABLA 14. VALORES NOMINALES		
PROPIEDADES	UNIDADES	GEOTEXTIL PP-T-170
Peso	gr/m <sup>2</sup>	170
Espesor	mm	2.00
Resistencia a la tensión	N	426
Elongación	%	80
Resistencia a la punción	N	215
Resistencia al estallamiento	kPa	1,164
Coefficiente de permeabilidad	cm/seg	0.40
Gasto	lmin/m <sup>2</sup>	6,500
Permitividad	Seg-1	2.11
Espacio abierto equivalente	mm	0.145
Resistencia al desgarre	N	191

La malla será colocada en toda la periferia del área de trabajo, según la etapa o proceso que corresponda; y a una distancia de 3 metros con respecto a su perímetro. Estará anclada al suelo por medio de un sistema de plomos entrelazados, y se mantendrá a flote a través de un sistema de boyas igualmente entrelazadas.

La función de esta malla será retener los residuos sólidos en suspensión que se generen durante la etapa constructiva del proyecto, y evitar que estos sean dispersados a otros sitios por la acción del oleaje y las corrientes.

#### 6.4. MEDIDA PROPUESTA:

##### 6.4.1. Instalación de contenedores

**Objetivo de la medida:** Se instalarán 6 contenedores (**medible**) debidamente rotulados para el acopio de basura para cada tipo de residuo que se genere (residuos orgánicos, inorgánicos, etc.), los cuales estarán ubicados estratégicamente dentro de las instalaciones de los hoteles NYX Cancún y KAANA (**ubicable**), con la finalidad de que los trabajadores puedan usarlos, promoviendo así la separación de la basura de acuerdo con su naturaleza, con la posibilidad de recuperar subproductos reciclables (**Figura 37**).



Figura 37. Ejemplo de contenedores de basura para acopio de residuos.

Los contenedores servirán de reservorios temporales para la basura (residuos sólidos) que se genere durante las distintas etapas del proyecto, y dado el grado de hermeticidad que tendrán, impedirán que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores, evitando también que sean arrojados directamente al medio, impidiendo que los lixiviados se conviertan en sustancias contaminantes.

## 6.5. MEDIDA PROPUESTA:

### 6.5.1. Mantenimiento preventivo

**Objetivo de la medida:** medida preventiva que consiste en utilizar maquinaria y herramientas que cuente con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, llevado a cabo en talleres especializados para tales fines (**ubicable**). Se hará obligatorio contar con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar sustancias potencialmente contaminantes que sean vertidas accidentalmente al suelo por fugas accidentales.

Esta medida preventiva está enfocada a prevenir derrames de sustancias potencialmente contaminantes por el uso de equipo y maquinaria durante su uso en la obra, evitando la contaminación del suelo y, por lo tanto, que estos residuos contaminantes alcancen el área marina.

Se verificará que el equipo que entre en funcionamiento durante el desarrollo del proyecto cuente con el último mantenimiento preventivo, lo cual se registrará en bitácora (**medible**); así mismo, se revisará que se cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales (**Figura 38**).



Figura 38. Ejemplo de mantenimiento de maquinaria.

Tomado de <https://blog.comparasoftware.com/mantenimiento-de-maquinaria/>

## 6.6. MEDIDA PROPUESTA:

### 6.6.1. Plan de manejo de residuos

**Objetivo de la medida:** Medida preventiva que consiste en la aplicación de un Plan de manejo de residuos, el cual se anexa al final del capítulo 2. Evitar la contaminación de la ZOFEMAT y del medio marino durante el desarrollo de las obras, con un manejo adecuado de residuos.

Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para realizar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos que se generen durante el desarrollo del proyecto (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos).

El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el proyecto, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos que se generen, acorde al Plan de manejo propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado.

## 6.7. MEDIDA PROPUESTA:

### 6.7.1. Equipo de atención a derrames

**Objetivo de la medida:** para atender la necesidad de controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación de la ZOFEMAT o del medio marino, se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas. Dada la particular característica de estos productos, que absorben líquidos no polares, están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible durante todas etapas del proyecto.

En caso de que ocurra algún derrame accidental durante la construcción de la obra, se seguirá un plan de acción (descrito en el manual de atención a contingencias derivadas de derrames) utilizando productos especializados en derrames universales, como el que se muestra en la **Figura 39**.



Figura 39. Equipo para derrames universales disponible en el mercado.

## 6.8. MEDIDA PROPUESTA:

### 6.8.1. Pláticas ambientales

**Objetivo de la medida:** Medida preventiva que consiste en la impartición de pláticas ambientales dirigidas a todas y cada una de las personas que estén directamente relacionadas con el proyecto en sus diferentes etapas. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal, hacer del conocimiento al personal involucrado en el proyecto, los términos y condiciones bajo los cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento. De igual forma las pláticas ambientales serán indispensables en la aplicación del programa integral de manejo de residuos (**Figura 40**).

La ejecución de las pláticas ambientales se llevará a cabo en una sola fase que consistirá en una plática ambiental dirigida al personal involucrado en el proyecto; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como en los diferentes programas que lo complementan.

El grado de eficacia de la medida depende de la calidad de las pláticas ambientales, el grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de letreros, contenedores de residuos y programas diversos.



Figura 40. Ejemplo de pláticas ambientales impartidas en obra.

## 6.9. MEDIDA PROPUESTA:

### 6.9.1. Supervisión ambiental de la obra

**Objetivo de la medida:** Evitará que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo los recursos naturales y la biodiversidad del sitio. Se contratarán los servicios de un especialista en la materia, para que lleve a cabo labores de vigilancia y supervisión durante todas las etapas de desarrollo del proyecto, con la finalidad de prevenir o advertir sobre alguna eventualidad que ponga en riesgo los recursos naturales del sitio y, en su caso, proponer medidas adicionales a las ya descritas para subsanar las irregularidades que se presenten. Así mismo, tendrá la función de supervisar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas en el presente capítulo, así como de aquellas que sean establecidas por esta Secretaría, en caso de considerar viable la realización del presente proyecto. Se anexa un programa de vigilancia y seguimiento ambiental.

El supervisor ambiental realizará recorridos en el sitio del proyecto y vigilará que el proyecto se realice en apego al programa de vigilancia y seguimiento ambiental que se anexa a este capítulo; y en su caso, indicará aquellas actividades que se encuentren fuera de la Norma para que sean subsanadas en forma inmediata. Así mismo, se encargará de elaborar informes sobre el cumplimiento de los términos y condicionantes bajo los cuales se haya autorizado el proyecto, de ser el caso. Estas acciones se fundamentan en un programa de vigilancia y seguimiento ambiental, el cual se anexa al final del presente capítulo.

La supervisión es una de las medidas más adoptadas en todo proyecto, ya que permite prever alguna eventualidad que ponga en riesgo su desarrollo y propone medidas adicionales para subsanar afectaciones no previstas. Así mismo, asegura la correcta aplicación de las medidas propuestas en este capítulo, y que las mismas se lleven a cabo sin omisión alguna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de la medida.

## 6.10. PROGRAMAS ANEXOS

### 6.10.1. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental

### 6.10.2. Programa de rescate y reubicación de fauna marina.

### 6.10.3. Manual de atención a contingencias derivadas de derrames

## **PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El presente programa incluye información suficiente, así como la forma de obtenerla, interpretarla y almacenarla, para el análisis, toma de datos y comprobaciones, que permitan revisar la evolución de los impactos ambientales que se admitieron para la implementación del proyecto.

Este programa va dirigido a todas las instancias que participan en el desarrollo del proyecto: dirección de obras, contratistas, autoridades ambientales competentes y otros organismos encargados de la gestión ambiental del proyecto.

Este programa estará integrado por 4 componentes:

- a) Vigilancia ambiental.** Implica el control de la calidad ambiental de la obra, es decir, la supervisión de que se ejecute según lo proyectado en lo relativo a la superficie de aprovechamiento prevista.
- b) Seguimiento ambiental.** Implica el control de la calidad de los componentes del entorno, a través de la medición o del cálculo de sus parámetros partiendo del estado cero, para poder corroborar o predecir su evolución de acuerdo con los impactos ambientales previstos.
- c) Informes técnicos.** Se elaborarán informes de supervisión ambiental dirigidos al promovente del proyecto, integrando las labores de vigilancia y seguimiento ambiental, y en donde se informará del grado de cumplimiento ambiental de la obra, en apego a las autorizaciones otorgadas y la descripción del proyecto propuesta en la MIA-P; así como el nivel de cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación propuestas para atenuar o suprimir los impactos ambientales previsto y no previstos.

También incluye los informes de cumplimiento ambiental dirigidos a las autoridades competentes, conforme a los términos y condicionantes establecidas en las autorizaciones ambientales.

**d) Análisis de resultados.** El análisis de los resultados del seguimiento ambiental permite establecer el avance, cumplimiento y efectividad de los programas y medidas propuestas en el capítulo 6 de este estudio, con base en los resultados de la revisión del informe de cumplimiento ambiental y/o en las apreciaciones obtenidas durante la visita de seguimiento ambiental.

Durante el plazo de ejecución de la obra, hasta su recepción definitiva, la redacción de los informes y el control de la calidad ambiental correrá a cargo del responsable que será contratado para dirigir la obra, quien determinará el alcance y la metodología de los estudios y controles.

## 2. OBJETIVO

El PVSA (Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental) tiene como finalidad principal llevar a buen término las medidas preventivas y de mitigación propuestas, destinadas a la minimización o desaparición de los impactos ambientales identificados. Además, permitirá el seguimiento de ciertos impactos de difícil predicción, así como la posible ejecución de medidas correctoras *in situ*, en caso de que las planificadas se muestren insuficientes; o en su caso, la detección de posibles impactos no previstos, y la estimación de la incidencia real de aquellos impactos que se evaluaron.

## 3. METAS PARTICULARES

Para lograr los objetivos antes señalados el promovente del proyecto contratará para la obra los servicios de un Supervisor Ambiental (SA) que posea los conocimientos adecuados para llevar a buen término el presente programa.

Las metas particulares del programa consistirán en:

- Vigilar y concretar el desarrollo del proyecto, acorde a la Manifestación de Impacto Ambiental y el resto de las condiciones ambientales señaladas en la autorización y permisos diversos.
- Realizar de manera periódica reuniones de replanteo y ejecución de visitas semanales a la obra, para detectar posibles incumplimientos ambientales que deriven en impactos no previstos.

- Identificar e informar sobre las posibles variaciones ambientales relacionadas con el proyecto, por impactos no contemplados o que no hayan sido lo suficientemente estudiados.
- Supervisar que el proyecto se desarrolle dentro de la superficie de aprovechamiento autorizada.
- Coordinar la aplicación de las medidas preventivas o de mitigación propuestas en este estudio.
- Vigilar que el proyecto se acote correctamente al desplante propuesto, fuera del cual no deberán ejecutarse actuaciones de ningún tipo.
- Realizar informes técnicos que den a conocer los sucesos acaecidos durante el desarrollo de las obras, los problemas planteados y las correspondientes soluciones aplicadas, así como el control de la aplicación de las medidas preventivas o de mitigación propuestas en este estudio.

#### **4. DIAGNÓSTICO INICIAL**

Tras una reunión de replanteo, se emitirá un informe sobre las condiciones generales de la obra, dirigido a la dirección de obra. Este informe incluirá una copia de todos los programas propuestos y aquellos definidos por el supervisor ambiental, así como el plan de rutas y accesos sobre los cuales se verificará el cumplimiento del criterio de "afectar el área más reducida posible".

Los resultados de la reunión serán aprobados por el director de obra y puesto a conocimiento de todo el personal, e incluirá:

- Limpieza del terreno.
- Control de residuos y basura: aceites usados, envases, envoltura de materiales, plásticos, cartón, madera, metales, etc.
- Actuaciones prohibidas: vertidos de aceites usados, micción y defecación al aire libre, escombros, basuras, etc.
- Prácticas para reducir impactos al área marina y la fauna asociada no sujeta a su aprovechamiento.
- Establecimiento de un régimen sancionador.
- Otros diversos.

## 5. METODOLOGÍA

Este Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental se basa en un sistema que garantiza el cumplimiento de las indicaciones y medidas de prevención y mitigación ambiental, contenidas en el estudio de impacto ambiental (Conesa Fernández 2010).

Para garantizar el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental propuestas para el proyecto, así el cumplimiento de los términos y condicionante a que la autoridad sujete al proyecto, la empresa promovente implementará el siguiente Programa de Vigilancia Ambiental.

### 5.1. COMPONENTE: VIGILANCIA AMBIENTAL

A continuación, se describen los procedimientos que se seguirán para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, señalando de forma clara y precisa los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de cada una de ellas; además que se establecen los procedimientos para hacer las correcciones y ajustes necesarios.

#### 5.1.1. Procedimiento: vigilancia de los elementos bióticos y abióticos

Para garantizar que no se afecten superficies adicionales a las que en su momento sean autorizadas por las autoridades competentes y, en su caso, se afecten elementos bióticos y abióticos no previstos en el estudio de impacto ambiental, se llevará a cabo la vigilancia de los siguientes procesos:

PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA		
MEDIDAS CORRECTIVAS	PROCEDIMIENTO	AJUSTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalación de malla geotextil para establecer con mayor precisión las zonas de aprovechamiento.</li> <li>▪ Instalación de elementos indicativos como letreros.</li> <li>▪ Instalación de almacenes de obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vigilar que las actuaciones relacionadas con el desarrollo del proyecto, así como las zonas destinadas al acopio de materiales y almacenamiento temporal de residuos procedentes de la obra, se ubiquen en el interior de las instalaciones de los hoteles colindantes, sin afectar otras áreas ajenas a los usos previstos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En caso de afectarse superficies adicionales a las previstas, se deberá suspender la obra en la zona afectada, determinar la superficie de afectación y proceder a la restauración del sitio.</li> </ul>

PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA		
MEDIDAS CORRECTIVAS	PROCEDIMIENTO	AJUSTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de rescate de fauna marina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registrar en bitácora el número de individuos rescatados por especie, respaldado con un anexo fotográfico.</li> <li>Se supervisará que ningún trabajador moleste, capture, dañe o mate la fauna marina que pudiera presentarse en la zona del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suspender la obra hasta en tanto no se libere la totalidad de las áreas de aprovechamiento, asegurándose de la ausencia total de fauna marina en la zona de actuación.</li> </ul>

### 5.1.2. Procedimiento: vigilancia de la calidad atmosférica

El aumento de los sonidos puede crear malestar e incluso alterar el bienestar fisiológico o psicológico de los seres vivos. Es necesario eliminar o mitigar las fuentes de ruido siempre que sea posible y medir el ruido global de la obra a través de sonómetros para establecer acciones correctoras cuando se sobrepasen los valores admisibles; por tal motivo, durante la ejecución del proyecto se vigilará la aplicación de las medidas en cuanto a la reducción del ruido y detectar las fuentes de origen.

PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA		
MEDIDAS CORRECTIVAS	PROCEDIMIENTO	AJUSTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de maquinaria y equipo en buenas condiciones de funcionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar que la maquinaria a emplear sea nueva o seminueva, en perfectas condiciones y que el personal demuestre que tiene conocimiento de su operación.</li> <li>En caso de maquinaria descompuesta, vigilar que</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitar el retiro de la maquinaria que presente fugas o derrames de hidrocarburos.</li> <li>Establecer un control de la maquinaria y el equipo que ingrese a la obra, limitando el acceso a la que se encuentre en mal estado.</li> </ul>

### PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA

MEDIDAS CORRECTIVAS	PROCEDIMIENTO	AJUSTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento periódico de maquinaria y equipo.</li> </ul>	<p>esta sea retirada del área de construcción y llevada a un taller de reparación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar que los operadores apaguen sus motores cuando la maquinaria no esté en funcionamiento.</li> <li>Verificar el uso de malla o lona antidispersante se encuentre perfectamente colocada en los camiones.</li> <li>Vigilar la presencia de fugas o derrames.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso de que los obreros no comprueben su capacidad para manejar maquinaria estos serán sustituidos. Si los choferes no acatan las órdenes del encargado ambiental se le informara al sindicato para que no los envíe nuevamente o, en su caso, buscar otro proveedor.</li> <li>Equipos antiderrames obligatorio.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Descargas y trabajos especialmente ruidosos en horario diurno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vigilar que se cumpla con los horarios propuestos para los trabajos y descargas especialmente ruidosas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suspender la actividad y reanudarla hasta llegar al horario permitido.</li> </ul>

#### 5.1.3. Procedimiento: vigilancia de los residuos generados

Desde el inicio de los tiempos el ser humano ha explotado los recursos que le ofrecía la naturaleza con el fin de fabricar productos de diversa índole, que luego abandonaba cuando ya no le son útiles.

El problema de la gestión de los residuos ha acompañado al hombre a lo largo de la historia. Siempre se han gestionado de algún modo, siendo el abandono el método más común, también en la actualidad. El acopio y vertido de residuos, tal y como lo conocemos ahora, no es más que una forma ordenada de abandono de los residuos que no se pueden aprovechar de ninguna otra manera.

### PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA

MEDIDAS CORRECTIVAS	PROCEDIMIENTO	AJUSTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plan de manejo de residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vigilar el manejo adecuado de los residuos y su disposición final acorde con las acciones propuestas en el plan de manejo de residuos.</li> <li>▪ Vigilar que los diferentes residuos generados durante la ejecución del proyecto, incluidos los procedentes de la preparación de los diferentes tajos, embalajes, materias primas de rechazo y de la campaña de limpieza, se gestionen de acuerdo con lo previsto por la Autoridad Municipal competente.</li> <li>▪ Vigilar que todos los residuos generados cuyo reciclado resulte técnica y económicamente viable, sean remitidos a empresas recicladoras debidamente autorizadas.</li> <li>▪ Verificar que los materiales no reutilizados o valorizados con destino a vertedero serán gestionados ante la autoridad Municipal competente.</li> <li>▪ Vigilar la gestión de residuos peligrosos a través de una empresa autorizada para su manejo, retiro y disposición final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificar y replantear el Plan de manejo, acorde a la situación de la obra y la cantidad y tipos de residuos generados, incluyendo los no previsto.</li> <li>▪ Sustituir al contratista u operador que no se apegue a los procedimientos establecidos en el Plan de manejo de residuos.</li> <li>▪ Gestionar los residuos sólidos urbanos, a través de una empresa autorizada.</li> <li>▪ Gestionar los residuos reciclables a través de empresas autorizadas.</li> </ul>

### PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA

MEDIDAS CORRECTIVAS	PROCEDIMIENTO	AJUSTES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar el almacenamiento temporal de los aceites usados y el resto de los residuos peligrosos hasta el momento de su recogida por el gestor autorizado, en un almacén adecuado.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalación de contenedores de basura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar la instalación de los contenedores de basura y su correcto uso, evitando que estos rebosen.</li> <li>▪ Vigilar que no se deposite basura directamente en el suelo.</li> <li>▪ Verificar la correcta señalización de los contenedores de basura, acorde a los residuos acopiados.</li> <li>▪ Verificar que los contenedores cuenten con cierre hermético para evitar la proliferación de fauna nociva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solicitar el retiro de contenedores dañados o en mal estado.</li> <li>▪ Sustituir los contenedores que no cumplan con las especificaciones propuestas de hermeticidad y señalética.</li> <li>▪ Promover el uso de contenedores hechos con materiales reciclables.</li> <li>▪ Realizar campañas de limpieza para retirar los residuos depositados en el suelo.</li> <li>▪ Suspensión del trabajador en caso de reincidencia.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalación de sanitarios móviles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vigilar que no se lleve a cabo prácticas de micción y defecación al aire libre.</li> <li>▪ Verificar el mantenimiento periódico de los sanitarios móviles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalar sanitarios adicionales según la demanda.</li> <li>▪ Reubicar estratégicamente los sanitarios, para su uso adecuado.</li> <li>▪ Instalar lavamanos en el área de sanitarios.</li> <li>▪ Instalar señalética en el área de sanitarios para su uso adecuado y sobre las posibles sanciones en caso de malas prácticas.</li> </ul>

### PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA

MEDIDAS CORRECTIVAS	PROCEDIMIENTO	AJUSTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento adecuado de la maquinaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vigilar que no se lleven a cabo labores de mantenimiento y reparación de equipo o maquinaria en el entorno de la obra.</li> <li>Verificar que las reparaciones se hagan en talleres o lugares acondicionados, incluyendo aquellas habituales e imprescindibles para su buen funcionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de medidas de remediación por derrames accidentales.</li> <li>Sustituir la maquinaria en mal estado de funcionamiento o defectuosa.</li> <li>Sustituir al contratista o proveedor que no acate las medidas propuestas.</li> </ul>

#### 5.1.4. Procedimiento: vigilancia de afecciones sobre los suelos

Las tareas que pueden afectar los suelos son, sobre todo, el uso de maquinaria y traslado de materiales de construcción; por lo que se realizarán visitas periódicas para poder observar directamente el cumplimiento de las medidas establecidas para minimizar el impacto sobre el recurso, evitando que las operaciones se realicen fuera de las zonas señaladas para ello, conforme a lo siguiente.

### PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA

MEDIDAS CORRECTIVAS	PROCEDIMIENTO	AJUSTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo de atención a derrames.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se verificará que todo operador de maquinaria cuente con un equipo antiderrames, para evitar la contaminación del suelo por hidrocarburos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control en caseta de acceso para verificar el ingreso de maquinaria y operadores que cuenten con el equipo antiderrames.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de sanitarios móviles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar e uso adecuado de los sanitarios y su mantenimiento periódico con la finalidad de evitar el vertido de aguas negras directamente al suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustituir al proveedor de los sanitarios.</li> <li>Sanción o suspensión de los trabajadores que no cumplan con los requerimientos establecidos.</li> </ul>

## 5.2. COMPONENTE: SUPERVISIÓN EN OBRA

La vigilancia ambiental proporciona elementos de juicio que permiten verificar el cumplimiento de las tareas ambientales y la veracidad de la información consignada en los Informes de Cumplimiento Ambiental; por lo que este componente consta de visitas rutinarias que se llevarán a cabo para vigilar el cumplimiento de todas las medidas propuestas, así como de aquellas que se dicten en la autorización.

### 5.2.1. Visita ordinaria total

El objetivo de esta visita es que el supervisor ambiental verifique en el sitio el cumplimiento de todas las tareas ambientales que debe ejecutar el promovente, en todos los componentes y actividades que forman parte del proyecto, y corroborar la información reportada en los Informes de Cumplimiento Ambiental. Las tareas que verificará el supervisor son las que se muestran a continuación:

- Ejecución de los programas propuestos en la MIA-P (rescate de fauna marina, manejo de residuos, etc.).
- Cumplimiento de los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales para el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales.
- Cumplimiento de los requerimientos establecidos en los actos administrativos.
- Análisis de las tendencias de calidad del medio en que se desarrolla el proyecto.
- Análisis de la efectividad de los programas que conforman el estudio de impacto ambiental, de los requeridos en los actos administrativos, y de las propuestas de actualización.

### 5.2.2. Visita ordinaria parcial

La visita ordinaria parcial se efectuará cuando el área de supervisión ambiental tenga un interés especial en alguna de las actividades del proyecto y/o en alguna área geográfica que se encuentran en la zona de influencia. Este interés está dado por la importancia de los impactos de ciertas actividades y/o por el grado de sensibilidad ambiental de una o varias áreas o ecosistemas que puedan ser afectados por la ejecución del proyecto.

En una visita ordinaria parcial, el supervisor ambiental verificará el cumplimiento de las mismas tareas ambientales de una visita ordinaria total, pero sólo de aquellas relacionadas con las actividades del proyecto o con las áreas en las que se tenga interés. Por ejemplo, verificar que se cumplan todas las medidas propuestas. El supervisor puede decidir si realiza una visita ordinaria parcial cada cierto tiempo para inspeccionar la calidad del medio ambiente, ya que conoce que la afectación a los recursos no es significativa. Es por ello por lo que una visita parcial sólo se puede llevar a cabo cuando el supervisor ambiental tiene plena certeza de un buen manejo ambiental en el resto de las actividades del proyecto, o que los impactos al medio ambiente o a los recursos naturales asociados a éstos, son bajos.

### **5.2.3. Visitas extraordinarias**

Se realizarán cuando ocurra o puedan ocurrir eventos que generen impactos ambientales relevantes. Esta visita es definida por el área de gestión ambiental, en caso de existir quejas de la comunidad o de entidades públicas o privadas, o cuando han ocurrido o pueden presentarse impactos ambientales significativos por el incumplimiento de las actividades que estén a cargo del promovente, o cuando se presenten impactos no previstos en el estudio ambiental (esto último se determina a través de los informes periódicos de cumplimiento ambiental). Si las condiciones están dadas, se puede extender esta visita extraordinaria hasta lograr una ordinaria.

Mediante la visita extraordinaria, el supervisor ambiental verificará el cumplimiento de las tareas ambientales relacionadas con los impactos ambientales que ocurrieron o que van a ocurrir; verificará también la veracidad de la información incluida en el Informe de Cumplimiento Ambiental, y evaluará el impacto ambiental. Lo anterior, mediante la ejecución de las mismas actividades generales explicadas para las visitas ordinarias (revisión de documentos, inspección visual, entrevistas y mediciones, entre otras).

## **5.3. COMPONENTE: SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

Una vez que al proyecto se le haya otorgado el permiso ambiental por parte de la autoridad competente, el promovente estará obligado a realizar el seguimiento de las autorizaciones, para lo cual se realizarán las siguientes acciones.

### **5.3.1. Coordinación del control**

Verificación del inicio del proyecto, obra o actividad. Se puede llevar un control del inicio del proyecto o actividad de que se trate, de dos maneras:

- Mediante oficio en donde el promovente del proyecto informa a la autoridad ambiental competente sobre el inicio del proyecto o actividad que se haya autorizado; y
- Existencia de informes de cumplimiento y/o actos administrativos referentes al seguimiento ambiental del proyecto.

### **5.3.2. Revisión de antecedentes técnicos y jurídicos**

La intención de este paso es considerar y estudiar todas las referencias técnicas y jurídicas del proyecto, obra o actividad de que se trate, y de su área de influencia.

Algunos antecedentes como el estudio ambiental y los Informes de Cumplimiento Ambiental, herramientas esenciales para realizar el proceso de seguimiento, a menudo suministran y utilizan enormes cantidades de información que a veces divergen y pueden desviar los resultados del seguimiento.

### **5.3.3. Listas de verificación o check list**

Para llevar a cabo el seguimiento ambiental del proyecto, será necesaria la implementación de una **lista de verificación ambiental** para el registro de las eventualidades de la obra. En este documento se describirá el procedimiento a seguir para registrar todas aquellas eventualidades que se produzcan durante el desarrollo de la obra en la superficie de aprovechamiento proyectada.

El citado documento es de aplicación para todas las eventualidades con afección medioambiental que se produzcan con el desarrollo del proyecto. En el documento también se recogerán todos aquellos eventos no previstos en el desarrollo normal de las obras y que puedan tener de una forma directa o indirecta, inmediata o futura, reversible o irreversible, permanente o temporal, una afección en el entorno.

El formato de la lista de verificación ambiental deberá considerar lo siguiente:

- **Objeto:** enlistar todas aquellas eventualidades que se produzcan durante las actividades implicadas en el desarrollo del proyecto, que puedan tener una afección directa o indirecta sobre el medio ambiente.
- **Ejecución:** Se recogerán todos aquellos eventos previstos y no previstos en el desarrollo normal del proyecto, que puedan tener lugar de una forma directa o indirecta, inmediata o futura, reversible o irreversible, permanente o temporal, originando una afección sobre el ambiente biótico, abiótico o perceptual.

Las personas responsables de llevar los registros en la lista de verificación serán el jefe de obra y encargados diversos y el supervisor ambiental. Estas personas deberán conocer el mecanismo para el llenado de esta lista y serán las encargadas de notificar a los responsables de las empresas subcontratadas la existencia de este y de la necesidad de su colaboración, de cara a cumplir con los objetivos planteados en este PVSA.

Se deberá redactar un modelo circular, que se remitirá a cada subcontratado con carácter previo al comienzo de sus actividades en la obra, ya que es indispensable establecer un control de las empresas subcontratadas.

A continuación, se describen algunos de los acontecimientos que, en principio, serán motivo de inscripción en la lista de verificación ambiental:

- **Vertidos o derrames:** Se hace referencia con esto a aquellos vertidos o derrames líquidos o sólidos, que se produzcan intencionada o accidentalmente en la obra y que no se encontraban planteados en un principio.
- **Generación y manejo de residuos:** se enlistarán todos los posibles residuos que se espera generar en la obra, así como las acciones de manejo propuestas en la MIA-P.
- **Funcionamiento defectuoso:** Se hace referencia con esto a funcionamientos defectuosos que puedan originar una posible afección al medio.
- **Accidentes:** Se refiere a aquellos episodios que puedan motivar vertidos, derrames o funcionamientos defectuosos, ya sea de forma inmediata o futura.

