RESUMEN EJECUTIVO DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO:

CONTENCIÓN DE RESIDUOS Y PROTECCIÓN DE PLAYAS COSTA MAYA SANDS AND BEACH

PROMOVENTE:

FIDEICOMISO DE ADMINISTRACIÓN NO. 2538

SEPTIEMBRE 2025

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

I.1. NOMBRE DEL PROYECTO

Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach

I.2. UBICACION DEL PROYECTO

El proyecto "**Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach"** se pretende llevar a cabo en el área marina adyacente al predio del proyecto denominado comercialmente "Playa Penélope" ubicado en la Carretera Mahahual-Xcalac, kilómetro 17+212.46 al 20+041.42, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo (**Figura I_ 1**).

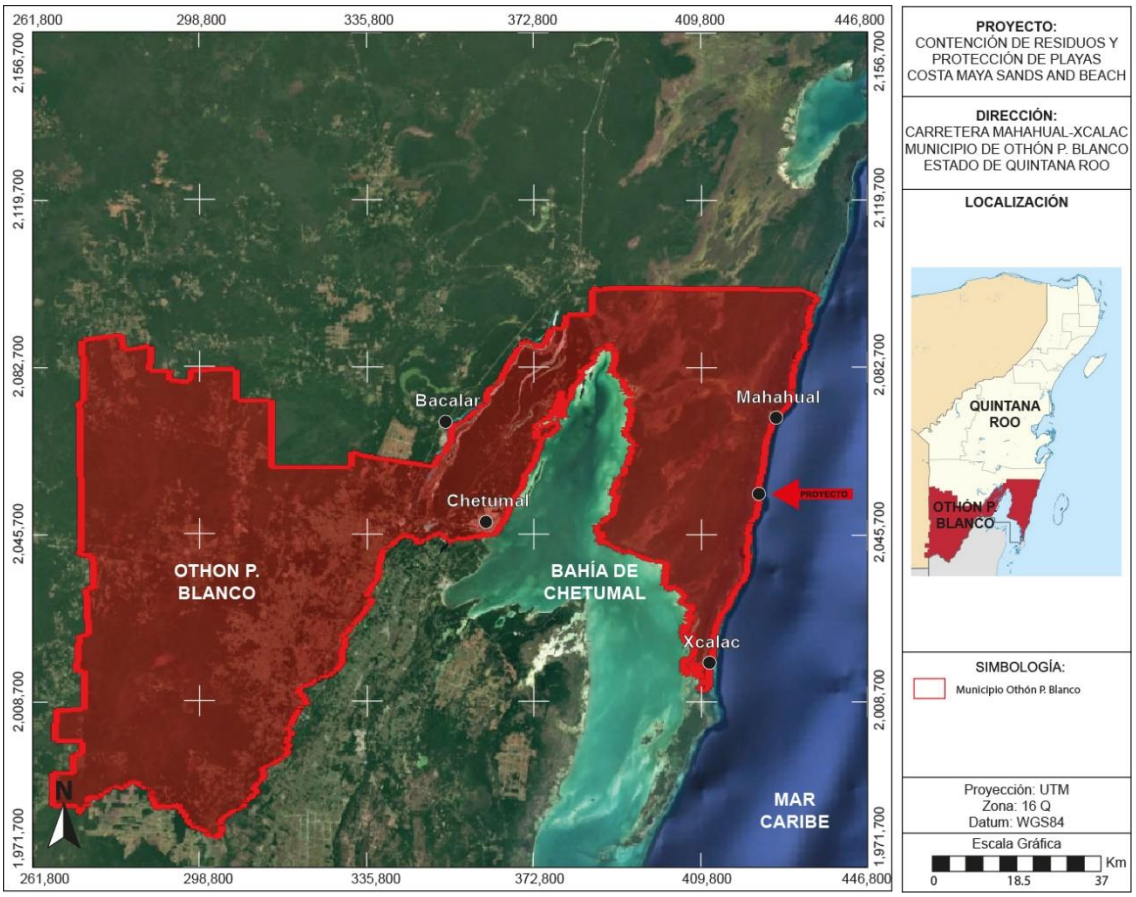


Figura I_ 1. Localización del proyecto en el Municipio de Othón P. Blanco.

El proyecto "**Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach"** sienta las bases técnicas para la preservación de los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto Costa Maya Sands and Beach que han sido afectados por (**Figura I_2**):

- **Altos volúmenes de contenidos de basura y desechos** que recalan constantemente en su frente de playa (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas lo que representa un grave daño al medio ambiente, a la fauna y a la salud humana.

- **Fuerte proceso de erosión costera** al que está sometido el predio y región por causas naturales. La erosión de las playas es la problemática más importante a la que las costas de Quintana Roo y Mahahual se enfrentan, ya que la inestabilidad en la línea de costa conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo cual repercute en la falta de hábitat para especies de flora y fauna, así como, un área transitable y aprovechable para los usuarios de la playa.

- **Altos volúmenes de la macroalga parda marina *Sargassum sp.*** que en años recientes se ha presentado el arribo masivo a las costas del Mar Caribe Mexicano, ocasionado problemas ambientales relacionados con el sector turístico, económico y de salud. El depósito de sargazo es un fenómeno de carácter regional, sin embargo, la Costa Maya (donde se localiza Mahahual y Xcalac) es la principal afectada de todo el Estado de Quintana Roo, por los volúmenes y frecuencia en la que se recibe el sargazo, ya que no es un tema estacional si no permanente durante todo el año.



Altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos



Fuerte proceso de erosión costera

Figura I_ 2. Problemática ambiental de la zona costera del sitio del proyecto.



Altos volúmenes de sargazo

Figura I_2. Problemática ambiental de la zona costera del sitio del proyecto.

El proyecto consiste en el desarrollo de obras y actividades que conforman un programa integral de preservación de los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto Costa Maya Sands and Beach, los cuales se han visto fuertemente afectados por efectos climáticos ajenos al proyecto; las obras y actividad propuestas se encuentran estructuradas de tal manera que se puedan controlar los impactos ambientales previamente descritos los cuales representan un daño grave al medio ambiente, a la fauna y a la salud humana, así como, se garantice no solo el cumplimiento de la normatividad ambiental, sino que garantice la permanencia de los recursos naturales y permita así, que estos sigan brindando los bienes y servicios ambientales que le caracterizan.

Con el objetivo de preservar los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto Costa Maya Sands and Beach y controlar los impactos ambientales que representan un daño grave al medio ambiente, a la fauna y a la salud humana, se considera el desarrollo de los siguientes componentes distribuidos en una superficie total de 20.60 Has delimitados por las coordenadas extremas UTM Datum WGS84 Zona 16 Norte presentadas en la **Tabla I_1 (Figura I_3):**

1. **Geotubo estabilizador de playa:** Instalación de un geotubo estabilizar de playa de 285 metros de largo por 12.8 metros de ancho, paralelo a la línea costa para mitigar el efecto del oleaje, así como, minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo. Estará fabricado a base de tubos de geotextil rellenos de arena la cual se obtendrá de la zona marina cercana mediante bomba sumergible y manguera.

2. **Colocación de barrera de contención de sargazo:** Colocación de dos secciones de malla de contención de sargazo en cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 70 metros de largo cada una para minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo.

3. **Conexión de la playa al geotubo estabilizar de playa:** Colocación de dos pasarelas de madera dura de la región a cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de

75 metros de largo por 1.5 metros de ancho para permitir el acceso desde la playa hacia el geotubo estabilizador de playa al personal de mantenimiento para recolectar los altos contenidos de residuos sólidos que se acumulen detrás del geotubo, así como, para dar mantenimiento a los tubos de geotextil.

4. **Recubrimiento con madera (Fase Posterior):** Colocación de una cubierta de madera dura de la región sobre el geotubo estabilizador de playa, de 285 metros de largo por 7.5 metros de ancho, con el objetivo de minimizar el intemperismo de los tubos de geotextil por la radiación solar y alargar su vida útil. El recubrimiento de madera se colocará posteriormente, una vez que se haya logrado minimizar el recale de residuos sólidos y sargazo al sitio del proyecto, así como, estabilización de la línea de costa.

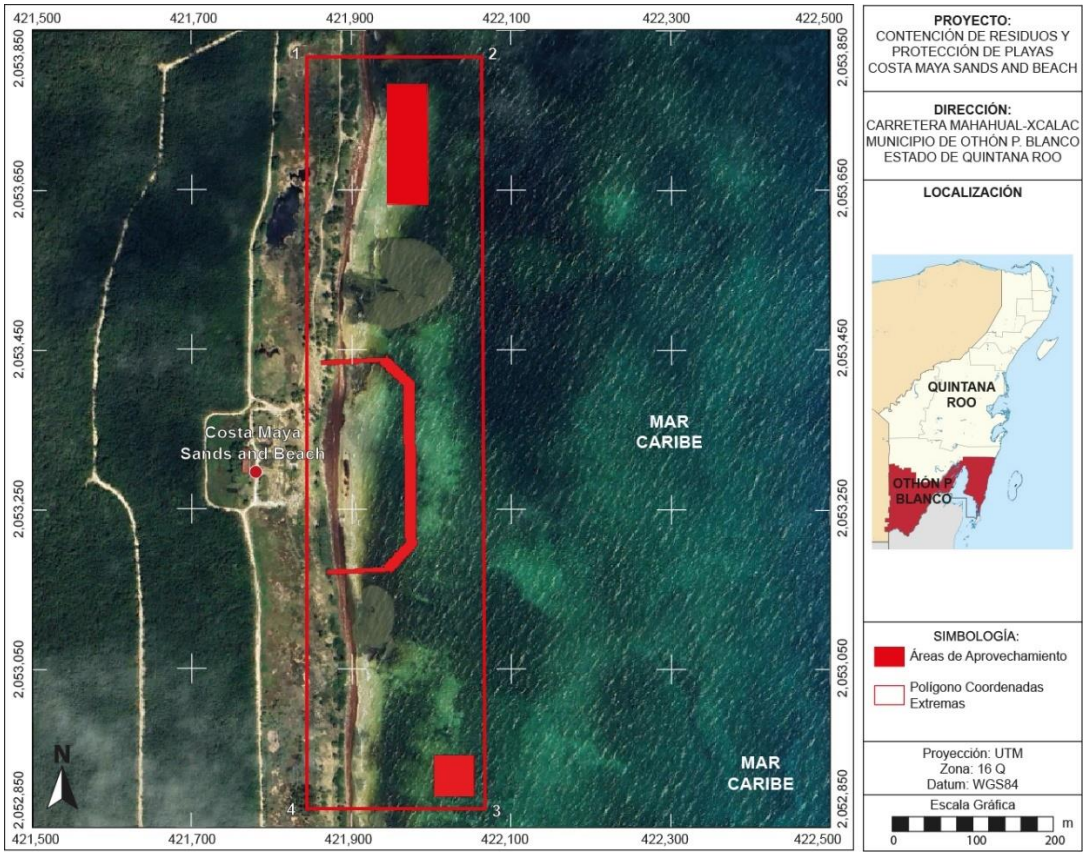


Figura I_ 3. Localización del proyecto y polígono de coordenadas extremas.

Tabla I_ 1. Coordenadas extremas en donde se pretende realizar el proyecto de Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach.

Coordenada	X	Y
1	421,845.92	2,053,816.80
2	422,064.85	2,053,816.80
3	422,064.85	2,052,875.86
4	421,845.92	2,052,875.86
SUPERFICIE: 206,001.18 m2 (20.60 Has)		

I.3. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

BANCO ACTINVER, SOCIEDAD ANÓNIMA, INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, GRUPO FINANCIERO ACTINVER, es Fiduciario en el Contrato de Fideicomiso de Administración Inmobiliaria y traslativo de dominio con derecho de reversión No. "2538" contenido en la Escritura Pública No. 6,153 expedida ante el Lic. Guillermo Rodríguez Campuzano, Titular de la Notaría Pública 107 en la Ciudad de Monterrey, Municipio de San Pedro Garza García, Nuevo León con fecha de 11 de mayo de 2016.

I.4. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.5. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto sienta las bases técnicas para la preservación de los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto Costa Maya Sands and Beach y consiste en una serie de obras y actividades de preservación costera estructuradas de tal manera que se puedan controlar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual puede derivar en una contingencia ambiental. De acuerdo con la Fracción VIII Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se define como contingencia ambiental la "***situación de riesgo***, *derivada de actividades humanas o* ***fenómenos naturales***, *que puede poner en peligro la* ***integridad de uno o varios ecosistemas***". Dichos residuos sólidos representan un daño grave a la salud humana, a la fauna y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio (**Figura II_1**).



Figura II_ 1. Panorámicas del recale masivo de residuos en la zona de playa del proyecto.



Figura II_ 1. Panorámicas del recale masivo de residuos en la zona de playa del proyecto.

Aunado a lo anterior, se pretende llevar a cabo la colocación de un geotubo estabilizador de playa paralelo a la costa a base de tubos de geotextil rellenos de arena con el objetivo de llevar a cabo la preservación de los ecosistemas e infraestructura costera del proyecto Costa Maya Sands and Beach ante la incidencia de los arribazones de residuos sólidos y fenómenos climáticos extremos, para garantizar su permanencia, y que sigan brindando los bienes y servicios ambientales que le caracterizan.

El terreno del proyecto Costa Maya Sands and Beach, se localiza en una zona de desarrollo económico y turístico, pero por su ubicación, es propenso al paso de tormentas extremas e inundaciones dado que cuenta con niveles topográficos bajos, lo que lo hace susceptible a la inundación durante eventos climáticos excepcionales. Esta baja elevación aumenta la exposición y vulnerabilidad del área ante posibles incrementos en los niveles de agua. Asimismo, la erosión de línea de costa del sitio del proyecto es inminente dado el incremento en la intensidad de eventos meteorológicos extremos.

La erosión de las playas es la problemática más importante a la que las costas de Quintana Roo y Mahahual se enfrentan, ya que la inestabilidad en la línea de costa conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo cual repercute en la falta de un área transitable y aprovechable para los usuarios de la playa asi como de hábitat para especies de flora y fauna (**Figura II_**).



Figura II_ 2. Panorámica del retroceso de la línea de costa en el sitio del proyecto.



Figura II_2. Panorámica del retroceso de la línea de costa en el sitio del proyecto.

Aunado a lo anterior, en años recientes se ha presentado el arribo masivo de una macroalga parda marina a las costas del Mar Caribe Mexicano, siendo dos especies las que están asociadas a este fenómeno: *Sargassum natans* y *S. fluitans*, las cuales han ocasionado problemas ambientales relacionados con el sector turístico, económico y de salud.

Los arribazones masivos de sargazo parecen deberse a una combinación de procesos que incluyen la eutrofización por la contaminación humana y los cambios en las condiciones oceánicas. La eutrofización se da, principalmente, por derrames del río Amazonas y África occidental, que proporciona un enriquecimiento de nutrientes para el sargazo, lo que le permite prosperar más de lo que lo haría en una condición de bajos nutrientes. Los cambios en las condiciones oceanográficas, como los cambios de temperatura en el océano, mejoran aún más las condiciones para que el sargazo florezca en el Mar Caribe. Se atribuye la causa inicial del flujo masivo de Sargassum a vientos extremos atípicos, los cuales desencadenan un punto de inflexión en el Mar de los Sargazos, trasladando grandes cantidades al Mar Caribe (**Figura II_ 3**).

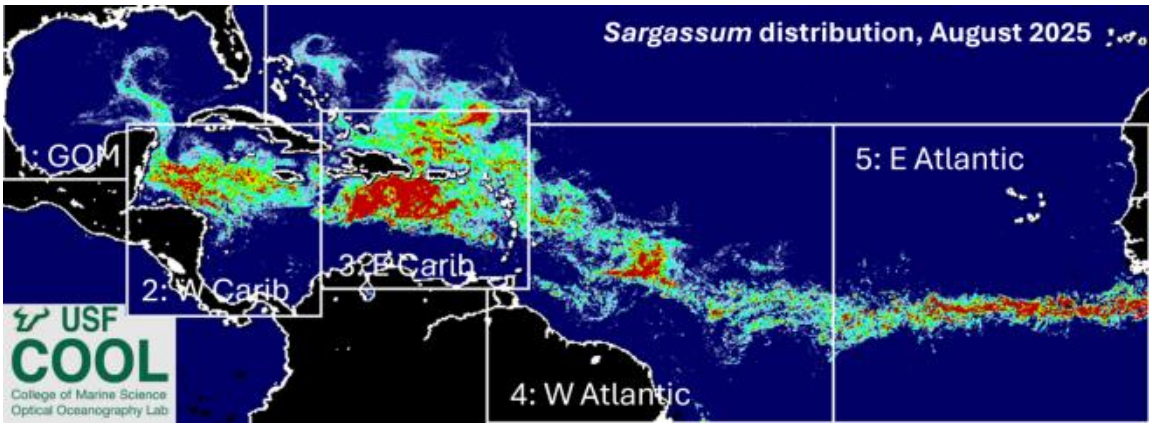


Figura II_ 3. Monitoreo de florecimiento de sargazo y recorrido al Mar Caribe.
Fuente: https://optics.marine.usf.edu/projects/saws.html

El frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, no es la excepción a la problemática de los arribazones masivos de sargazo a las costas del Mar Caribe. La franja litoral se cubre parcialmente de toda suerte de materiales que son arrastrados por las corrientes marinas, por lo que es evidente el depósito de sargazo el cual se considera propio de todas las zonas de playa de la Entidad. El depósito de sargazo es un fenómeno de carácter regional, sin embargo, la Costa Maya (donde se localiza Mahahual y Xcalac) es la principal afectada de todo el Estado de Quintana Roo, por los volúmenes y frecuencia en la que se recibe el sargazo, ya que no es un tema estacional si no permanente durante todo el año. La problemática del arribo del sargazo tiene consecuencias graves en las actividades económicas de la zona y la salud pública.