- **Intrusión:** Se refiere con esto a episodios accidentales o no, en virtud de los cuales se invada o atraviese zonas que no se encontraban previstas inicialmente.
- **Externalidades a la obra:** Se hace referencia a episodios que no sean producidos por el desarrollo de la obra, sino que provengan de elementos externos, que, entrando en el recinto de la obra, afecten algún elemento que pueda resultar perjudicial para el medio ambiente.
- **Otros:** En este apartado se incluirán cualesquiera otros aspectos que no se encuentren englobados en los apartados anteriores.

En las siguientes figuras se muestra una propuesta para elaborar estas listas de verificación ambiental.

LISTA DE VERIFICACIÓN AMBIENTAL	PROYECTO		NÚMERO DE VISITA					FECHA						
			1	2	3	4	5				2023			
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	NO	SI	<b>OBSERVACIONES</b>											
¿Se cuenta con contenedores para residuos?			¿Cuántos?											
¿Se observan contenedores sin tapa?			¿Cuántos?											
¿Se observan contenedores rebasados en capacidad?			¿Cuántos?											
¿Se observa la quema de residuos sólidos?			¿En qué sitio?											
¿Se observan residuos depositados en el suelo?			¿De qué tipo?	Escombros	Urbanos	Peligrosos	Sobrantes de materiales de construcción							
¿Se mezclan residuos de distinta naturaleza?			¿De qué tipo?	Escombros	Urbanos	Peligrosos	Sobrantes de materiales de construcción							
¿Se observan residuos sin reciclaje?			¿De qué tipo?	Metales férricos	Vidrio	Cartón o papel	PET	Aluminio	Tetra Pak					
¿Se cuenta con sitios definidos para acopio de residuos?			¿De qué tipo?	Sólidos urbanos	Escombros	Concreto lavado	Sobrantes de materiales		Reciclables					
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>	NO	SI	NO	SI	<b>OBSERVACIONES</b>									
¿Se generan residuos peligrosos?			¿Se cuenta con contenedores para residuos peligrosos?											
¿Se cuenta con almacén de residuos peligrosos?			¿Se cuenta con equipo antiderrames?											
¿Se observa el derrame de hidrocarburos?			¿De qué tipo?	Aceite	Grasa	Diésel	Gasolina	Otros						
¿Qué tipo de residuos peligrosos se generan?			Radioactivos	Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Tóxico	Inflamable	Biológico infeccioso					
<b>PROTECCIÓN DEL SUELO</b>	NO	SI	<b>OBSERVACIONES</b>									NO	SI	
¿Se observa remoción innecesaria de suelo?			¿En qué sitio?									¿Afecta el manto acuífero?		
¿Se observa suelo contaminado?			¿Con qué sustancias?		Residuos peligrosos	Residuos sólidos	Heces/onna	Hidrocarburos						
<b>PROTECCIÓN DE FLORA SILVESTRE</b>	NO	SI	<b>OBSERVACIONES</b>											
¿Se observa el desmonte de vegetación?			¿En qué sitio?											
¿Se observa el uso de leña?			¿En qué sitio?											
¿Se observan residuos en las áreas verdes?			¿De qué tipo?	Residuos peligrosos	Residuos sólidos	Heces/onna	Sobrantes	Escombros						
¿Se observan áreas verdes delimitadas?			¿De qué tipo?	Cercado de madera	Cinta precautoria	Malla	Muro	Otros						
<b>PROTECCIÓN DE FAUNA SILVESTRE</b>	NO	SI	<b>OBSERVACIONES</b>											
¿Se observa el deceso de fauna silvestre?			¿Qué especie y en qué sitio?											
¿Se observan afectaciones a la fauna silvestre?			¿De qué tipo?	Venta	Atropellamiento	Extracción	Caza	Otros						
<b>SEGURIDAD E HIGIENE</b>	NO	SI	<b>OBSERVACIONES</b>				NO	SI	<b>OBSERVACIONES</b>					
¿Se cuenta con sanitarios móviles?			¿Cuántos?		¿Los sanitarios cuentan con botes para papel?		¿Cuántos?							
¿Los sanitarios cuentan con buena higiene?			¿Cuántos?		¿Los trabajadores cuentan con agua para hidratación?									
¿La obra cuenta con un comedor para trabajadores?			¿Cuántos?		¿Cuenta con lava manos?									
¿Se cuenta con botiquín de primeros auxilios?			¿Cuántos?		¿De qué tipo?	Básico	Industrial	¿Por su ubicación?						
¿Se observa personal sin equipo de seguridad?			¿Cuántos?		Sin arnés de seguridad		Sin casco	Sin botas	Sin chaleco	Otro				
¿Se observa el almacenamiento de combustibles?			¿De qué tipo?	Gasolina	Diésel	Gas butano	Oxígeno	Otro						
¿Se observa micción o defecación al aire libre?			¿En qué sitio?											
¿Se observa la proliferación de fauna nociva?			¿De qué tipo?											



la descripción de la medida correspondiente, ya sea de mitigación, reparación, compensación o de prevención; la forma de implementación; el indicador que permitió cuantificar, si corresponde, el cumplimiento de la medida; la oportunidad y lugar de su implementación; y la referencia de la página del estudio donde se describe detalladamente la medida.

#### **5.4.1. Informe de cumplimiento de medidas**

Tras la especificación de las medidas para todas las variables, se propone, en cuanto a la dimensión temporal durante el desarrollo del proyecto, un seguimiento que deberá comprender una visita semanal de media jornada al proyecto, y la elaboración de un informe periódico mensual en el que se señalen todas las incidencias observadas, se recojan todos los controles periódicos enumerados anteriormente con la periodicidad señalada, se indique el grado de eficacia de las medidas correctoras planteadas, el grado de acierto del estudio y los resultados obtenidos con este PVSA. Estos informes serán acompañados de un reportaje fotográfico y se enviarán al promovente a fin de que éste último realice las gestiones ambientales correspondientes.

#### **5.4.2. Informe de cumplimiento de términos y condicionantes**

Se dará un seguimiento a los términos y condicionantes que se establezcan en la resolución del proyecto, que deberá comprender una visita semanal de media jornada al proyecto, y la elaboración de un informe periódico mensual en el que se señalen todas las incidencias observadas, se recojan todos los controles periódicos enumerados anteriormente con la periodicidad señalada, y se indique el grado de eficacia en el cumplimiento de los términos y condicionantes establecidos por la autoridad en la autorización del proyecto. Estos informes serán acompañados de un reportaje fotográfico y se enviarán al promovente a fin de que éste último realice las gestiones ambientales correspondientes.

#### **5.4.3. Informes especiales**

Se presentarán informes especiales ante cualquier situación especial que pueda suponer riesgo de deterioro de cualquier factor ambiental. En concreto, se prestará especial atención en las siguientes situaciones:

- Lluvias torrenciales que supongan riesgo de inundación o desprendimiento de materiales.
- Alerta por tormenta o huracán que ponga en riesgo el desarrollo de la obra.
- Accidentes producidos con consecuencias ambientales negativas.
- Accidentes de tráfico en cualquier punto de intersección.

Estos informes serán notificados al director de obra, con la finalidad de que realice los trámites y gestiones correspondientes, y en su caso, tome las medidas necesarias para reducir o eliminar el riesgo originado por los factores citados en los puntos anteriores.

## **6. COMPONENTE: ANÁLISIS DE RESULTADOS**

El análisis de resultados del seguimiento ambiental se realiza a partir de:

- El informe de cumplimiento ambiental más la visita de seguimiento;
- Solamente el informe de cumplimiento ambiental, o
- Solamente la visita de seguimiento ambiental.

El análisis se centrará en los siguientes puntos:

### **6.1.1. Cumplimiento de los objetivos del seguimiento ambiental**

A cada una de las tareas ambientales a cargo del promovente, se le efectuará un análisis para establecer el cumplimiento específico de cada uno de los compromisos adquiridos en el otorgamiento de la autorización ambiental o en el establecimiento del plan de manejo ambiental.

Este análisis se realiza con la ayuda de la lista de chequeo y formatos específicos descritos anteriormente. En esas herramientas, el supervisor ambiental encuentra todos los requerimientos normativos, los establecidos en actos administrativos y además indicadores que le proporcionan criterios y conducen su análisis.

Con respecto al cumplimiento de los objetivos del seguimiento, se establecerá:

- **Suficiencia de la información:** establecer si la información suministrada está completa. Para esto, se cuenta con la ayuda de los formatos y de la lista de verificación, ya descritos anteriormente.
- **Cumplimiento de las tareas ambientales:** se determina si el promovente ha cumplido total o parcialmente con sus obligaciones ambientales y si las razones indicadas en el informe de cumplimiento ambiental, para el caso de incumplimiento, son pertinentes.

### 6.1.2. Análisis de la efectividad de los programas

La efectividad de los programas que conforman el PSVA se realiza con la ayuda de los reportes técnicos.

Integra el resultado del análisis de cumplimiento del promovente, y el análisis de las tendencias de la calidad del medio en el que se desarrolla el proyecto, con el fin de facilitar al supervisor ambiental su concepto sobre la efectividad de las medidas de manejo ambiental. Esto determina la necesidad o no de actualizar algunos programas calificados como "no efectivos". En caso de que el informe de cumplimiento ambiental incluya ofertas de nuevas versiones de los programas, éstas deben ser evaluadas por el área de gestión ambiental, apoyándose en la autorización ambiental del proyecto, con el fin de determinar si la nueva versión propuesta por el promovente solucionará los aspectos que permitieron calificar al programa vigente como "no efectivo".

## MANUAL DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS DERIVADAS DE DERRAMES

---

El presente manual se centra en el procedimiento para dar respuesta en caso de presentarse un derrame de sustancias contaminantes o hidrocarburos, y busca minimizar la posibilidad de que ocurra; por lo que se describen los procedimientos que deberán ser utilizados para afrontar de manera oportuna, adecuada y efectiva un derrame; desde la fase de generación hasta la disposición final del residuo.

Este manual de procedimiento está dirigido a todo el personal involucrado en el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, ya que los derrames de sustancias potencialmente contaminantes pueden afectar las operaciones. Muchos derrames pueden prevenirse, por lo que se hace necesario el desarrollo e implementación de buenas prácticas que reduzcan significativamente la posibilidad de derrames, resaltando que no se debe menospreciar la seriedad de ningún tipo de derrame.

### I. OBJETIVO GENERAL

Organización, clasificar, instruir, ordenar e informar adecuadamente, para propiciar una respuesta oportuna y eficiente (rápida, coordinada y técnicamente adecuada) ante los diversos tipos de derrames que pudieran presentarse durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.

### II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los procedimientos tendientes a prevenir contingencias por derrames o vertimientos accidentales de sustancias contaminantes o hidrocarburos al medio acuático.
- Establecer los procedimientos a seguir en caso de que ocurra una contingencia por derrames o vertimientos accidentales al medio acuático de sustancias contaminantes o hidrocarburos.

### III. TIPOS DE DERRAMES

Un derrame puede ser considerado tan simple o complicado dependiendo del volumen y su ubicación; además del riesgo debido a la sustancia vertida. Derrames animales, por

ejemplo, entran en la categoría de los derrames simples; mientras que un derrame industrial se clasifica como complicado. Otra clasificación basada en el volumen de derrames incluye tres tipos de derrames: pequeños, medianos y grandes.

A continuación, se describen los principales tipos de derrames que pudieran ocurrir durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.

### **III.1. Derrame simple (Nivel 1)**

- No se esparce rápidamente.
- No pone en peligro el medio ambiente
- No es peligroso excepto por contacto directo.
- Puede ser limpiado por personal sin capacitación.
- Derrame pequeño

### **III.2. Derrame moderado (Nivel 2)**

- Se esparce rápidamente, pero con el tiempo suficiente para su contención.
- No pone en peligro el medio ambiente
- Es inflamable.
- Debe ser limpiado por personal capacitado.
- Derrame mediano.

### **III.3. Derrame complicado (Nivel 3)**

Para que un derrame se considere complicado, deberá reunir las siguientes características:

- Se esparce rápidamente.
- Involucra sustancias potencialmente peligrosas.
- Debe ser limpiado por personal especializado.
- Requieren asistencia externa.
- Derrames grandes.

A continuación, se resumen los niveles de derrame antes descritos:

<b>Nivel 1</b>	Derrames accidentales que suceden en o cerca de una embarcación o instalaciones de la marina como resultado de una perturbación en las operaciones rutinarias. Los impactos son bajos y la capacidad de respuesta interna es adecuada.
<b>Nivel 2</b>	Derrames medianos que suceden en o cerca de una embarcación o instalaciones de la marina como resultado de un evento no rutinario. Los impactos significativos son posibles y se requiere apoyo externo (local) para dar una respuesta adecuada al derrame, p.ej., asistencia por parte de la cooperativa local de limpieza de derrames.
<b>Nivel 3</b>	Derrames grandes que suceden cerca o lejos de una embarcación o instalaciones de la marina como resultado de un evento no rutinario, donde se requiere el uso de recursos considerables y el apoyo de las cooperativas a escala regional para mitigar efectos que parecen ser de amplio alcance.

Ejemplos de derrames de Nivel 1 incluyen:

- Rebosamiento de sumideros o separadores de agua-petróleo.
- Fuga (escape, goteo) o rebosamiento de tanques.
- Fuga o goteo de válvulas, tuberías o mangueras de transferencia.
- Descarga accidental de las sentinas de embarcaciones.
- Vuelco de camiones cisterna/carrotanques cerca de masas de agua.

Ejemplos de derrames de Nivel 2 y 3 incluyen:

- Pérdida de la carga ocasionada por encalladura, choque o fallas en los sistemas de las embarcaciones.
- Ruptura de un oleoducto submarino.
- Derrames ocasionados por incendio o explosión en una terminal o buque cisterna/petrolero.
- Derrames ocasionados por actos de sabotaje, desastres naturales o voladuras.
- Desplome de un tanque cerca de una masa de agua.

Existen 3 pasos básicos para determinar si un derrame es simple, moderado o complejo:

- a) Evaluar los riesgos del derrame.
- b) Evaluar las cantidades derramadas.
- c) Evaluar el impacto potencial del derrame.

## a) Riesgos del derrame

Se relacionan con los efectos a la salud del ecosistema. El efecto potencial en la salud es la categoría de riesgo más importante a considerar cuando se decide si se intenta o no limpiar un derrame. Algunos derrames pueden generar incendios o explosiones. Otros presentan riesgos para la salud humana por su capacidad para desparramarse con rapidez y entrar rápidamente al organismo.