II.2. **NATURALEZA DEL PROYECTO**

El proyecto "**Contención de residuos y protección de playas Costa Maya Sands and Beach**" pretende realizar obras y actividades de preservación costera, con lo que se espera minimizar el recale masivo de altos contenidos de basura y desechos sólidos al sitio del proyecto, minimizar el proceso erosivo al que se enfrentan las playas, así como, frenar los arribazones de sargazo, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente, entre las que se encuentran las siguientes:

1. **Geotubo estabilizador de playa:** Instalación de un geotubo estabilizar de playa de 285 metros de largo por 12.8 metros de ancho, paralelo a la línea costa para mitigar el efecto del oleaje, así como, minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo. Estará fabricado a base de tubos de geotextil rellenos de arena la cual se obtendrá de la zona marina cercana mediante bomba sumergible y manguera.

2. **Colocación de barrera de contención de sargazo:** Colocación de dos secciones de malla de contención de sargazo en cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 70 metros de largo cada una para minimizar el arribo de los altos contenidos de

residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo.

3. **Conexión de la playa al geotubo estabilizar de playa:** Colocación de dos pasarelas de madera dura de la región a cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 75 metros de largo por 1.5 metros de ancho para permitir el acceso desde la playa hacia el geotubo estabilizador de playa al personal de mantenimiento para recolectar los altos contenidos de residuos sólidos que se acumulen detrás del geotubo, así como, para dar mantenimiento a los tubos de geotextil.

4. **Recubrimiento con madera (Fase Posterior):** Colocación de una cubierta de madera dura de la región sobre el geotubo estabilizador de playa, de 285 metros de largo por 7.5 metros de ancho, con el objetivo de minimizar el intemperismo de los tubos de geotextil por la radiación solar y alargar su vida útil. El recubrimiento de madera se colocará posteriormente, una vez que se haya logrado minimizar el recale de residuos sólidos y sargazo al sitio del proyecto, así como, estabilización de la línea de costa.

II.3. **DIMENSIONES DEL PROYECTO**

El proyecto se desarrollará en una superficie total de 13,910.23 m^2, de la cual el 28.11% será un aprovechamiento permanente por la instalación del geotubo estabilizador de playa (tubos de geotextil rellenos de arena, tapate antisocavación y recubrimiento de madera) y pasarelas de madera, mientras que el 71.89% será un aprovechamiento temporal en las zonas de disposición de arena para el relleno de los tubos de geotextil. Derivado del transporte de sedimento en la zona, la recuperación de las zonas de disposición de arena se dará en corto plazo (**Tabla II_ 1**).

Tabla II_ 1. Dimensiones del proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach".

CONCEPTO	SUPERFICIE (M2)	PORCENTAJE (%)
Aprovechamiento Permanente		
Desplante geotubo estabilizador*	3,682.18 m2	26.4%
Pasarela de madera	228.05 m2	1.64%
Aprovechamiento Temporal		
Zonas de disposición de arena	10,000.00 m2	71.89%
Aprovechamiento Total		
Total	**13,910.23 m2**	**100.00%**

*__NOTA:__ Los tubos de geotextil rellenos de arena estarán asentados sobre el tapete antisocavación el cual cuenta con la superficie total de 3,682.18 m2. El recubrimiento de madera se colocará sobre los tubos de geotextil y no excederá la superficie del tapete antisocavación.

II.4. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.4.1 Geotubo estabilizado de playa

Por la dinámica del oleaje que desplaza continuamente la arena de la playa, es necesario disponer de soluciones que ayuden de manera conveniente a contener esta situación. Los geotubos estabilizadores de playa son un sistema que ha sido utilizado ampliamente en Quintana Roo y otros lugares de la República Mexicana con el fin de recuperar áreas perdidas por la acción del oleaje en las costas. Estos elementos evitan que la arena que llega a la playa se regrese al mar con la fuerza de la resaca (entiéndase por resaca la corriente que regresa el agua de la ola al mar, y que circula por debajo de las nuevas olas).

El proyecto "**Contención de residuos y protección de playas Costa Maya Sands and Beach**" considera la instalación de un geotubo estabilizador de playa a una distancia con respecto de la línea de costa de 120 metros con una longitud de 285 metros por 12.8 metros de ancho, con una superficie de desplante de 3,682.18 m2 (**Figura II_ 4**). En la **Tabla II_2** las coordenadas del eje de la obra del geotubo estabilizador de playa.

Tabla II_ 2. Coordenadas del eje del geotubo estabilizador de playa.

Coordenada	X	Y
5	421,940.88	2,053,436.79
6	421,972.45	2,053,406.74
7	421,974.92	2,053,206.20
8	421,945.01	2,053,174.48
SUPERFICIE: 3,682.18 m2		

Su diseño consideró el no interrumpir el paso de la arena a lo largo de la playa para no generar efectos adversos en los predios colindantes, ser estable, reversible, segura, y no afectar el paisaje, por lo que se seleccionó un elemento desligado de la playa y orientado, de tal forma, que abata suficientemente la energía del oleaje en su dirección de incidencia predominante, generando una difracción de forma que se fomente el depósito de arena y ayuden a minimizar su desplazamiento.

La orientación y forma del geotubo estabilizador de playa, provocará que una parte de la energía del oleaje incidente sea reflejada por los geotubos, y otra parte sea difractada generando un abanico de olas que tienden a converger en un punto entre los geotubos y la costa. Esta situación propiciará que la arena se deposite enfrente del elemento estabilizador generando una saliente. La formación o depósito de arena al crecer lo suficiente, retendrá la arena con lo que se estabilizará la playa (**Figura II_ 5**).

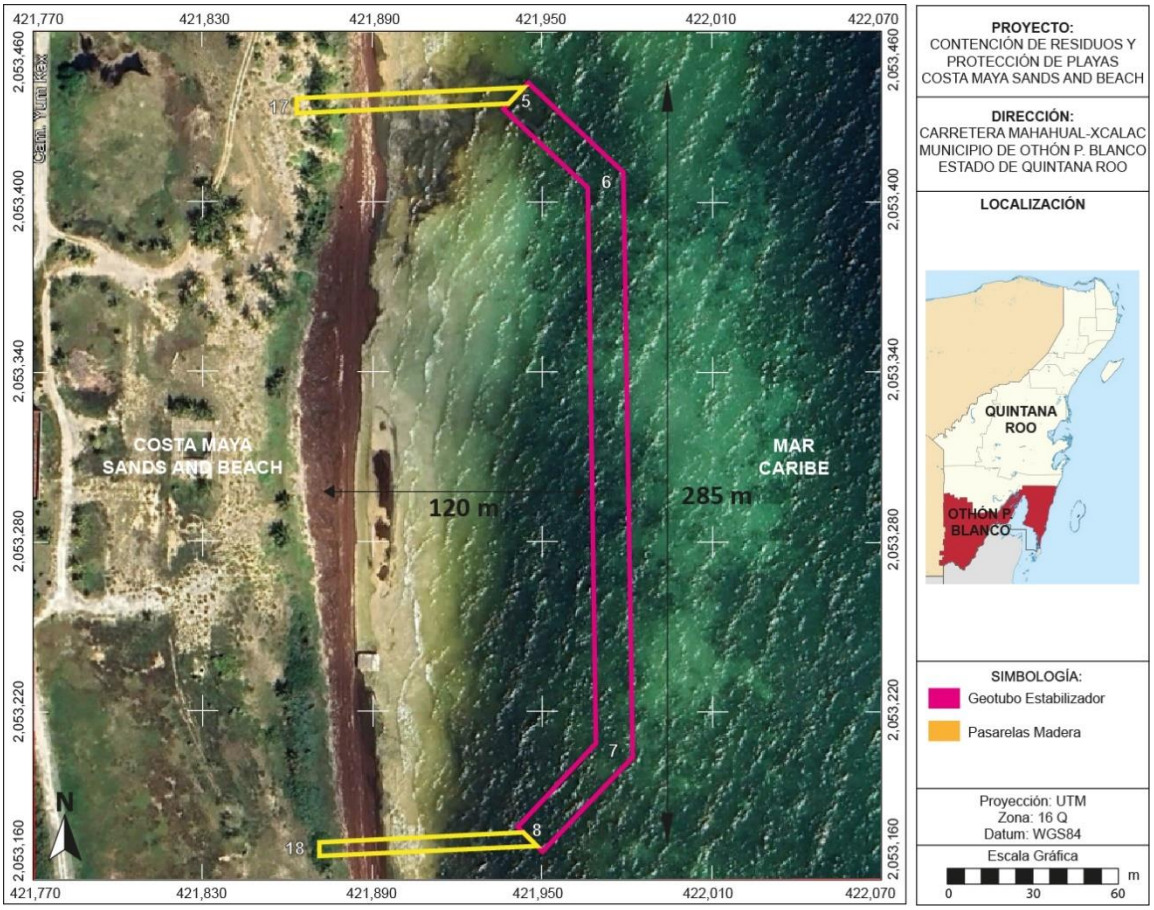


Figura II_ 4. Geotubo estabilizador de playa.

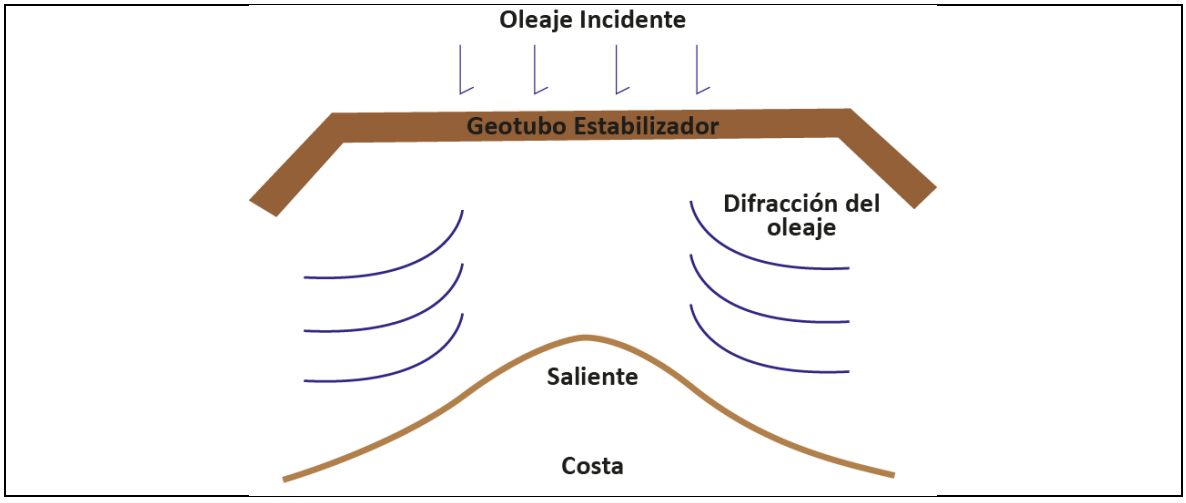


Figura II_ 5. Efecto ante la presencia de un geotubo estabilizador paralelo a la costa.

El geotubo estabilizador de playa estará conformada por dos niveles de tubos de geotextil. La base tendrá un ancho de 7.20 metros y estará compuesto por dos hileras de tubos de geotextil rellenos de arena con una altura de 1.80 metros sobre el tapete antisocavación que estará asentado sobre el sustrato arenoso libre de vegetación marina. En la parte

superior, se colocará una hilera de tubos de geotextil para alcanzar una superficie total del geotubo estabilizador con respecto al sustrato arenoso de máximo 3.60 metros. En la **Figura II_ 6** el corte de la configuración de la instalación de los geotubos, mientras que en la **Tabla II_ 3** las especificaciones de dichos geotubos.

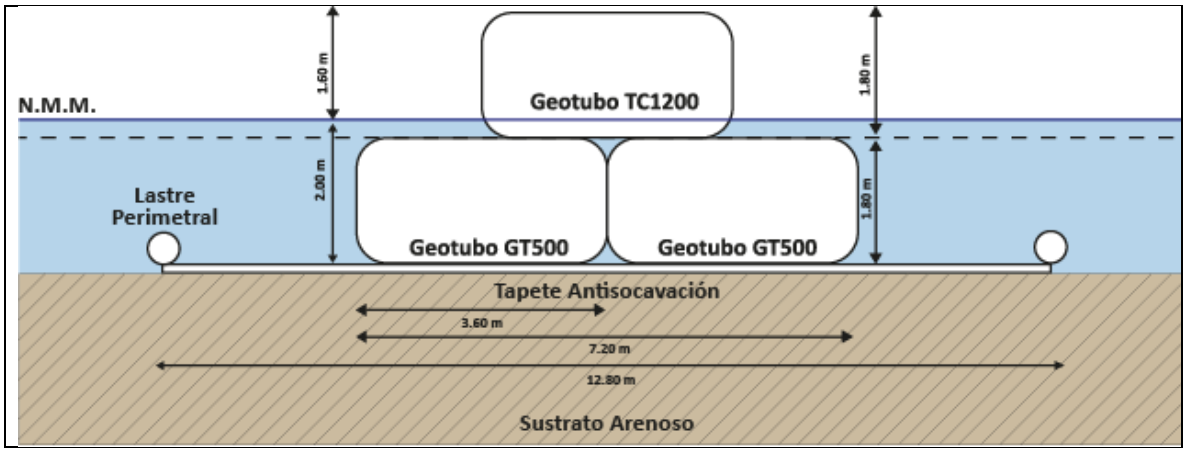


Figura II_ 6. Corte esquemático de la conformación del geotubo estabilizador de playa.

Tabla II_ 3. Características de los geotubos que conforman el geotubo estabilizador de playa.

Características	Geotubo GT 500 MB	Geotubo TC 1200 MB
Ubicación	Base	Corona
No. de geotubos	26	14
Altura lleno	1.8 metros	1.8 metros
Ancho lleno	3.61 metros	3.61 metros
Longitud	21.8 metros	19.35 metros
Circunferencia	9.1 metros	9.1 metros
Tapete antisocavación	12.8 metros de ancho	-
Superficie tapete antisocavación	3,682.18 m2	-
Nivel de corona con respecto a marea media	-	3.00 metros
Propiedades	Geotubos de polipropileno de alta resistencia. Es inerte a la degradación biológica y resistente a los químicos, alcalinos y ácidos encontrados naturalmente.	Geotubos de polipropileno de alta resistencia. Es inerte a la degradación biológica y resistente a los químicos, alcalinos y ácidos encontrados naturalmente.

Durante la caracterización del sistema ambiental, se localizaron zonas para la disposición de arena para el relleno de los tubos de geotextil con una superficie de 10,000 m² en dos polígonos (**Tabla II_ 4, Tabla II_ 5, Figura II_ 7**). Estas áreas, poseen arena en cantidad abundante y no tienen cobertura de pastos marinos. El transporte de sedimento en esta parte es de importancia, por lo que la recuperación de las zonas de disposición de material se dará en corto plazo.