Los derrames de productos inflamables (líquidos o sólidos) pueden presentar riesgos significativos de incendio o explosión cuando están presentes una o más de las siguientes características:

- Vapores volátiles
- Productos químicos reactivos al agua o al aire.
- Fuentes de ignición.
- Oxidantes.
- Cantidades significativas de materiales combustibles.

También se relaciona con daño a la propiedad (equipo, estructuras, materiales de construcción, etc.); y daño al ambiente (puede descargarse en el drenaje, caer al suelo o al medio marino o liberarse a la atmósfera).

Un derrame no es simple si se presenta alguno de estos riesgos.

## b) Evaluación de las cantidades derramadas

Determinar la fuente de origen del derrame y la capacidad de almacenamiento de la sustancia involucrada, a fin de deducir la cantidad del material derramado. Se podrán realizar pruebas de laboratorio, o pruebas directamente en campo, mediante instrumentos de medición de acuerdo con el tipo de derrame involucrado.

## c) Evaluación del impacto potencial del derrame

Un derrame en un área donde sus riesgos potenciales se magnifican por condiciones específicas (presencia de un gran número de gentes, la distribución de los vapores o

partículas a través ductos de aire), vertido en cuerpos de agua; no debe manejarse como un derrame simple.

Por ejemplo, la presencia de cajas, productos químicos y otras fuentes de ignición podrían magnificar el impacto del derrame de un galón de acetona. Además, la acetona es volátil y altamente inflamable, situación que podría ser riesgosa en el acto tanto para la salud como para la propiedad, y la limpieza debe realizarse por personal entrenado, es un derrame complicado.

#### **IV. PERSONAL REQUERIDO**

El alcance y el tipo de derrame son los factores principales que determinan el número de personal requerido. Las siguientes son algunas reglas útiles para planear las operaciones de respuesta:

- Las operaciones en tierra firme (limpieza de la costa) requieren una mano de obra mucho más intensa que las operaciones del mar (despliegue de barreras contra hidrocarburos, quema in situ del producto derramado o aplicación de agentes dispersantes).
- Es posible que la mayor cantidad de personal se necesite sólo por algunas semanas después de la ocurrencia del derrame.
- La proporción óptima de fuerza laboral en el campo es 1 supervisor: 1 capataz: 5 trabajadores.
- Los supervisores deben mantenerse en comunicación directa con el administrador del proyecto.
- Total de días de trabajo para una limpieza en costa P 0,6 u (mayor cantidad de personal) u (duración en días).

#### **V. POSIBLES FUENTES DE DERRAME POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

**Maquinaria.** El proyecto ocupará maquinaria para actividades de construcción, las cuales funcionan a base de diésel, lo que pudiera ocasionar el derrame de sustancias contaminantes por fugas o desperfectos.

**Motobomba.** Para el achique del área de recuperación de playas, se requiere de una motobomba que funciona a base de gasolina, lo que pudiera ocasionar el derrame de sustancias contaminantes por fugas o desperfectos.

**Sanitarios móviles.** El proyecto requiere la instalación de sanitarios móviles durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, los cuales contendrán temporalmente aguas residuales (se instalarán en los hoteles colindantes).

## VI. SUSTANCIAS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES QUE PUDIERAN DERRAMARSE

A continuación, se presenta un listado de las sustancias potencialmente contaminantes que pudieran derramarse en las distintas etapas del proyecto.

SUSTANCIAS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES		
SUSTANCIA	TIPO	ETAPA DEL PROYECTO
Diésel	Peligroso/inflamable	Preparación del sitio Operación
Aguas residuales	Contaminante	Preparación del sitio
Grasas, aceites, lubricantes	Peligroso/contaminante	Preparación del sitio
Sustancias químicas (pinturas, barnices, solventes, detergentes, etc.)	Peligroso/contaminante	Construcción

## VII. PROCEDIMIENTOS PARA PREVENIR DERRAMES

A continuación, se describen los procedimientos que se implementarán para prevenir el derrame de sustancias peligrosas o potencialmente contaminantes.

**Listado preliminar.** Como primer paso en la prevención de derrames se elaborará un listado preliminar de todas las sustancias que se utilizarán para el desarrollo del proyecto en sus distintas etapas, a fin de conocer su grado de peligrosidad o capacidad de contaminación.

**Procedimientos escritos.** Se contará con procedimientos escritos para enfrentar o prevenir derrames, de acuerdo con la sustancia involucrada. Los procedimientos deberán

contemplar detalladamente los pasos iniciales que deben realizarse al ocurrir el derrame e incluir elementos como las responsabilidades del personal técnico y profesional, métodos de comunicación, instrucciones sobre el manejo de equipo especial, procedimientos de recolección y disposición de los desechos.

Los procedimientos deben ser de conocimiento de todos los que utilicen las sustancias involucradas o que puedan ayudar en el manejo del derrame; se deben revisar y actualizar periódicamente para asegurarse que todo el personal expuesto los conozca. El procedimiento debe indicar quién lo revisó y cuándo fue revisado.

**Equipo.** Estar seguro de contar con el equipo y entrenamiento necesario para seguir estos procedimientos. Antes que nada, es importante contar con el equipo adecuado y disponible de seguridad y materiales de limpieza (la mezcla para derrames, los recipientes, el equipo de seguridad, etcétera). Adicionalmente, se debe asegurar que el personal está adecuadamente entrenado en el manejo del equipo y materiales que se usarán. Finalmente, se debe responsabilizar a alguien para que inspeccione y revise regularmente todos los materiales, para asegurar que funcionarán adecuadamente cuando se necesiten.

**Identificación de los peligros.** Como parte integral de sus responsabilidades, el personal encargado de manipular o manejar las sustancias peligrosas o contaminantes, deberá ser capaz de identificar los peligros potenciales de esas sustancias, lo que implica que deberá contar con los conocimientos mínimos para identificar las propiedades de todas las sustancias previo a su manejo o uso.

**Evaluación o diagnóstico.** Antes de usar cualquier sustancia, se deberá evaluar las consecuencias de potenciales derrames y establecer procedimientos de respuesta adecuados. Si es necesario, se debe solicitará hojas de seguridad para la planificación de la respuesta. Además, se debe comunicar al personal expuesto la naturaleza de los peligros potenciales.

Las siguientes propiedades son las más importantes al considerar posibles derrames:

- Inflamabilidad.
- Reactividad con el aire o el agua.
- Corrosividad.
- Irritabilidad de mucosas.

- Alta toxicidad.
- Estado físico (sólido, líquido o gaseoso).

**Durante el almacenamiento.** Los derrames pueden ocurrir durante el almacenamiento. Las medidas preventivas en el área de almacenamiento deben incluir:

- Armarios resistentes y áreas de almacenamiento apropiadamente diseñadas para minimizar quebraduras o deslizamientos (pisos lisos sin grietas o rajaduras).
- Ordenamiento de almacenaje de acuerdo con el peligro o naturaleza de las sustancias.
- Almacenamiento de los recipientes grandes cerca del suelo.
- Los recipientes guardados en los anaqueles lo suficientemente lejos del borde de la tarima para minimizar el peligro de caída.
- Los anaqueles con rebordes para minimizar el peligro de caída.
- Inspecciones regulares de la integridad de los recipientes, incorporadas como una BPL.
- Es conveniente que el área de almacenamiento se encuentre en la planta baja, preferiblemente alejada de las instalaciones propias del personal.

**Durante el transporte.** Para minimizar los derrames durante el transporte, se deberá contar con: carritos, cuando sea apropiado; contenedores de seguridad; baldes de caucho o similares; correas o bandas para asegurar los contenedores; y personal adecuadamente capacitado.

**Durante la transferencia.** Para la transferencia de un líquido de un recipiente a otro, el riesgo de derrames puede reducirse poniendo especial cuidado al tamaño de los recipientes, para prevenir el sobrellenado; usando bombas u otros aparatos mecánicos que permitan simplemente verter directamente en el recipiente; proveyendo de recipientes para prevenir cualquier fuga; y asegurando los recipientes que contienen sustancias inflamables.

#### **Acciones preventivas generales:**

- Las sustancias y residuos peligrosos líquidos deben ubicarse sobre pisos impermeables y contar con sistemas de contención de derrames apropiados.



- Al manejar estos productos se debe cumplir todas las medidas de seguridad recomendadas en las respectivas hojas de seguridad en lo que respecta a manipulación y uso de elementos de protección personal. Revisarlos al momento de manipular o transportar sacarlos con el fin de detectar filtraciones o roturas.
- Mantener siempre los envases, contenedores o estanques cerrados y no almacenar a la intemperie.
- Contar con extintores de polvo químico seco multipropósito, recargado una vez al año y con su etiqueta legible en todo momento.
- Disponer de material absorbente para el control de goteos, fugas y derrames tales como arena, aserrín u otros diseñados para este fin.
- Utilizar elementos de protección personal (EPP) como: overol o ropa de trabajo, botas o zapatos antideslizantes y guantes impermeables ajustables.
- Mantener las hojas de seguridad disponibles en el lugar de almacenamiento y al transportar los insumos.
- Para el transporte, los envases o contenedores deben colocarse de forma de evitar que se vuelquen o ser fijados al vehículo mediante el uso de dispositivos de sujeción utilizados especialmente para dicho fin, de tal manera que garanticen la seguridad y estabilidad de la carga. En caso de usar cadenas o elementos de fijación metálicos, estos deben estar forrados con goma, caucho o algún material adecuado que evite el riesgo de producir chispas si existiese roce con algún contenedor metálico.
- Establecer responsables y sus roles dentro de la organización para una correcta y oportuna actuación frente a situaciones de emergencia.
- Se debe capacitar y entrenar periódicamente al personal encargado de manipular combustibles, sustancias y residuos peligrosos, así como programar simulacros con el objetivo de evaluar la efectividad del plan de emergencia y determinar la correcta coordinación y aplicación de los procedimientos por parte del personal y el rol que debe cumplir. Los ejercicios de entrenamiento deberán quedar registrados en una carpeta especialmente destinada a ello, individualizando a los participantes y los temas tratados.

## VIII. PROCEDIMIENTOS PARA ATENCIÓN DE DERRAMES

Todo procedimiento de respuesta ante un derrame deberá incluir como mínimo lo siguiente:

- Una lista del equipo de protección adecuado: vestimenta, equipo de seguridad (respirador adecuado al tipo de sustancia derramada, guantes adecuados, botas, mandil, anteojos de seguridad y materiales necesarios para la limpieza, y una explicación sobre cómo usarlos.
- Zonas de evacuación apropiadas y procedimientos de evacuación.
- Equipo de supresión de fuego.
- Contenedores para la disposición de los desechos resultantes de la limpieza.
- Los primeros auxilios que pudieran ser necesarios.

### VIII.1. Manejo de derrames simples

Los procedimientos son aplicables para las sustancias que se especifican y su objetivo es disminuir el riesgo a la salud y el efecto en el medio ambiente.

**Distancia de aislamiento inicial.** Es una distancia útil para proteger al entorno en las áreas de derrames pequeños que involucran materiales peligrosos que son considerados venenosos o tóxicos al inhalarse. La distancia identifica un área en la que podrían verse afectadas durante los primeros 30 minutos posteriores al derrame y que podría aumentar con el tiempo.

La distancia de aislamiento define una zona de aislamiento inicial, cuyo radio está definido por la distancia de aislamiento. Todas las personas deben movilizarse fuera de dicha área a regiones de viento cruzado y nunca a favor de viento. Dependiendo de la peligrosidad y la magnitud del derrame esta distancia, puede aumentarse.

### Procedimiento general

1. Al ocurrir el derrame, la persona que lo ocasionó o descubrió debe comunicarlo a los responsables del área, independientemente de cuan pequeño o insignificante le parezca.
2. El área del derrame debe aislarse.
3. El personal debe usar la adecuada protección: guantes de seguridad, gabacha de laboratorio, anteojos de seguridad. Dependiendo de la naturaleza y magnitud del derrame, puede ser necesario utilizar un sistema autónomo de respiración.
4. Antes de actuar debe conocerse la naturaleza de la sustancia derramada.
5. Debe seguirse el procedimiento recomendado en cada caso.
6. Si el derrame es mayor de lo descrito, se debe contactar a personal especializado (teléfonos de emergencia, 911).

### **VIII.2. Manejo de derrames de sustancias peligrosas**

El manejo de sustancias peligrosas debe hacerse con sumo cuidado y responsabilidad para evitar las emergencias causadas por el escape de dichas sustancias que ocasionan los llamados derrames desde sus contenedores.

En caso de un evento de esa naturaleza:

1. Al descubrir el hecho, dar aviso al encargado del área o departamento involucrado.
2. Proporcionar los siguientes datos:
  - ¿Qué se derramó?
  - ¿Qué cantidad se derramó?
  - ¿En qué lugar exacto se llevó a cabo el incidente?
  - ¿Cuál fue la falla?
  - ¿Qué acciones se han llevado a cabo?
  - ¿Hay fuego?
  - ¿Puede llegar a las alcantarillas, pozos, cenote, rejolladas, etc.?

3. Cuando se presente un derrame, que no sea controlable por el personal de planta, es necesario solicitar ayuda externa de los Bomberos y si hay lesionados, a la Cruz Roja.
4. Se debe mantener alejado del sitio a todo el personal que no intervenga en el control de la contingencia.
5. Durante la maniobra directa, se debe usar la mascarilla de protección, así como guantes y chaquetas de hule u otro material resistente al solvente, en caso de una fuga mayor, se debe de usar equipo de aire autónomo.
6. En caso de derrame, deténgalo si es posible, pero no permita que el líquido entre en contacto con la piel.
7. Colocarse el equipo de protección personal en el momento que nota la contingencia.
8. Prevenir una mayor disposición del derrame haciendo un muro de contención con material absorbente alrededor de la fuente del derrame.
9. Todos los derrames deben neutralizarse con material no inflamable (arena, tierra etc.) la mezcla deberá de tener disposición legal.
10. Lavar el área contaminada con agua, en abundancia.
11. Siga las instrucciones que le proporcionen y contemple en todo momento la posibilidad de evacuar el área.
12. De efectuarse la evacuación diríjase de inmediato a su zona de seguridad correspondiente.
13. Recoger y disponer en bolsas, recipientes de tapa abierta o caja cúbica todo el material absorbente contaminado por el derrame.
14. Etiquetar e identificar el contenedor donde se puso el material absorbente para su disposición final.
15. Disponer como residuo peligroso con la empresa autorizada contratada.