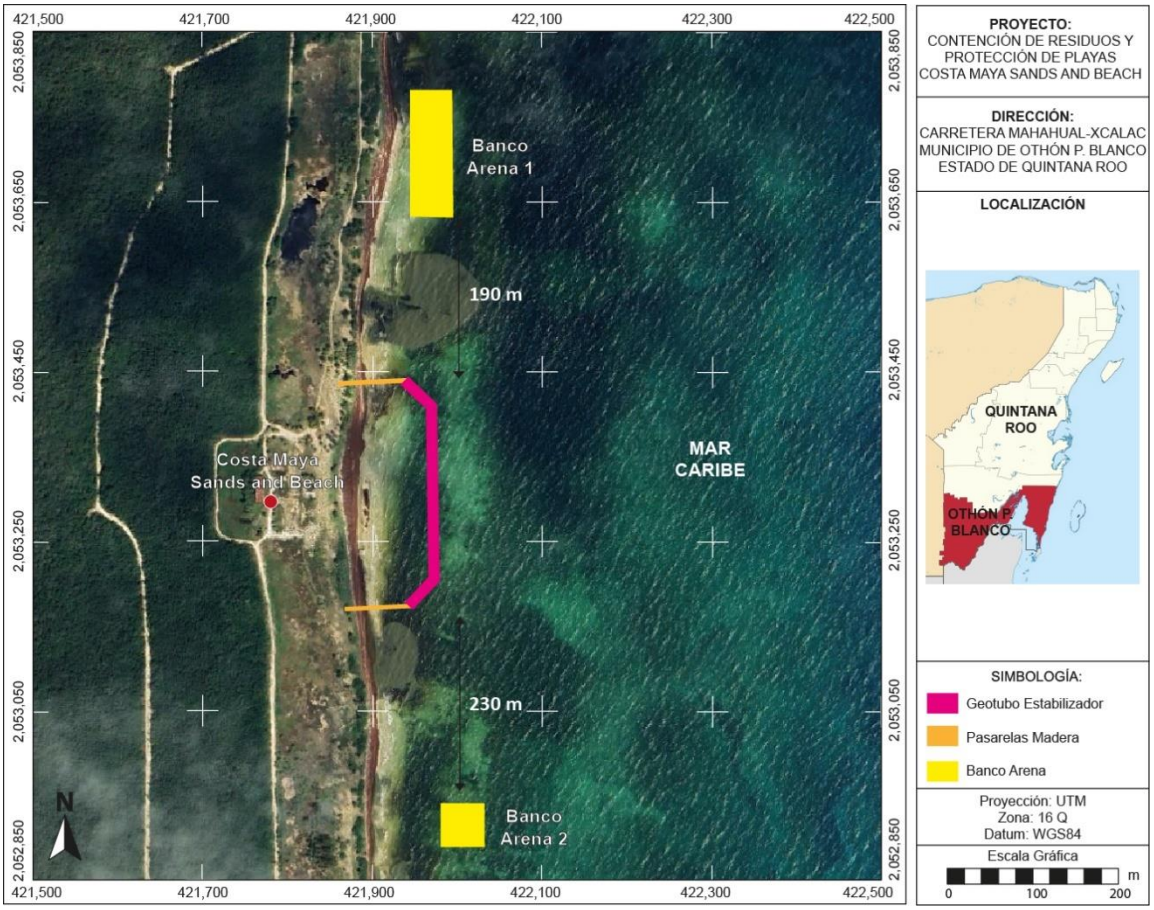


Figura II_ 7. Ubicación de los bancos de arena para el relleno de los geotubos.

Tabla II_ 4. Coordenadas del Banco de Arena 1.

Coordenada	X	Y
9	421,947.44	2,053,780.70
10	421,997.44	2,053,780.70
11	421,997.44	2,053,630.70
12	421,947.44	2,053,630.70
SUPERFICIE: 7,500.00 m2		

Tabla II_ 5. Coordenadas del Banco de Arena 2.

Coordenada	X	Y
13	421,948.32	2,052,940.39
14	421,998.32	2,052,940.39
15	421,998.32	2,052,890.39
16	421,948.32	2,052,890.39
SUPERFICIE: 2,500.00 m2		

II.4.2 **Colocación de barrera de contención de sargazo**

El proyecto "**Contención de residuos y protección de playas Costa Maya Sands and Beach**" pretende llevar a cabo la colocación de dos secciones de malla de contención de sargazo en cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 70 metros de largo cada una para minimizar el arribo de basura y sargazo al frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach (**Figura II_ 8**).



Figura II_ 8. Malla tipo de contención de sargazo.

La malla de contención de sargazo dará cumplimiento a lo establecido en los "*Lineamientos Técnicos y de Gestión para la Atención de la Contingencia Ocasionada por Sargazo en el Caribe Mexicano y el Golfo de México*" elaborados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático INEEC. Las actividades de contención de sargazo, se complementarán con una embarcación recolectora de sargazo para evitar su degradación y descomposición, y afectación de la calidad de agua marina en el sitio del proyecto (**Figura II_ 9**).



Figura II_ 9. Embarcación tipo de recolección de sargazo en mar.

II.4.3 **Conexión de la playa al geotubo estabilizador de playa**

El proyecto "**Contención de residuos y protección de playas Costa Maya Sands and Beach**" considera la colocación de dos pasarelas de madera dura de la región a cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 75 metros de largo por 1.5 metros de ancho (**Figura II_ 10**) para permitir el acceso desde la playa hacia el geotubo estabilizador al personal de mantenimiento para recolectar los altos contenidos de residuos que se acumulen en la parte posterior, así como, para dar mantenimiento a los tubos de geotextil (**Figura II_ 4**). En las **Tabla II_ 6** y **Tabla II_ 7**, las coordenadas extremas de los ejes de las pasarelas norte y sur hacia el geotubo estabilizador de playa.

Tabla II_ 6. Coordenadas extremas del eje de la Pasarela Norte.

Coordenada	X	Y
17	421,863.37	2,053,433.31
5	421,940.88	2,053,436.79
SUPERFICIE: 393.33 m2		

Tabla II_ 7. Coordenadas extremas del eje de la Pasarela Sur

Coordenada	X	Y
18	421,870.65	2,053,171.30
8	421,945.01	2,053,174.48
SUPERFICIE: 383.69 m2		

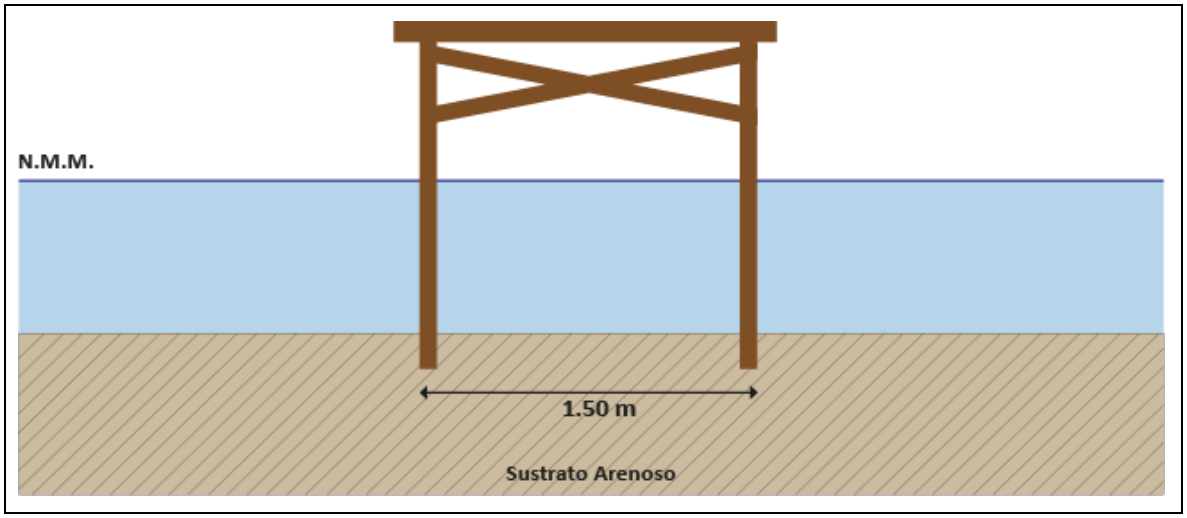


Figura II_ 10. Corte esquemático de la pasarela de madera.

II.4.4 **Recubrimiento con madera (Fase Posterior)**

El proyecto "**Contención de residuos y protección de playas Costa Maya Sands and Beach**" considera la colocación de una cubierta de madera dura de la región sobre el geotubo estabilizador de playa, de 285 metros de largo por 7.5 metros de ancho, con el objetivo de minimizar el intemperismo de los tubos de geotextil por la radiación solar y alargar su vida útil (**Figura II_ 11**). El recubrimiento de madera se colocará posteriormente, una vez que se haya logrado minimizar el recale de residuos sólidos y sargazo al sitio del proyecto, así como, estabilización de la línea de costa.

En la **Figura II_ 4** la ubicación de la cubierta de madera sobre el geotubo estabilizador de playa, mientras que en la **Tabla II_2** las coordenadas del eje de la cubierta de madera.

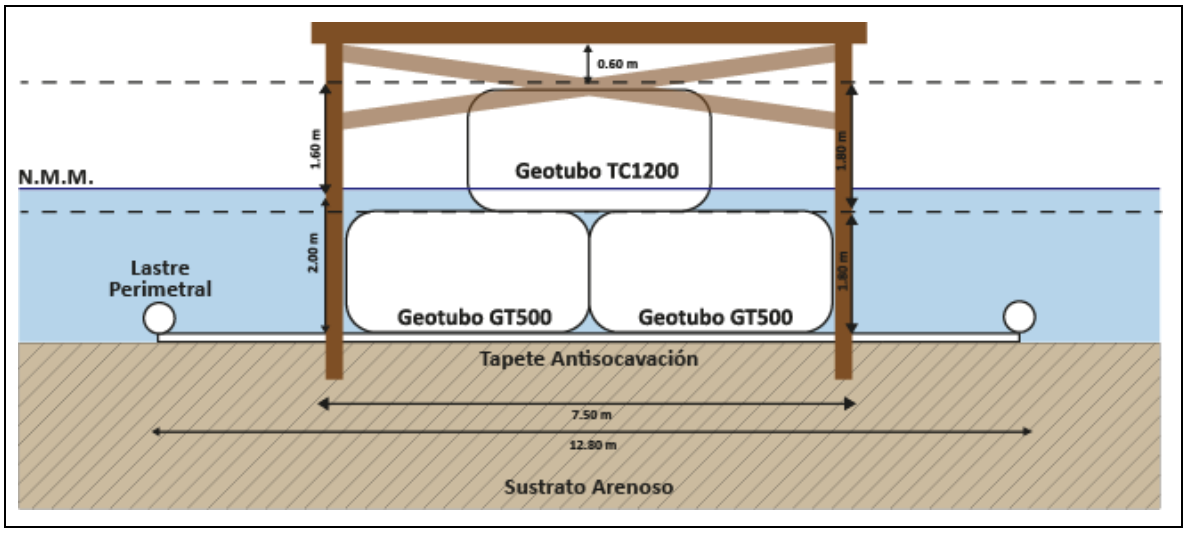


Figura II_ 11. Corte esquemático de la cubierta de madera sobre el geotubo estabilizador de playa.

II.4.5 **Programa general de trabajo**

Conforme al cronograma de obras presentado se plantea que las Etapas de Preparación del Sitio y Construcción del proyecto duren 8 meses, lapso que iniciará desde la autorización del proyecto hasta la conclusión del mismo, y que las Etapas de Operación y Mantenimiento tengan una duración de hasta 30 años. En una primera etapa se realizará la colocación del geotubo estabilizador de playa, la barrera de contención de sargazo y las pasarelas de conexión de la playa al geotubo estabilizador de playa. El recubrimiento de madera se colocará posteriormente, una vez que se haya logrado minimizar el recale de residuos sólidos y sargazo al sitio del proyecto, así como, estabilización de la línea de costa.

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

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, tiene entre sus principales objetivos, el propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

De acuerdo con la Fracción VIII del Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se define como contingencia ambiental la "***situación de riesgo**, derivada de actividades humanas o **fenómenos naturales**, que puede poner en peligro la **integridad de uno o varios ecosistemas***". Por lo antes mencionado, es que se hace entrega de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular con el objetivo de poder llevar a cabo una serie de obras y actividades de preservación costera, con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos

que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros), y evitar que se derive en una contingencia ambiental, en carácter de urgente derivado de la contingencia ambiental que se registra en el sitio.

A efecto de referenciar los preceptos legales que norman el procedimiento de evaluación de Impacto Ambiental aplicables al Proyecto, el Artículo 28 de la LEGEPA establece que "*la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*
X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus ***litorales o zonas federales****."*

Asimismo, las obras y actividades para la consecución del proyecto en comento, se encuentran bajo los supuestos del Art. 5 inciso Q) del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA), el cual indica lo siguiente:

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

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

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

Las obras y actividades que se someten a valoración, en materia de impacto ambiental, ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, se refieren a 1) geotubo estabilizador de playa, 2) colocación de barrera de contención de sargazo, 3) conexión de la playa al geotubo estabilizador de playa, y 4) recubrimiento con madera del geotubo estabilizador de playa en una fase posterior.

A partir de la vinculación de las obras y actividades del proyecto "**Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach**" con los diferentes instrumentos de planeación ambiental aplicables al sitio, así como, los instrumentos legales correspondientes, puede observarse como el proyecto da cumplimiento cabal a cada una de dichas disposiciones, por lo que se asegura un proyecto viable en el ámbito ambiental y legal de sus competencias de acuerdo con los siguientes:

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Ley General de Bienes Nacionales (LGBN)
- Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar
- Ley General de Vertimientos en las Zonas Marinas (LGVS)
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley General del Cambio Climático
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Othón P. Blanco
- Esquema simplificado de planeación del desarrollo urbano y centros de servicios rurales para la localidad de Xahuachol
- Normas Oficiales Mexicanas
- Área Natural Protegida con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano
- Región hidrológica prioritaria número 109 denominada “Humedales y Lagunas de la Bahía de Chetumal”
- Región marina prioritaria número 67 denominada “Xcalac-Majahual”
- Región Terrestre Prioritaria número 147 denominada Sian Ka’an-Uaymil-Xcalak

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

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El sistema ambiental, es un espacio geográfico caracterizado por su extensión, uniformidad y funcionamiento, cuyos límites deben ser establecidos por la continuidad del o de los ecosistemas de que forman parte, utilizando para ello componentes ambientales (geoformas, agua, aire, suelo, flora, fauna, población, infraestructura, paisaje) y sus factores (calidad, cantidad, extensión, etc) donde interactúa el proyecto en espacio y tiempo, o en su defecto, por la regionalización establecida por las unidades de gestión ambiental del

ordenamiento ecológico tal y como lo establece la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental.

Para efecto de la delimitación del sistema ambiental donde pretende establecerse el presente proyecto, se consideraron diversos criterios y metodologías aplicadas tales como son:

1. **Por el alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante:** La promovente cuenta con medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados para el proyecto, mediante las cuales se asegura que no se provocarán afectaciones significativas a los factores del entorno susceptibles de recibir impactos (natural, procesos naturales, medio conceptual y medio socioeconómico), por lo que los impactos ambientales se limitarán básicamente al interior de los polígonos de aprovechamiento de las diferentes obras y actividades del proyecto. Para evitar la dispersión de sedimentos durante las diferentes actividades que componen el proyecto, y su depositación sobre vegetación marina o fauna sésil, se instalarán mallas antidispersión de sedimentos alrededor del sitio del proyecto para mitigar el impacto de la turbidez generada por la realización de las obras. Estas mallas permanecerán colocadas hasta en tanto no se haya precipitado el sedimento en suspensión.

2. **Por ecosistemas homogéneos:** El sitio del proyecto se localiza en la zona costera inmediata al Mar Caribe del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope. Esta zona se caracteriza por abarcar amplias áreas con diferentes ambientes marinos como son arenales libres de vegetación, arenales con vegetación baja densidad, y áreas con macroalgas con densidad media.

3. **Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica:** El sitio del proyecto se localiza en la zona costera inmediata al Mar Caribe, y se encuentra delimitado al Norte y Sur por los límites del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope.

En la **Figura IV_ 1** se presenta la delimitación del SA identificado para el proyecto con base en los criterios previamente descritos, con una superficie total de 882,241.44 m2 (88.22 Has), así como, las coordenadas extremas que lo delimitan (**Tabla IV_ 1**).

Tabla IV_ 1. Coordenadas extremas que delimitan el SA identificado para el proyecto.

Coordenada	X	Y
1	421,922.63	2,053,913.38
2	422,621.65	2,053,913.38
3	422,621.65	2,052,736.82
4	421,895.58	2,052,736.82
5	421,854.71	2,053,170.28
6	421,844.18	2,053,440.76
7	421,881.26	2,053,686.77
SUPERFICIE TOTAL: 882,241.44 m2 (88.22 Has)		