### **VIII.3. Manejo de derrames de hidrocarburos o sus derivados**

Para casos de derrames de hidrocarburos, derivados o sustancias nocivas que puedan afectar alguno o varios de los recursos naturales existentes en el lugar del derrame, el responsable de la instalación, de la operación, el dueño de la sustancia o actividad de donde se originó el derrame será así mismo el responsable de la atención del derrame. En su defecto, las entidades que conozcan de la ocurrencia del derrame o las personas que tengan entrenamiento en la atención de este tipo de emergencias, se harán cargo del manejo del evento y en ningún momento serán responsables por los daños causados por el derrame.

Se dispondrá de los siguientes implementos para controlar derrames, estando el personal debidamente capacitado para su uso:

- Contenedor con materiales absorbentes de fácil manipulación, o kit de contención de derrame, contenedor vacío, debidamente rotulado para almacenar los desechos del manejo del derrame
- Elementos de protección personal de acuerdo con el producto derramado: ropa impermeable y resistente al producto, guantes adecuados por categoría de residuos, botas, lentes de seguridad para la protección del personal encargado de la manipulación (se debe verificar en hoja de seguridad), barreras y elementos de señalización para el aislamiento del área afectada.

Asimismo, el personal debe tener a su disposición:

- Instrucciones o procedimiento sobre el modo de contener el derrame de forma eficaz y segura.
- Hojas de seguridad donde se indican los riesgos, elementos de protección y aspectos básicos del control de derrames para cada material en particular.

Para proceder frente a un derrame o fuga se deben considerar los siguientes pasos.

### **Evaluar el incidente**

- Evalúe el área y localice el derrame o fuga.
- Identifique el producto químico o combustible para determinar composición y riesgos.
- Recorra a las hojas de seguridad e identifique los posibles riesgos en el curso del derrame frente a materiales, equipos y trabajadores.
- Intente detener el derrame o fuga al nivel de su origen, sólo si lo puede hacer en forma segura y está autorizado, con materiales absorbentes. Si lo va a hacer en esta etapa, utilice elementos de protección personal.
- Evite el contacto directo con los productos químicos.

### **Notificar a la administración**

- Entregue toda la información posible a la administración, para que se proceda al control de la emergencia. Esto incluye equipos, materiales y áreas afectadas.
- Señalar ubicación, productos comprometidos, cantidad, su dirección y condición actual.
- La jefatura de la sección debe comunicar a la administración para determinar si la emergencia podría involucrar a otras secciones.
- Realizar el aviso oportuno a las autoridades competentes.

### **Asegurar el área**

- Alerta a sus compañeros sobre el derrame. De ser necesario, evite que se acerquen.
- Ventilar el área si se requiere.
- Acordonar con barreras, rodeando la zona (área contaminada).
- Rodear con materiales absorbentes.
- Apague toda fuente de ignición.
- Disponga de un extintor para prevenir una posible inflamación.

### **Controlar y contener el derrame**

- Antes de comenzar con el control o contención del derrame, debe colocarse los elementos de protección personal necesarios: Ropa adecuada impermeable y resistente a los productos químicos; guantes protectores; lentes de seguridad; protección respiratoria.
- Localice el origen del derrame y controle el problema a este nivel.

- Contenga con barreras, diques y/o materiales absorbentes. Si el derrame es sobre superficie impermeable: (cemento, lata, pisos) contener rápidamente formando un dique con el producto absorbente, comenzando sobre la menor cota de suelo en caso de pendiente, evitando que llegue a fuentes de agua o infiltre al suelo.

### **Limpiar la zona contaminada**

- Intentar recuperar el producto si es posible.
- Absorber o neutralizar. Para el caso de ácidos o bases, procede la neutralización.
- Lavar la zona contaminada con agua, en caso de que no exista contraindicación. Si parte del suelo se contaminó extraer el mismo y llevar a contenedores adecuados.
- Rotular adecuadamente todos los contenedores donde se van depositando los residuos.
- Todos los productos recogidos, deben tratarse como residuos peligrosos.

### **Descontaminar los equipos y al personal**

- Disponer de una zona de descontaminación.
- Lavar equipos y ropa utilizada.
- Las personas que intervinieron en la descontaminación deben bañarse.

### **Después de la emergencia**

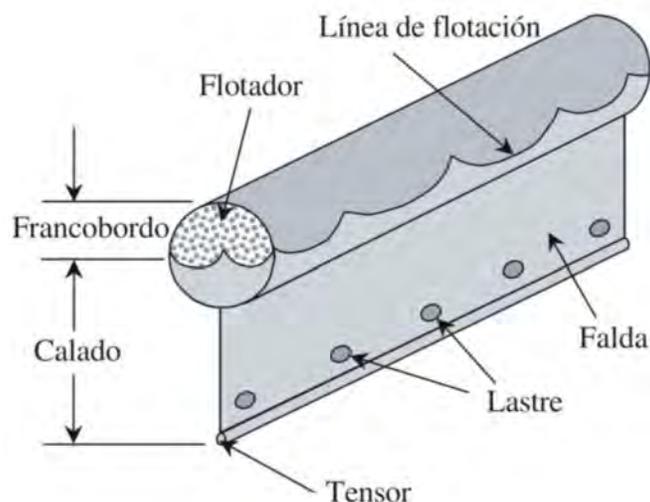
- Verificar que se detuvo el derrame.
- Verificar la cantidad de producto derramado
- Verificar que todos los residuos, incluidos los materiales utilizados para contención de derrames sean almacenados dentro de la bodega de residuos peligrosos.
- El encargado debe asegurarse de coordinar el retiro del producto derramado con una empresa autorizada.

## **IX. CONTENCIÓN DE DERRAMES AL ÁREA MARINA, USANDO BARRERAS**

La barrera es un obstáculo físico flotante utilizado para controlar el movimiento de alguna sustancia derramada en medios acuosos. Habitualmente, la barrera es la primera respuesta mecánica que se transporta al sitio de un derrame. Se utiliza para 1) la detención de las capas de la sustancia derramada con el fin de recogerlas por medio de "skimmers" o a

través de la quema in situ del producto; 2) desviar o guiar las capas de la sustancia hacia un área de acopio o para alejarlas de recursos susceptibles; 3) excluir las capas de la sustancia que se trate, de las áreas seleccionadas y proteger las costas marinas y sitios de recreación; y 4) para recoger la sustancia después de la aplicación de absorbentes. Las barreras se fabrican en una gran variedad de modelos, tamaños y materiales para las diferentes circunstancias de uso<sup>3</sup>.

La barrera consiste en cuatro componentes básicos, flotador, faldón, tensor(es) y lastre. El área de libre francobordo (obra muerta) y el calado son las porciones del flotador y del faldón que, respectivamente, están por encima y por debajo de la línea de flotación, como se ejemplifica en la siguiente imagen<sup>4</sup>.



### Flotador:

- El flotador mantiene la barrera en la superficie del agua.
- Generalmente, el compartimento del regulador de inmersión contiene espuma o aire.
- Las barreras más pesadas, que se utilizan en aguas agitadas y condiciones de mar adentro, exigen una flotación mayor que las barreras livianas utilizadas en aguas tranquilas y cercanas a la costa.

<sup>3</sup> Manual de Campo para Respuesta a Derrames de Petróleo (2008). ExxonMobil Research and Engineering Company, Todos los derechos reservados, Impreso en los EEUU.

<sup>4</sup> Ibidem

### **Faldón:**

- El faldón sirve para evitar el escape de la sustancia por debajo de la barrera.
- La fuerza de las corrientes que actúan sobre la barrera aumenta con la profundidad del faldón y puede causar una falla en el faldón, dejando escapar la sustancia.

### **Tensor:**

- Los tensores apoyan las cargas impuestas por la acción de remolque, los vientos, las olas y las corrientes.
- Los tensores de uso más frecuente son cadenas, cables o redes que corren a lo largo del faldón o del flotador.

### **Lastre:**

- El lastre (o peso) ayuda a mantener el faldón en posición vertical en el agua.
- El lastre puede ser una cadena, cable de acero o pesas de plomo ubicadas a lo largo del borde inferior del faldón. Si es cadena o cable, puede servir también como tensor.

### **Francobordo:**

- El área de francobordo de la barrera es una cota de seguridad que evita que la sustancia derramada se desborde por la barrera.
- La fuerza que el viento ejerce sobre una barrera aumenta con el área de superficie de francobordo. Si la altura del francobordo excede 4–8 pulgadas (10–20 centímetros), el desempeño de la barrera puede verse severamente afectado por los vientos fuertes (típicamente de 20 nudos o 37 kilómetros por hora).

### **Calado:**

- El calado evita que la sustancia escape por debajo de la barrera en aguas de corrientes suaves.
- El faldón de poco calado reduce la tensión de la barrera.

Las barreras que incorporan las características descritas anteriormente se disponen en una amplia gama de modelos para ser utilizadas en puertos, aguas costeras, mar adentro y ríos. Su eficiencia varía desde excelente en aguas tranquilas y de poca corriente hasta mala en situaciones de alta corriente, oleaje y viento

Están disponibles barreras para el despliegue desde las costas marinas, muelles, barcos, carretes, contenedores y plataformas. La selección de barreras depende de prever los siguientes factores de aplicación:

- Sistema de despliegue y tiempo estimado requerido para la instalación.
- Sitio(s) probable(s) de utilización.
- Embarcaciones utilizadas para el despliegue.
- Estado de la laguna y condición de los escombros.
- Duración aproximada de la operación.

La selección de una barrera depende de cuán rápido uno la necesite, la facilidad de despliegue y la resistencia y durabilidad. En general, la facilidad y rapidez del despliegue dependen del equipo y personal necesarios. Por ejemplo, se pueden desplegar las barreras de inflado automático rápidamente desde carretes o bultos; sin embargo, si se necesita un despliegue extenso, una barrera más resistente, que es la más lenta de desplegar (p.ej., las barreras de inflado a presión), puede dar un mejor rendimiento. En general, es necesario escoger entre los beneficios de la facilidad y rapidez del despliegue, y la resistencia y durabilidad de la barrera.

### **IX.1. Mecanismo de acción de la barrera, para contener derrames**

Antes de desplegar la barrera, se debe ensamblar lo más completamente posible una sección de la longitud necesaria, de la barrera ya sea en tierra o en la cubierta de una embarcación

Es importante asegurarse que todos los conectores de las barreras sean compatibles, especialmente si se usan barreras de diferentes fabricantes. Al adquirir barreras, siempre se debe verificar que los conectores cumplan con las normas que resulten aplicables. Esto garantiza la conexión de todas las barreras, aun si las barreras provienen de distintos fabricantes. Se debe consultar con los contratistas de la localidad o con las cooperativas de respuesta a un derrame para determinar el tipo de conectores que se está usando.

Una vez lista, se puede remolcar la barrera al sitio de su uso e instalarla con la ayuda de un bote. Para facilitar los problemas de remolque, una barrera larga puede doblarse sobre sí misma y remolcarse desde un punto de apoyo central. Una vez anclada, pueden remolcarse los extremos y anclarse en su sitio. Se puede obtener la configuración final usando anclas apropiadas o amarrando la barrera a puntos permanentes de anclaje.

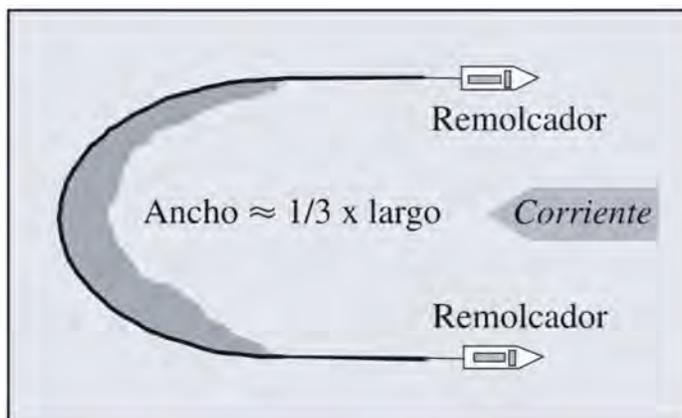
En la recolección a una zona costera o para proteger un área susceptible, hay que tener cuidado de cerrar el extremo de la barrera ubicada en la costa para prevenir el escape de la sustancia. Esto resulta especialmente difícil en aguas con régimen de mareas y en sitios donde la costa es rocosa o cuando tiene rocas y grietas.

Puede ser necesario modificar la longitud de la barrera después de desplegarla. Esto puede ser difícil de llevar a cabo desde un barco, especialmente cuando hay corrientes y vientos fuertes o temperaturas bajas, ya que grilletes o pernos flojos, u otras piezas o herramientas sueltas pueden caer al agua. Es común no poder cambiar la longitud de una barrera desplegada en el agua. En este caso, será necesario recogerla, reconfigurarla y desplegarla nuevamente.

A continuación, se muestran algunos ejemplos en los que se puede configurar la barrera<sup>5</sup>:

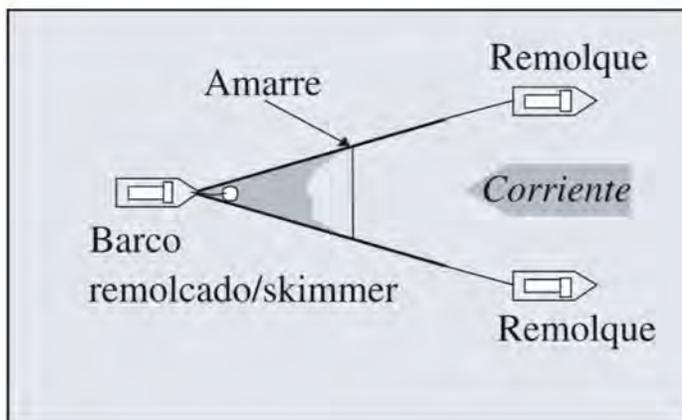
### Configuración en U

Dos embarcaciones pueden remolcar una barrera en forma de U dejándose llevar por la corriente aguas abajo, manteniéndose en posición estacionaria, o avanzando aguas arriba hacia la fuente del derrame



### Configuración en V

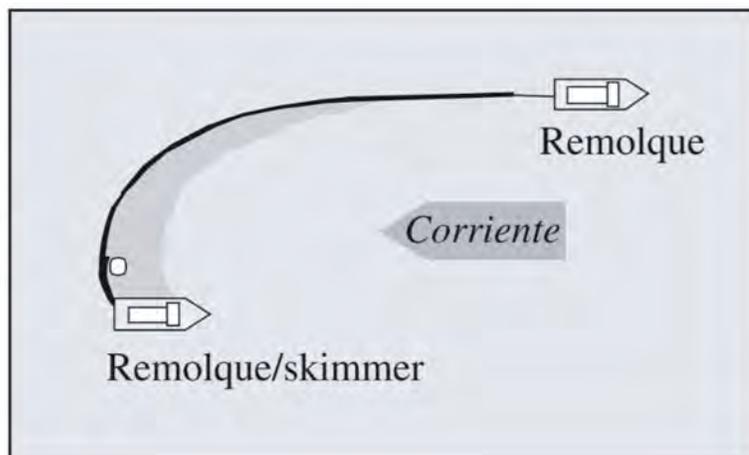
La barrera se puede desplegar en forma de V, utilizando tres embarcaciones y un "skimmer". Generalmente es necesario hacer un amarre para mantener la configuración en V.



<sup>5</sup> Tomado de: Manual de Campo para Respuesta a Derrames de Petróleo (2008). ExxonMobil Research and Engineering Company, Todos los derechos reservados, Impreso en los EEUU.

### Configuración en J

La barrera se puede configurar en forma de una J que desviará el petróleo hacia un "skimmer", permitiendo así la contención y recuperación simultáneas.



En caso de que ocurra algún derrame por hidrocarburos, durante alguna etapa del proyecto, se aplicarán barreras absorbentes para retirarlos del medio marino, por ejemplo, las que fabrica la marca CrunchOil (absorbentes de hidrocarburos):



## **PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA MARINA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Entre las acciones preventivas a desarrollar en el corto plazo está el diseño de procedimientos para el rescate de fauna marina que pudieran afectarse por actividades antrópicas. Del mismo modo, como resultado de situaciones ambientales extremas las especies se ven afectadas y se realizan acciones de rescate y liberación de organismos acuáticos, sin contar con protocolos adecuados para su manejo.

El ámbito de la aplicación de medidas preventivas y de mitigación se plantea el traslado de especímenes desde áreas afectadas negativamente hacia sitios de características naturales similares al hábitat de origen. Debido a que esta acción ha sido realizada de manera inorgánica y a veces con poca base técnica, es importante que, sobre la base de conocimiento científico de las especies, se diseñen procedimientos fundados técnicamente que sean de conocimiento de todos los sectores con el fin de facilitar la orientación para la ejecución de estas actividades. Esta línea de acción es comúnmente aplicada a invertebrados acuáticos y peces.

El estudio de la fauna rescatada y sus necesidades de manejo han evolucionado en gran medida en algunos países, que incluso cuentan con varios centros de rescate algunos de ellos especializados en ciertos grupos taxonómicos. Esta actividad ha generado no solamente el interés de nuevos profesionales de diversas áreas relacionadas y no relacionadas con el manejo biológico de los animales, sino también de la opinión pública, la cual en algunos países y sectores se encuentra bien informada sobre esta actividad.

De acuerdo con Drews (2003), el rescate de fauna silvestre se refiere a la atención de las necesidades de los animales silvestres que por circunstancias de origen humano han visto comprometidas sus opciones de libertad y supervivencia en su hábitat de origen.

El rescate de fauna no es una actividad nueva y ha venido evolucionando constantemente desde hace algo más de una década gracias al aporte de profesionales interesados en el tema debido a la necesidad de manejar, en algunos casos, grandes volúmenes de animales recuperados y con necesidades urgentes de tratamiento y disposición.

Este programa surge ante la necesidad de contar con disposiciones precisas y estandarizadas para la manipulación de especies nativas de invertebrados y peces, presentes en el sitio del proyecto.

## **2. OBJETIVO GENERAL**

Proporcionar información adecuada y procedimientos apropiados para las distintas clases de organismos acuáticos que pudieran verse afectados con el desarrollo del proyecto o que peligre su integridad o supervivencia por la construcción de infraestructura que altere su hábitat de origen, como es el caso del proyecto en cuestión; a través de procedimientos para el rescate, reubicación y liberación de especies marinas presentes en el sitio de aprovechamiento.

## **3. GENERALIDADES**

A continuación, se describen los dos grandes grupos de fauna marina, sobre los cuales estará enfocado este manual, de acuerdo con la caracterización de diversidad biológica realizado en el sitio del proyecto.

### **3.1. Invertebrados**

Los invertebrados representan más del 80 por ciento de las especies conocidas, siendo los artrópodos el grupo más numeroso, seguido por los moluscos. Hay aproximadamente un millón y medio de especies descritas y se cree que este número representa sólo el 5% de las especies con las que actualmente compartimos el planeta. Durante siglos, los naturalistas se han interesado en ordenar esta diversidad y, al hacerlo, surgió un patrón jerárquico como norma de la clasificación biológica, agrupando las especies en géneros, familias, órdenes, phyla, reinos y dominios. A pesar de eso, aún sigue en uso términos más generales tales como invertebrados, agrupando una amplia porción de los seres vivos que se caracterizan por no poseer esqueleto vertebrado. En los ambientes acuáticos se puede distinguir organismos planctónicos, bentónicos y nectónicos en función a su distribución en el ecosistema. De estos organismos, los más afectados por acciones antropogénicas, ya sea emergencias ambientales o de infraestructura serán los bentónicos por escasa incapacidad de desplazamiento. Esto es especialmente importante en el caso de invertebrados, los cuales en muchos casos no tienen un valor comercial evidente, no

siempre se conoce su función ecológica ni presentan especies emblemáticas, por lo que es fundamental el conocimiento de ellos para una acción sustentable.

### **Grupos de invertebrados de interés en la aplicación del presente programa:**

- **Poríferos (esponjas)**, viven fijos o inmóviles en el fondo del mar, poseen larvas planctónicas. Su cuerpo tiene forma de saco, y está atravesado por poros, a través de los cuales penetra el agua con las sustancias nutritivas microscópicas, además de tener uno o más orificios mayores por donde sale el agua llamados ósculos.
- **Anélidos (gusanos)**, presentan simetría bilateral y un cuerpo segmentado, alargado, blando y cilíndrico, carecen de apéndices articulados. En el medio marino la mayoría son poliquetos.
- **Moluscos (caracoles, bivalvos, pulpos)**. Fundamentalmente acuáticos. Todos poseen un plan estructural común: cuerpo blando, pie muscular y manto. Con variados hábitos alimenticios. Comprenden las Clases Amphineura (quitones), Gastropoda (caracoles, lapas), Lamelibranquia (almejas, machas, mitílidos, ostiones) y Cefalopoda (pulpos, calamares, jibias).
- **Equinodermos (estrellas, erizos, pepinos)**, poseen simetría radial y son exclusivos de ambientes marinos. Larvas ciliadas de vida libre. Sexos separados.
- **Artrópodos (crustáceos)**, poseen cuerpo segmentado, con apéndices, antenas, patas u otros órganos. Poseen caparazón o exoesqueleto. La mayor parte de los crustáceos son acuáticos y respiran por branquias.

### **3.2. Peces óseos**

Los peces óseos pertenecen a la Clase Osteichthyes, poseen esqueleto óseo, están recubiertos de escamas dérmicas de naturaleza calcárea, nadan con las aletas y respiran por branquias. Varias especies habitan en toda clase de aguas, dulces, salobres, calientes o frías. Algunos peces de agua dulce y algunas especies marinas se alimentan de vegetación acuática y engullen los materiales del fondo que contienen algas y pequeños invertebrados, pero la mayor parte de los peces son depredadores carnívoros, se alimentan de invertebrados acuáticos u otros peces, y algunos capturan ocasionalmente aves o

mamíferos, ciertas especies son parásitos. Los peces, aparentemente, son muy semejantes en sus formas. Sin embargo, una observación cuidadosa de sus principales estructuras externas e internas revelan diferencias en su morfología. Aunque entre los peces existe una gran variedad de formas según su clasificación, la mayoría suele tener cuerpo fusiforme (alargado y más delgado en sus extremos).

### 3.3. Peces cartilaginosos

Los condriictios (del griego χονδρος khóndros, "cartílago" y ιχθύς ikthýs, "pez") son una clase de vertebrados acuáticos conocidos como peces cartilaginosos, denominación que hace referencia a que su esqueleto es de cartílago. Esta clase incluye a las subclases elasmobranquios (tiburones, rayas) y holocéfalos (quimeras).

Entre los rasgos primitivos destaca su anatomía básica. Entre los rasgos evolucionados destacan dos: la suspensión y estructura de las aletas y la estructura y composición de las mandíbulas y dentición. Otro rasgo muy avanzado es su sistema inmunitario. Los dientes no están fusionados a la mandíbula y los van reemplazando por otros nuevos de forma continua, rápida y en serie gracias a una cavidad que tienen a lo largo del borde de la mandíbula. Esto les permite tener siempre dientes nuevos frente a aquellos que se van rompiendo, desgastando y desprendiendo. Existen dientes aserrados, con función cortadora; dientes afilados, con función agarradora y dientes planos (en muchas rayas) para moler el alimento. Nadan ayudados por aletas y respiran a través de branquias durante toda su vida. Éstas están expuestas al exterior directamente a través de 5 ó 7 hendiduras branquiales en el caso de rayas y tiburones, y una exclusivamente en las quimeras.

Difieren de otros peces en poseer esqueleto formado principalmente por cartílago y no por hueso. Carecen de opérculo y vejiga natatoria. La falta de esta última les obliga a nadar constantemente o posarse en el fondo (como hacen algunas rayas y tiburones), sin poder mantener una posición estática en la columna de agua.

## 4. MÉTODOS DE RESCATE

Considerando que el desarrollo del proyecto se ha propuesto por avance controlado con confinamiento, a continuación, se describen las principales técnicas de rescate que se ejecutarán para la salvaguarda de los ejemplares involucrados.

#### 4.1. Captura manual

Esta técnica consiste en la recolecta manual de ejemplares pertenecientes a especies de lento desplazamiento, principalmente de invertebrados como erizos, estrellas de mar, gasterópodos, y algunos peces de hábitos bentónicos como los lenguados y rayas.

La técnica será aplicada por un equipo de tres personas, dos de las cuales se dedicarán a la búsqueda y rescate de ejemplares de lento desplazamiento mediante buceo autónomo, y una persona se encargará de almacenar a los ejemplares recolectados en baldes o redes para su reubicación.

Esta técnica siempre se llevará a cabo de manera previa al barrido con la red de arrastre, pues esta última puede afectar a las especies que viven en el fondo marino.



## 4.2. Redes de arrastre a pie

Una vez liberada la zona y determinada la ausencia de ejemplares bentónicos, se procederá con la aplicación de esta técnica dirigida principalmente al rescate de peces, debido a que se considera el mejor método de contención de estos organismos, considerando su rápido desplazamiento en la cortina de agua. La ventaja de este método es su efectividad, ya que con él se puede obtener casi la totalidad de los peces presentes en un área determinada.

El equipo de rescate estará integrado por 6 personas, una que llevará el equipo de pesca, cuatro personas que manipularán la red; y otra persona que llevará un balde con agua donde se almacenen los peces atrapados.

La red de arrastre a pie es un tipo de red de pesca cuya invención tuvo por objeto pescar en las orillas del mar sin embarcación, usándola dos o más pescadores, a cuyo efecto se meten en el agua hasta el pecho para tirar de ella y rastrear o barrer las playas arenosas que lo permiten.

La red constará de bandas y copo a imitación del boliche, pero el total de su largo no excederá de los 12 metros, que corresponde a la sección de trabajo por confinamiento: el ancho de las bandas será de un metro y el copo, de la misma dimensión en sencillo. Con la diferencia de que la malla será de a pulgada en cuadro y de media la del copo, como se ejemplifica en la siguiente imagen.



[http://www.recuperaciondelriosegura.org/pdf/Prot\\_gest\\_fauna\\_acuatica\\_taxon.pdf](http://www.recuperaciondelriosegura.org/pdf/Prot_gest_fauna_acuatica_taxon.pdf)

Esta técnica sólo es factible de aplicarse a una profundidad no mayor de 1.5 metros, por lo que se utilizará en las partes bajas del área de estudio.

### 4.3. Trampas minnow y nasas

Una vez hecho el barrido de la zona de trabajo, se procederá a instalar la malla geotextil para confinar el área. Posteriormente se colocarán tramas "minnow" y "nasas" al interior del área confinada, con el objeto de rescatar ejemplares de menor tamaño que hayan escapado a la malla de arrastre, o que, en su caso, se hayan escabullido a la zona durante la instalación de la malla geotextil. En las siguientes imágenes se ejemplifican algunos modelos de estas trampas.



Minnow



Nasas

Las trampas de este tipo sirven tanto para peces como para invertebrados, por lo que resultan eficientes para los grupos faunísticos de interés en el presente manual.

Como parte del procedimiento de rescate, se colocará carnada dentro de las trampas, y se introducirán en el agua por un período de 12 horas, con revisiones periódicas cada 2 horas. En caso de detectar individuos capturados, estos serán reubicados de forma inmediata.

Pasado el período de 12 horas de estancia de las trampas, se procederá a retirarlas del sitio y será hasta ese momento cuando se dé inicio con la construcción de la sección de la obra que corresponda.

## 5. MANEJO Y TRASLADO DE LOS EJEMPLARES RESCATADOS

Las acciones de manejo que se aplicarán sobre los ejemplares rescatados hasta el sitio de liberación se indican en los siguientes incisos:

- a) Los ejemplares capturados mediante las distintas metodologías se depositan inicialmente en baldes o contenedores de plástico con agujeros, de tal modo que el balde quede parcialmente sumergido en el agua, permitiendo el paso del agua a través de los agujeros para una correcta oxigenación.
- b) Los ejemplares deberán ser identificados a nivel de especie, clasificados y separados en función de su comportamiento depredador-presa. La identificación se realizará *in situ* mediante la observación de caracteres morfológicos externos.
- c) El traslado se realizará en forma casi inmediata, en contenedores con agua fresca y oxigenada, con una tasa de carga o capacidad de transporte evaluada en función del tamaño de los ejemplares. Se utilizará agua del mismo sitio para llenar los contenedores, siempre y cuando no presente un exceso de sedimentos o sólidos en suspensión.
- d) Deberá revisarse en forma periódica el estado de los ejemplares que estén siendo trasladados.
- e) El traslado debe realizarse el mismo día de la colecta, para reducir el tiempo de permanencia de los ejemplares en los contenedores.
- f) Para evitar intoxicaciones accidentales durante la manipulación de ejemplares, los encargados de la colecta de los ejemplares usarán guantes de buceo y el vestuario adecuado para su protección; al igual que el personal encargado del depósito de los ejemplares en los contenedores

## 6. LIBERACIÓN DE LOS EJEMPLARES RESCATADOS

Se debe tener en cuenta ciertos temas para liberar a los ejemplares, tales como:

- Grado de similitud al ambiente original del rescate: descripción y caracterización del ambiente.
- Información biológica del sitio de liberación: establecer una línea de base faunística del sitio.
- Distancia relativa al sitio de captura.
- Grado de influencia del proyecto en el sitio de liberación.
- Grado de influencia de otras actividades en el sitio de liberación (e. g., si el sitio es un área protegida o si está controlado el acceso, entre otros).
- Grado de mejoramiento de las condiciones para aumentar la probabilidad de colonización de los ejemplares trasladados (e. g. presencia de cursos de agua permanentes, impedimento o control de ingreso a visitantes no deseados, impedimento o control para el ingreso de especies introducidas, otros).
- Condiciones espaciales de liberación: si todos los ejemplares fueron liberados en el mismo lugar o en varios sectores distintos, para evitar la sobre concentración poblacional.