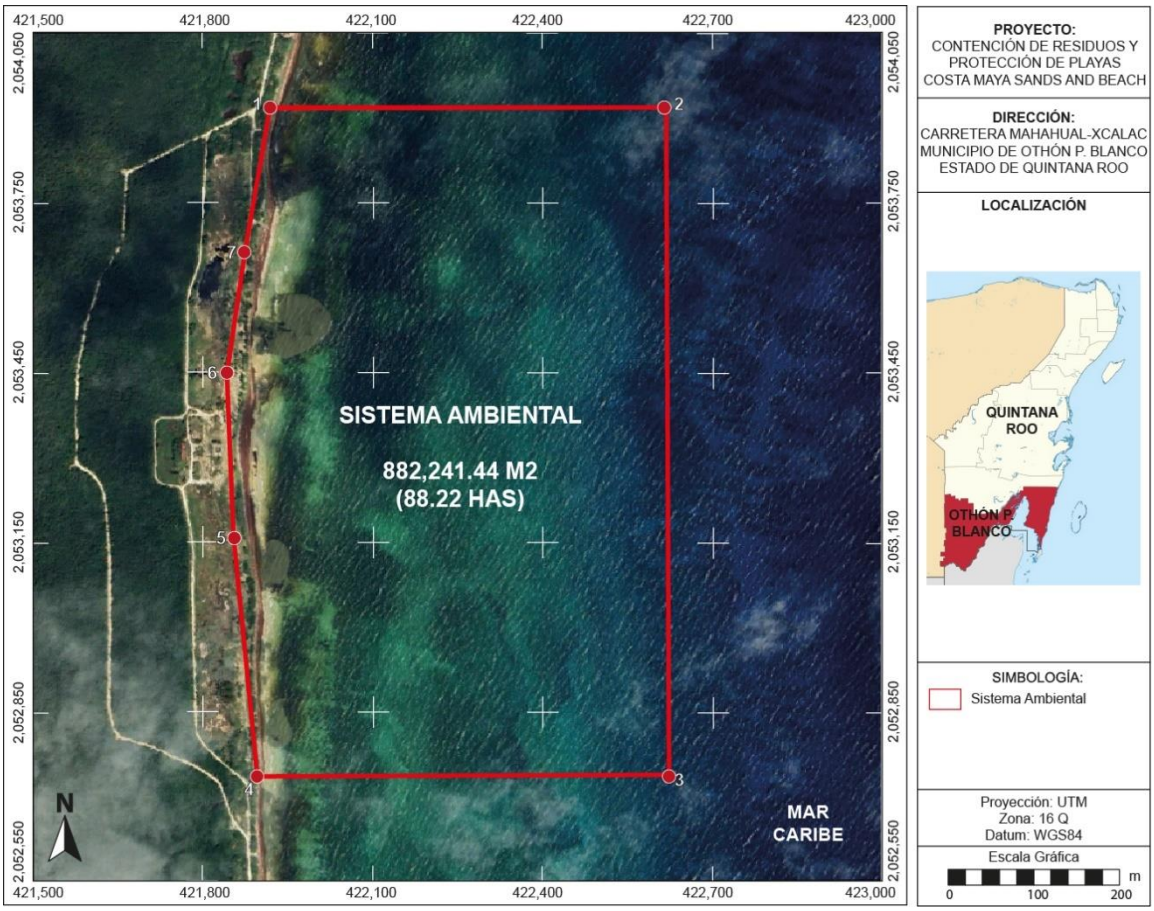


Figura IV_ 1. Sistema Ambiental identificado para el proyecto Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach.

IV.2. **CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL**

IV.2.1 **Aspectos abióticos**

- **Clima:** De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1983), el sitio del proyecto se ubica en una zona con el subtipo climático cálido subhúmedo Aw2(x'). Se trata de un clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC.

- **Geología y geomorfología:** El sitio del proyecto se ubica en una zona con la presencia de la unidad geológica Ts (cz) roca caliza del terciario plioceno. Está formada en su parte inferior por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Aunado a lo anterior, cerca de la zona costera se registra la unidad geológica Q(li) litoral del cuaternario.

- **Suelos:** En el sitio del proyecto se registra la presencia de suelo Regosol calcárico con espesores no mayores de 50 cm y textura franca o de migajón arcilloso;

manifiestan ya un ligero desarrollo en su estructura, con un contenido de materia orgánica entre 4.5 y 15.8% en la parte más superficial. Presenta fase lítica, salina y sódica, con alto contenido de carbonato de calcio activo en el perfil y con deficiente drenaje.

- **Hidrología superficial:** El sistema ambiental se alberga dentro de una gran provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán. En términos de subprovincias fisiográficas; el área de estudio se localiza en la subprovincia denominada Costa Baja de Quintana Roo. De acuerdo con la carta de hidrología superficial (escala 1:250000) del INEGI, el sitio del proyecto se ubica dentro de una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 5% a 10%.

- **Hidrología subterránea:** En el sitio del proyecto, la unidad geohidrológica presente corresponde a la denominada Material No consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero. Esta unidad se encuentra distribuida ampliamente en los municipios de Othón P. Blanco y Felipe Carrillo Puerto y en las costas del estado, corresponde a las zonas lagunares, palustres, litorales, fluviales y áreas de inundación; está compuesta por depósitos detríticos cuaternarios formados por arcillas, limos, arenas, gravas, gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo, sus espesores son reducidos, por lo que no son capaces de conformar acuíferos. Esta unidad se encuentra sobreyaciendo a las rocas calcáreas que funcionan como acuíferos de tipo libre (INEGI, 2002).

- **Corrientes marinas costeras y oleaje:** Debido al efecto del régimen de vientos prevaleciente (alisios), se produce un transporte intenso de agua con dirección sur-norte representado por la Corriente de Yucatán. Los patrones hidrodinámicos estacionales dependen básicamente de la potencia de la Corriente de Yucatán y de los vientos dominantes; en invierno los vientos dominantes provienen del norte, y el resto del año, del sureste.

  Las aguas de origen y tipo tropical-caribeño que bañan este litoral corren de sur a norte, para entrar al Canal de Yucatán e ingresar eventualmente al Golfo de México. A mayor detalle, este panorama es bastante más complejo, ya que no sólo existen variaciones estacionales en la intensidad de la corriente, sin o que se presenta una contracorriente costera que fluye paralela al litoral en dirección norte-sur y tiene una dinámica propia. Esta contracorriente caracteriza a las porciones más internas de la costa quintanarroense, con influencia en los arrecifes, lagunas arrecifales y bahías. Sin embargo, en ciertos tramos de la barrera arrecifal sobre todo en los más expuestos a la zona oceánica se puede esperar una influencia alternativa de corriente principal. Aparentemente la contracorriente es más fuerte a medida que aumenta también la fuerza de la corriente; esto sucede aproximadamente a mitad de la primavera. Durante la época de nortes, el régimen de vientos predominante hacia el sur fortalece la contracorriente.

La tendencia básica (sur-norte) del flujo continúa de manera parcial hasta la porción norte de la costa del Caribe de México. La contracorriente (norte-sur) se establece con mayor claridad y fuerza entre dos puntos prominentes del litoral. La mezcla de ambos flujos forma giros de amplitud variable y de forma longitudinalmente alargada cuyo flujo resultante se dirige hacia la costa; es probable que este patrón sea válido para todo el litoral de Quintana Roo. Podría sugerirse que cada sección de la costa separada por una prominencia litoral o punta, tuviese su propio giro de contracorriente y una misma dinámica dentro de este patrón, en el que el agua se acumula en su porción frontal inferior favoreciendo así un flujo resultante hacia el sur. Además, en estas zonas cóncavas de puntas, ensenadas y otros accidentes costeros, el intenso fluyo de la corriente hacia el norte –paralelo a la costa-, genera gradientes negativos de presión, favoreciendo también la formación de giros entre las puntas. En términos hidrodinámicos, este patrón puede resumirse como sigue: la dirección de las aguas superficiales a lo largo del margen oriental de la Península de Yucatán es, finalmente, hacia la costa, por efecto sumado de la corriente sur-norte y de la fisiografía de la costa. Estos patrones pueden tener modificaciones estacionales por efecto de las variaciones temporales en la fuerza de la Corriente de Yucatán. La barrera arrecifal modifica en meso y microescala la circulación costera.

El patrón de corrientes generadas por oleaje y mareas en el sitio del proyecto, aunque se modifique la dirección de propagación de oleaje, las corrientes siempre tienen a ir en la dirección hacia la costa. Este patrón de corrientes indica que el sedimento en el sitio del proyecto es transportado por el oleaje en dirección paralela a la línea de costa hacia el sur. En caso de que hubiera transporte de sedimento del proyecto, este seguiría la trayectoria marcada.

- **Mareas:** El tipo de mareas para Quintana Roo es del tipo mixta semidiurna, es decir que presenta 2 valores máximos y 2 valores mínimos durante el día (conocidos localmente como creciente y vaciante, respectivamente). Los rangos máximos de mareas son del orden de 20 cm. Sólo durante la época de lluvias (tormentas y huracanes), se da un incremento en el nivel medio del mar por efecto del oleaje y viento.

- **Análisis del paso de huracanes:** De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la zona sur del estado de Quintana Roo se cataloga con un grado alto de riesgo a la incidencia de ciclones tropicales (CENAPRED, 2012). Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (Agosto-Octubre e incluso Noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas

costeros. Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h).

- **Batimetría:** La batimetría general de esta zona es somera, donde se alcanzan a observar profundidades máximas promedio de 5.5 metros.