En el caso particular del proyecto en cuestión, dado su nivel de incidencia en el ambiente, principalmente de tipo puntual, se optará por liberar a los ejemplares rescatados, en la misma zona en la que se insertarán las obras y actividades proyectadas, pero a una distancia de 50 metros con respecto a esta, con el objeto de evitar el retorno inmediato de los ejemplares rescatados hacia la zona de desplante, lo que dará el tiempo suficiente para instalar la malla geotextil que actuará como barrera confinando la zona de aprovechamiento, y evitando que los ejemplares liberados se introduzcan en el sitio de trabajo.

El sitio elegido, cumple con los criterios de selección antes mencionados, toda vez que posee las mismas características de velocidad de corrientes, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de hábitats, que el sitio de aprovechamiento, por ubicarse en la misma zona.

Adicionalmente, el sitio ya ha sido caracterizado biológicamente, encontrando el mismo ecosistema tanto en la zona de aprovechamiento, como en la zona de liberación propuesta.

Considerando que el proyecto será de tipo puntual, y dado que se confinará cada sección de trabajo, es posible el retorno de los ejemplares rescatados, sin que se vea comprometida su existencia por el desarrollo de las obras.



## CAPÍTULO 7

# PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

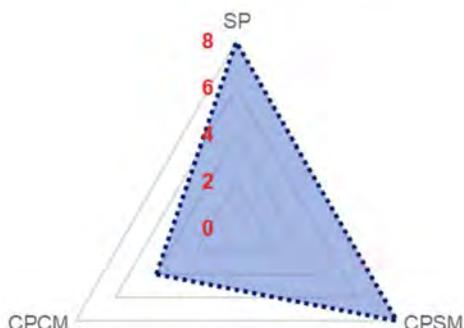
**FRACCIÓN VI** DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

El objetivo de este capítulo es presentar una predicción del comportamiento que tendrá el ambiente en un espacio y tiempo determinados. Un pronóstico, en el plano ambiental, es la predicción de lo que sucederá con un impacto determinado dentro del marco de un conjunto dado de condiciones.

Para el desarrollo de este capítulo se ha optado por describir las condiciones ambientales esperadas bajo tres posibles escenarios, a saber: 1) comportamiento del medio sin el proyecto; 2) comportamiento del medio con el proyecto, pero sin la aplicación de las medidas propuestas en el capítulo 7; y 3) comportamiento del medio con el proyecto y con la aplicación de las medidas propuestas en el capítulo 6. Finalmente se realizará una valoración y análisis comparativo de los tres escenarios descritos, a fin de poder dar un diagnóstico integral, considerando todos los posibles efectos ambientales que tendrá el proyecto, y demostrar como éste propone evitar que se generen, o en su caso, que se reduzcan en magnitud.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	CONTAMINACIÓN DEL MEDIO MARINO
<b>Sin proyecto</b>	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos principalmente, dado que la zona es utilizada para actividades de turismo náutico, snorkel y natación, lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio por no llevarse a cabo un manejo adecuado de estos. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos principalmente, dado que la zona es utilizada para actividades de turismo náutico, snorkel y natación, lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio por no llevarse a cabo un manejo adecuado de estos. El volumen de residuos sin manejo incrementa con el desarrollo del proyecto, ocasionando un problema de contaminación fuera de lo habitual.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos principalmente, dado que la zona es utilizada para actividades de turismo náutico, snorkel y natación, lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio por no llevarse a cabo un manejo adecuado de estos. El volumen de residuos se incrementa con el desarrollo del proyecto, sin embargo, el proyecto lleva a cabo un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los mismos, por lo que no contribuye a la problemática actual detectada en el área de influencia, ni incrementa el nivel del impacto por efectos acumulativos.

MAGNITUD DEL IMPACTO



Conforme al análisis previo, se observa que el impacto ambiental se comporta de la misma forma en cuanto a nivel de incidencia y magnitud, sin el proyecto y con el proyecto, pero sin las medidas de prevención; por lo tanto, resulta indispensable ejecutar el plan de manejo de residuos, la instalación de contenedores con tapa, la malla geotextil y los sanitarios, toda vez que reducen de manera significativa el nivel de incidencia y magnitud del impacto.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT DE FAUNA MARINA
<b>Sin proyecto</b>	Actualmente el hábitat marino se encuentra perturbado debido a la afluencia bañistas que día a día acuden a la zona para actividades de turismo náutico y natación; sin embargo, se mantiene en buen estado de conservación, sin evidencias de contaminación, de tal modo que el hábitat disponible se hace extensivo.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	Actualmente el hábitat marino se encuentra perturbado debido a la afluencia bañistas que día a día acuden a la zona para actividades de turismo náutico y natación; sin embargo, con la implementación del proyecto puede ocurrir contaminación del medio marino, afectando el hábitat disponible; así mismo, se pueden perder nichos ecológicos debido a una falta de control de la zona de desplante, es decir, se pueden afectar áreas adicionales a las autorizadas.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	Actualmente el hábitat marino se encuentra perturbado debido a la afluencia bañistas que día a día acuden a la zona para actividades de turismo náutico y natación; sin embargo, con la implementación del proyecto puede ocurrir contaminación del medio marino, que, en su caso, afectaría el grado de conservación del hábitat disponible; así mismo, se pueden perder nichos ecológicos debido a una falta de control de la zona de desplante, es decir, se pueden afectar áreas adicionales a las autorizadas.

### PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT DE FAUNA MARINA
	<p>Ante tal panorama, se ha optado por ejecutar un plan de manejo de residuos para evitar la contaminación del hábitat disponible; así como la instalación de una malla geotextil para evitar la dispersión de sedimentos y confinar el área de trabajo. También se contempla la ejecución de un manual para atención de contingencias por derrames; así como la instalación de letreros para advertir sobre el compromiso que se ha adquirido para conservar el medio ambiente y sus recursos presentes.</p> <p>No se omite señalar que la obra misma podrá ofrecer nuevos nichos ecológicos para organismos sésiles.</p>



Conforme al análisis previo, se observa que el impacto ambiental se comporta de la misma forma en cuanto a nivel de incidencia y magnitud, sin el proyecto y con el proyecto aplicando las medidas de prevención y mitigación propuestas; por lo tanto, resulta indispensable ejecutarlas en la etapa que corresponda, ya que en caso contrario el nivel del impacto se duplica.

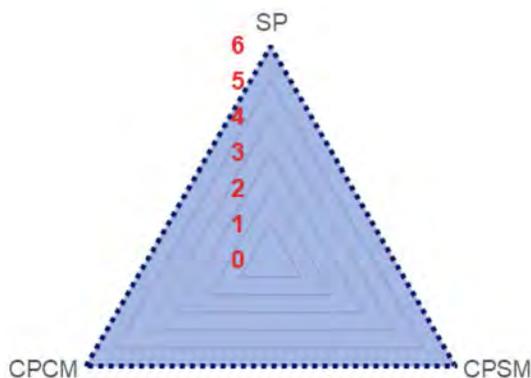
### PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	REDUCCIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE
<b>Sin proyecto</b>	<p>En las cercanías del sitio del proyecto existen otros desarrollos turísticos en operación, por lo que el paisaje en la zona terminará siendo netamente turístico y antrópico, sin embargo, los elementos naturales en el medio marino no pierden su importancia como parte de la calidad visual del paisaje, dada la extensión de la masa de agua.</p>

### PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	REDUCCIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	En las cercanías del sitio del proyecto existen otros desarrollos turísticos en operación, por lo que el paisaje en la zona termina siendo netamente turístico y antrópico, sin embargo, el proyecto agrega un elemento adicional de perturbación afectando la calidad visual del paisaje dentro del medio marino, que termina por ser absorbido, dado que actualmente existe infraestructura costera marina en el sistema ambiental, que previamente han afectado la calidad visual del paisaje.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	En las cercanías del sitio del proyecto existen otros desarrollos turísticos en operación, por lo que el paisaje en la zona terminará siendo netamente turístico y antrópico, sin embargo, el proyecto agrega un elemento adicional de perturbación afectando la calidad visual del paisaje dentro del medio marino, que termina por ser absorbido, dado que actualmente existe infraestructura costera marina en el sistema ambiental, que previamente han afectado la calidad visual del paisaje.

#### MAGNITUD DEL IMPACTO



Conforme al análisis previo, se observa que el impacto ambiental se comporta de la misma forma en cuanto a nivel de incidencia y magnitud, sin el proyecto y con el proyecto aplicando o no las medidas de prevención y mitigación propuestas, toda vez que el paisaje tiene una capacidad de absorción moderada, que contribuye a mitigar el efecto del impacto.

### PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	DESPLAZAMIENTO DE FAUNA MARINA
<b>Sin proyecto</b>	El desplazamiento de fauna marina ocurre cuando la zona es ocupada por bañistas, debido a la perturbación del hábitat que se genera. Esto ocurre sin la implementación del proyecto.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	El desplazamiento de fauna marina ocurre cuando la zona es ocupada por bañistas, debido a la perturbación del hábitat que se genera. Con la ejecución del proyecto el impacto se incrementa en la zona, dado que no existe un control ni supervisión de los trabajos que se realizan; incluso puede haber mortandad de organismos durante el proceso constructivo.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	El desplazamiento de fauna marina ocurre cuando la zona es ocupada por bañistas, debido a la perturbación del hábitat que se genera. Con la ejecución del proyecto el impacto se reduce, dado que existe un control y supervisión de los trabajos que se realizan; se instala una malla geotextil que confina el área de trabajo y se realiza el rescate y reubicación de fauna marina.  No obstante, durante la operación de la playa recuperada, los usuarios generarán perturbación en el medio marino, lo que sigue dando pie a que el impacto se manifieste; sin embargo, la magnitud del impacto se minimiza con la instalación de letreros y supervisión del proyecto.



Conforme al análisis previo, se observa que el impacto ambiental se comporta de la misma forma en cuanto a nivel de incidencia y magnitud, sin el proyecto y con el proyecto aplicando las medidas de prevención y mitigación propuestas, por lo tanto, resulta indispensable ejecutar el rescate de fauna marina de lento desplazamiento, la instalación de la malla geotextil, la instalación de letreros y la ejecución del manual de atención a contingencias por derrames; de lo contrario el nivel del impacto se incrementaría fuera de lo previsto.

## PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE
<b>Sin proyecto</b>	Actualmente en las inmediaciones del sitio del proyecto se generan emisiones a la atmósfera debido al tránsito vehicular que acontece a través de las diferentes arterias viales de la zona, dado que se trata de una zona con actividad de turística náutico. Esto ocurre sin la existencia del proyecto.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	Actualmente en las inmediaciones del sitio del proyecto se generan emisiones a la atmósfera debido al tránsito vehicular que acontece a través de las diferentes arterias viales de la zona, dado que se trata de una zona con actividad de turística náutico; sin embargo, durante la operación del proyecto se realizan maniobras y acciones durante el uso de maquinaria y equipo, que incrementan el nivel de emisiones.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	Actualmente en las inmediaciones del sitio del proyecto se generan emisiones a la atmósfera debido al tránsito vehicular que acontece a través de las diferentes arterias viales de la zona, dado que se trata de una zona con actividad de turística náutico. Con la operación del proyecto, las emisiones aumentan con el uso de equipo y maquinaria; sin embargo, durante la operación del proyecto ejecutará un programa de vigilancia y seguimiento ambiental para verificar que la maquinaria y equipo cuente con los mantenimientos preventivos adecuados que ayuden a minimizar la emisión de gases.

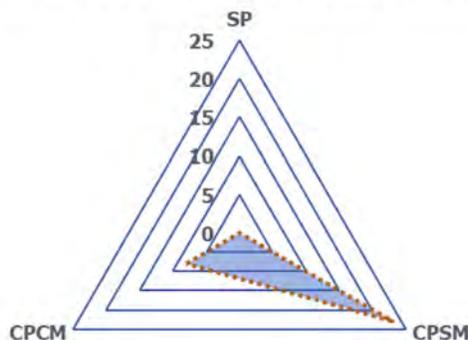


Conforme al análisis previo observamos que la mejor manera de reducir el nivel de incidencia del impacto sobre el medio es mantener en buen estado mecánico la maquinaria y el equipo, lo que permite que el impacto reduzca su magnitud pasando a un impacto bajo o nulo; ya que, sin la aplicación de las medidas propuestas el nivel del impacto se incrementará por encima de la problemática detectada.

### PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	CONTAMINACIÓN DE LA PLAYA POR DISPERSIÓN DE RESIDUOS
<b>Sin proyecto</b>	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos, dado que la zona de playa es transitada constantemente lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio y dispersados hacia la playa por no llevarse a cabo un manejo adecuado. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos, dado que la zona de playa es transitada constantemente lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio y dispersados hacia la playa por no llevarse a cabo un manejo adecuado. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto. El volumen de residuos sin manejo incrementa con el desarrollo del proyecto, ocasionando un problema de contaminación más elevado que el actual.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos, dado que la zona de playa es transitada constantemente lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio y dispersados hacia la playa por no llevarse a cabo un manejo adecuado. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto. El volumen de residuos se incrementa con el desarrollo del proyecto, sin embargo, el proyecto implementa un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los mismos, por lo que no contribuye a la problemática actual detectada en el área de influencia, ni incrementa el nivel del impacto por efectos acumulativos.

NIVEL DE INCIDENCIA DEL IMPACTO

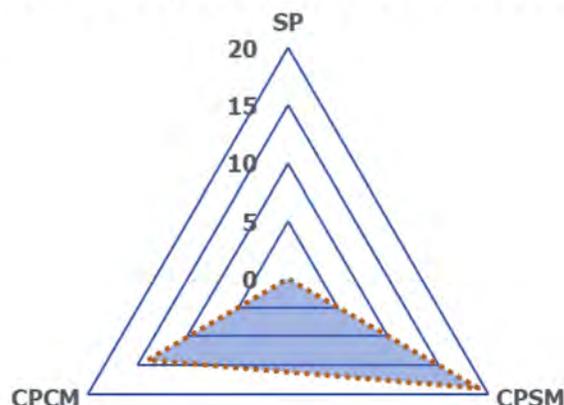


De acuerdo con los pronósticos para este impacto, se determina que su nivel de incidencia en el medio se reduce con la ejecución de las medidas propuestas, quedando por debajo del valor mínimo para un impacto bajo, es decir, se reduce a un nivel de incidencia casi imperceptible, ya que la correcta ejecución de las medidas propuestas deja nulos sus efectos sobre la zona de playa (ZOFEMAT).

## PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	CONTAMINACIÓN POR RUIDO
<b>Sin proyecto</b>	Actualmente ocurre la generación de ruido, dado que la zona es transitada constantemente por la intensa actividad turística de la zona y dado que colinda con otros desarrollos turísticos en operación. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	Actualmente ocurre la generación de ruido, dado que la zona es transitada constantemente por la intensa actividad turística de la zona y dado que colinda con otros desarrollos turísticos en operación. Con el desarrollo del proyecto el nivel de ruido se incrementa, dado que no se respetan los decibeles permitidos, ni el horario diurno propuesto para el desarrollo de los trabajos proyectados.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	Actualmente ocurre la generación de ruido, dado que la zona es transitada constantemente por la intensa actividad turística de la zona y dado que colinda con otros desarrollos turísticos en operación. El proyecto genera ruido, pero en menor proporción, dentro de un horario permitido y dentro de los decibeles establecidos por la norma, de tal modo que el nivel del impacto no se incrementa con el desarrollo del proyecto.

### NIVEL DE INCIDENCIA DEL IMPACTO

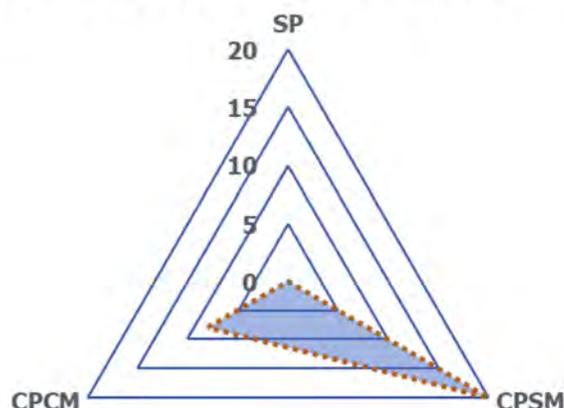


Los pronósticos indican que con el desarrollo del proyecto y sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación, y con la ausencia de este, el nivel de incidencia del impacto será similar en ambos casos; por lo que resulta indispensable ejecutar esas medidas para alcanzar un nivel bajo del impacto, conforme al pronóstico del escenario con el proyecto y la aplicación de medidas.

### PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	CONSTRUCCIÓN - SALUD
<b>Sin proyecto</b>	Actualmente no existe personal laborando al interior del sitio del proyecto, ni se generan elementos de riesgos a la salud.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	Con la construcción del proyecto, se presentan elementos de riesgo a la salud por la generación de residuos y materiales. Estos riesgos tienen incidencia en el personal de obra, al carecer de medidas de seguridad e higiene durante el desarrollo del proyecto.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	Con la construcción del proyecto, se presentan elementos de riesgo a la salud por la generación de residuos y materiales; sin embargo, se implementa un protocolo de seguridad e higiene que reduce esos riesgos y evita que incidan en el personal durante el desarrollo del proyecto.

### NIVEL DE INCIDENCIA DEL IMPACTO

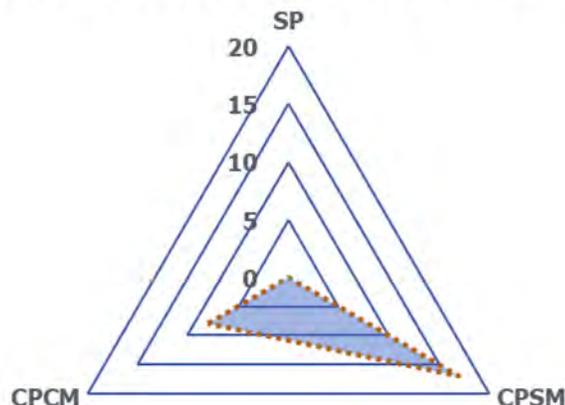


Los pronósticos indican que con el desarrollo del proyecto y con la ausencia de este, el nivel de incidencia del impacto es idéntica dentro de la categoría baja mientras que, con el desarrollo del proyecto, pero sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación, el nivel de incidencia se incrementa; por lo que resulta indispensable ejecutar esas medidas para alcanzar un nivel bajo del impacto conforme al pronóstico del escenario con el proyecto y la aplicación de medidas.

### PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	CONSTRUCCIÓN - SEGURIDAD
<b>Sin proyecto</b>	Actualmente no existe personal laborando al interior del sitio del proyecto, ni se generan elementos de riesgo que pongan en peligro la seguridad de alguna persona.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	Con la construcción del proyecto, se presentan elementos de riesgo que pueden afectar la seguridad del personal en la obra. Estos riesgos tienen incidencia en el personal de obra, al carecer de medidas de seguridad e higiene durante el desarrollo del proyecto.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	Con la construcción del proyecto, se presentan elementos de riesgo que pueden afectar la seguridad del personal en la obra; sin embargo, se implementa un protocolo de seguridad e higiene que reduce esos riesgos y evita que incidan en el personal durante el desarrollo del proyecto.

### NIVEL DE INCIDENCIA DEL IMPACTO

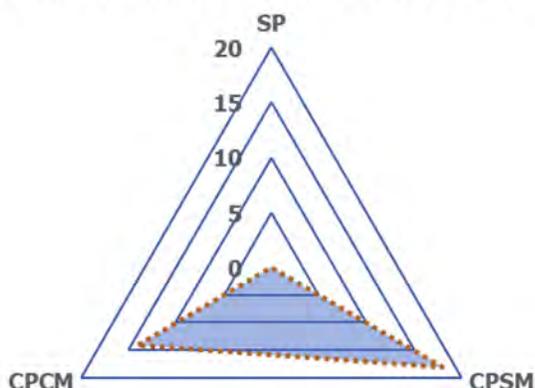


Los pronósticos indican que con el desarrollo del proyecto y con la ausencia de este, el nivel de incidencia del impacto es idéntica dentro de la categoría baja mientras que, con el desarrollo del proyecto, pero sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación, el nivel de incidencia se incrementa; por lo que resulta indispensable ejecutar esas medidas para alcanzar un nivel bajo del impacto conforme al pronóstico del escenario con el proyecto y la aplicación de medidas.

### PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	PÉRDIDA DEL HÁBITAT (COLUMNA DE AGUA)
<b>Sin proyecto</b>	El sitio sin el proyecto mantendría sus condiciones naturales actuales, por lo que su estructura y composición no se verían alterados. Las especies presentes continuarían su proceso natural de regeneración, manteniéndose los nichos ecológicos que actúan como hábitat de fauna marina.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	Sin la supervisión de la superficie de aprovechamiento, sin la aplicación de la malla geotextil, letreros y otras medidas, se remueve un alto porcentaje del hábitat disponible para la fauna marina. Sin un control del desplante y sin un rescate, se pierden todo el germoplasma de las especies de fauna marina presentes, particularmente las especies de lento desplazamiento.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	Se lleva a cabo una estricta supervisión del desplante, y con la aplicación de malla geotextil para delimitar las áreas de aprovechamiento, la pérdida del hábitat sólo ocurre dentro del área de aprovechamiento proyectada. El desplante es gradual y controlado, y se lleva a cabo un rescate de fauna marina previo a su ejecución, por lo que se recuperan especies de lento desplazamiento, salvaguardando el germoplasma de las especies presentes; y finalmente se respetan las áreas que continuarán ofreciendo hábitats naturales para la fauna marina del sitio.

#### NIVEL DE INCIDENCIA DEL IMPACTO

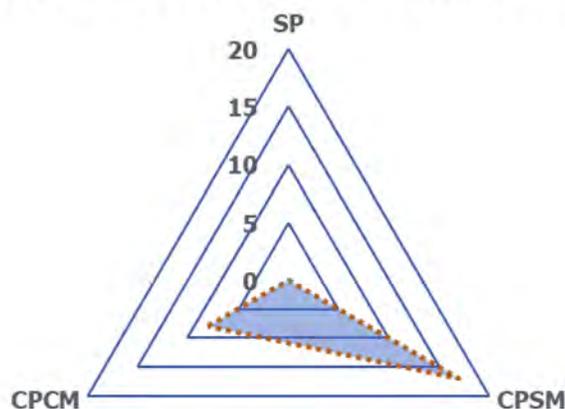


De acuerdo con el cálculo de valor de importancia, observamos que el impacto por la pérdida del hábitat tendrá un nivel de incidencia bajo con el proyecto, pero sin la ejecución de las medidas de mitigación propuestas. También observamos que con la aplicación de dichas medidas el nivel de significancia del impacto se mantiene en la categoría de impacto bajo, por lo que resulta indispensable su ejecución durante el desarrollo del proyecto.

### PRONÓSTICO AMBIENTAL

ESCENARIOS	COMPACTACIÓN DEL SUELO
<b>Sin proyecto</b>	Actualmente la compactación del suelo ocurre por el constante tránsito de turistas en la zona de playa, por el uso y disfrute de esta zona turística. Esto ocurre aún sin la construcción del proyecto.
<b>Con proyecto y sin medidas</b>	Actualmente la compactación del suelo ocurre por el constante tránsito de turistas en la zona de playa, por el uso y disfrute de esta zona turística. Con el uso de maquinaria la compactación del suelo se incrementa debido al peso de esta. No se lleva a cabo la supervisión ambiental del proyecto y la compactación ocurre fuera de los límites del área de aprovechamiento, alcanzando una mayor superficie de afectación.
<b>Con proyecto y con medidas</b>	Actualmente la compactación del suelo ocurre por el constante tránsito de turistas en la zona de playa, por el uso y disfrute de esta zona turística. Con el uso de maquinaria la compactación del suelo se incrementa debido al peso de esta, pero se lleva a cabo la supervisión ambiental del proyecto y la compactación ocurre dentro de los límites del área de aprovechamiento, reduciendo el efecto del impacto, de manera puntual.

### NIVEL DE INCIDENCIA DEL IMPACTO



Los pronósticos indican que con el desarrollo del proyecto el nivel de incidencia del impacto se incrementa, en comparación con la ausencia de este. Mientras que, con el desarrollo del proyecto, pero sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación, el nivel de incidencia se incrementa; por lo que resulta indispensable ejecutar esas medidas para alcanzar un nivel bajo del impacto conforme al pronóstico del escenario con el proyecto y la aplicación de medidas.



## CAPÍTULO 8

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

**FRACCIÓN VIII** DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL  
EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE  
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en la Manifestación de Impacto Ambiental se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, la cual se describe en los siguientes apartados:

## **8.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN**

Para la elaboración del presente estudio se utilizaron diversos equipos y materiales de última generación, para obtener resultados confiables y fidedignos, los cuales se enuncian a continuación:

### **8.1.1. Planos georreferenciados**

Para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran este estudio, se utilizaron los programas QGIS (3.28.2) y AutoCAD 2024; cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, de la República Mexicana. De igual manera se utilizaron los datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a escalas 1:1000000 y 1:250000.

### **8.1.2. Planos arquitectónicos**

Los planos arquitectónicos que ilustran las áreas de aprovechamiento del proyecto, así como el desplante de las obras, fueron realizados con base en el programa AutoCAD 2024.

### **8.1.3. Imágenes aéreas**

Las imágenes satelitales que integran este estudio fueron obtenidas de imágenes Landsat, Ortofotos y del programa Google Earth, con coordenadas proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana.

#### **8.1.4. Fotografías**

Las fotos que ilustran los textos descritos en el documento fueron tomadas a través de las siguientes cámaras digitales:

- Canon PowerShot SX70 HS
- GoPro Hero 12 Black
- Dron DJI mini 3 Pro.

#### **8.1.5. Imágenes gráficas**

Las imágenes que se presentan en algunos de los capítulos de este estudio (no imágenes satelitales, ni fotografías), fueron tomadas directamente de la red de internet.

#### **8.1.6. Coordenadas**

Todas las coordenadas presentadas en los diversos capítulos que integran el presente documento fueron recabadas a través de un geoposicionador satelital (GPS) de la marca Garmin, modelo 64s map. Las coordenadas se presentan con proyección en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS84, dentro de la Zona 16Q Norte, que corresponde a la República Mexicana.

### **8.2. BIBLIOGRAFÍA**

- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.



- Arellano Rodríguez, J. Alberto, J. Salvador Flores Guido, J. Tun Garrido y Ma. Mercedes Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.
- Diario Oficial de la Federación. 2013. Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012.
- Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.
- Diario Oficial de la Federación. 2012. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.
- Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Edición. Editorial Mundi-Prensa libros, S.A. 750 pp.
- Juan M. Torres, R. y Alejandro Guevara, S. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología.

- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx> .México).
- Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-011-CNA-2000. “Conservación del Recurso Agua – Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2014. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.
- Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. 2022. Programa de Desarrollo urbano del centro de Población de Cancún.
- Ricardo O, Russo. 2009. Guía práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Universidad Earth Unidad de carbono neutro.
- Rodríguez, P. y E. Vázquez-Domínguez. 2003. Escala y diversidad de especies. In: Monroe, J.J. y J. Llorente B. (eds.). Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 109-114 pp
- García-García, A., Ruíz-Méndez, M. V., & Lizárraga-Mendiola, L. (2015). Caracterización Geomorfológica de la Zona Costera de Cancún. *Revista de Geografía Norte Grande*, (61), 87-101.
- Ruíz-Méndez, M. V., García-García, A., & Lizárraga-Mendiola, L. (2019). Análisis de la Evolución Geomorfológica de la Zona Hotelera de Cancún, Quintana Roo. *Revista de Ciencias Ambientales*, 43(2), 121-135.
- Athié, G., Sánchez, A., & López, A. (2011). Variabilidad de la Corriente de Yucatán en el Mar Caribe Mexicano. *Oceanografía*, 12(2), 45-58.

- Molinari, R. L. (1971). The Climate of the Western Caribbean and Its Oceanography. *Journal of Marine Research*, 29(3), 181-191.
- INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

### **8.3. PÁGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS**

- <http://www.conabio.gob.mx>
- <http://www.conanp.gob.mx>
- <http://www.cronchoil.com>
- <http://www.inegi.gob.mx>
- <http://www.semarnat.gob.mx>
- <https://www.qroo.gob.mx/sema>