IV.2.2 **Aspectos bióticos**

En el sistema ambiental del proyecto, se identificaron seis diferentes tipos de ambientes, dos terrestre que corresponde al Matorral Costero y Playa Arenosa, y cuatro ambientes marinos definidos por la densidad de la cobertura de vegetación marina y arrecife rocoso (**Tabla IV_ 2**). La cobertura bentónica predominante corresponde a comunidades de vegetación sumergida y sedimentos, con pastos marinos y macroalgas en la zona más cercana a la costa, y arrecife rocoso alejado de la costa.

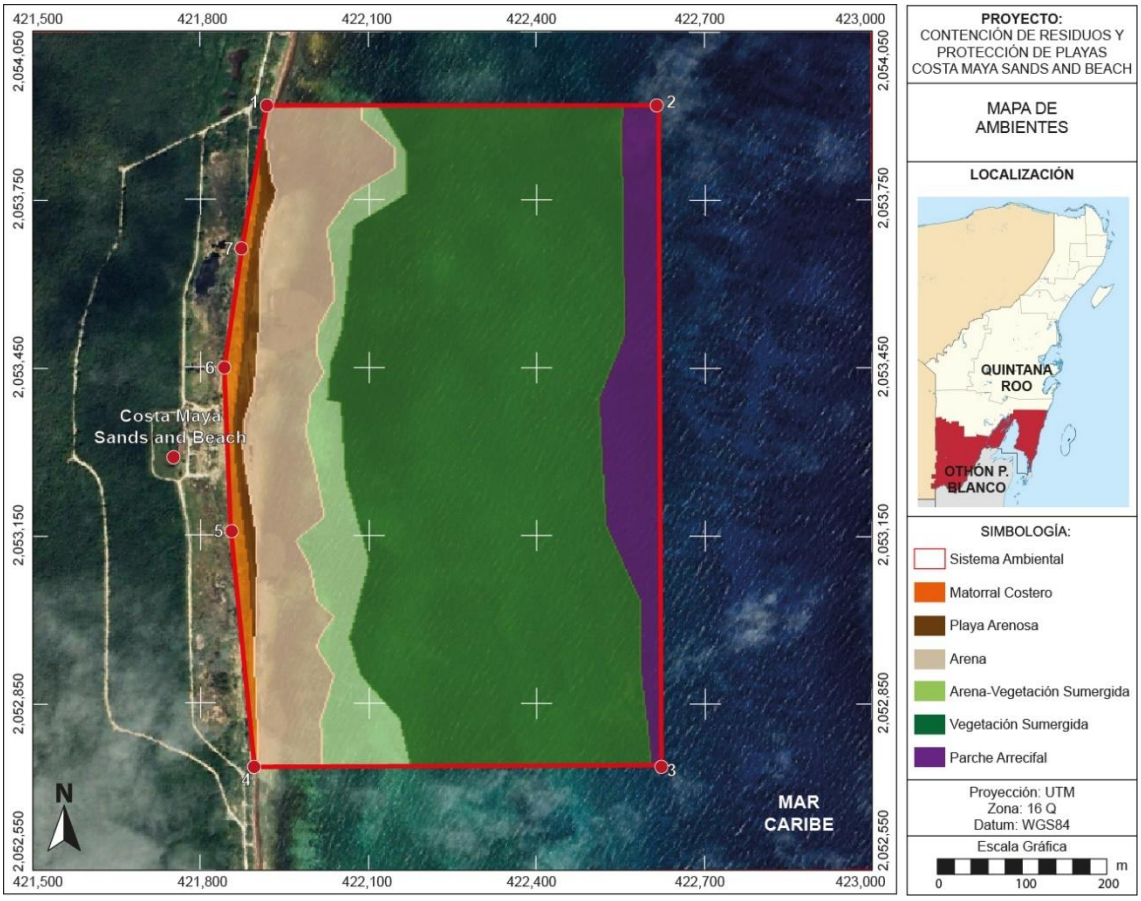


Figura IV_ 2. Mapa de ambientes en el Sistema Ambiental.

Tabla IV_ 2. Superficie por tipo de ambiente del Sistema Ambiental.

Ambiente	Superficie (m2)	Superficie (Has)	Porcentaje (%)
Ambientes Terrestres			
Matorral Costero	22,066.78	2.21	2.50
Playa Arenosa	16,842.90	1.68	1.91
Ambientes Marinos			
Arena	148,887.94	14.89	16.88
Arena-Vegetación sumergida	73,281.29	7.33	8.31
Vegetación sumergida	542,914.29	54.29	61.54
Arrecife rocoso	78,248.22	7.82	8.87
TOTAL	**882,241.44 m2**	**88.22 Has**	**100%**

IV.2.3.1. Descripción Ambientes Sistema Ambiental

- **Matorral Costero:** En el sitio de interés, se registra la presencia de vegetación de matorral costero en una superficie total de 22,066.78 m2 (2.21 Has) correspondiente al 2.50% de la superficie total caracterizada. En esta zona se observa la presencia de los 3 estratos dentro de este tipo de matorral costero (**Figura IV_ 3**). Como elementos de tipo arborescente se observa la presencia de *Cocos nucifera (Palma de Coco) y Coccoloba uvifera* (Uva de mar). Para el estrato arbustivo y herbáceo se registra a *Tournefortia gnaphalodes* (Sikimay), *Scaevola taccada* (Lechuga de mar) e *Hymenocallis littoralis* (Lirio de playa), mientras que para el herbáceo se encuentra *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa), *Ipomoea pes caprae* (riñonina) y *Dactyloctenium aegyptium.*

  Aunado a lo anterior, se observa la presencia de toda suerte de materiales de desecho (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) que son arrastrados por las corrientes marinas y depositados en el frente de playa del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope, por lo que se encuentran intercalados entre la vegetación.







Figura IV_ 3. Panorámica de la vegetación de matorral costero.

- **Playa Arenosa:** En el sitio de interés se registra la presencia de una franja de playa arenosa libre de vegetación en una superficie total de 16,842.90 m2 (1.68 Has) correspondiente al 1.91% del sistema ambiental, la cual se caracteriza por la poca amplitud que presenta derivado de los proceso de erosión de la línea de costa (**Figura IV_ 4**). En ella se registran altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros).





Figura IV_ 4. Panorámica de la zona de playa.

Aunado a lo anterior, en el sitio del proyecto se presenta un retroceso de la línea de costa debido a los siguientes factores:

- ✓ **Incidencia de Tormentas y Huracanes:** La acción recurrente de tormentas estacionales y huracanes ha ejercido una presión significativa sobre la costa del sitio del proyecto, contribuyendo al retroceso de la línea de costa. Se ha observado un incremento en la intensidad y frecuencia de fenómenos físicos extraordinarios como huracanes, suradas y nortes. La combinación de estos fenómenos climáticos ha sido un factor determinante en la pérdida de terreno costero.
- ✓ **Impacto del Cambio Climático:** El aumento del nivel del mar, atribuido al cambio climático, representa otro desafío significativo para el sitio del proyecto y otros proyectos costeros de las costas de Quintana Roo. El incremento gradual del nivel del mar amenaza con inundaciones más frecuentes y una mayor intrusión

salina en los acuíferos costeros, lo que agrava aún más la vulnerabilidad de la zona. Las tendencias asociadas al cambio climático, como el aumento del nivel del mar y los patrones climáticos extremos, han acelerado el proceso de erosión en la zona.

- ✓ **Fuentes de Arena:** La arena presente en las costas de Quintana Roo es de naturaleza biogénica, lo que implica que se origina a partir de residuos de organismos vivos como peces, caracoles y corales. Este tipo de arena se forma de manera gradual, y no hay una fuente continua que la reemplace para compensar la pérdida natural que ocurre en el sitio del proyecto.

La zona de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach se encuentra altamente impactada por el recale masivo del alga parda sargazo y residuos sólidos que son acarreados por la marea, fenómeno de carácter natural, por lo que actualmente se mantiene un alto volumen de sargazo en el frente de playa.

La franja litoral se cubre parcialmente de toda suerte de materiales que son arrastrados por las corrientes marinas, por lo que es evidente el depósito de sargazo el cual se considera propio de todas las zonas de playa de la Entidad. El depósito de sargazo es un fenómeno de carácter regional, sin embargo, la Costa Maya (donde se localiza Mahahual y Xcalac) es la principal afectada de todo el Estado de Quintana Roo, por los volúmenes y frecuencia en la que se recibe el sargazo, ya que no es un tema estacional si no permanente durante todo el año. La problemática del arribo del sargazo tiene consecuencias graves en las actividades económicas de la zona y la salud pública.

- **Arena:** Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y cuenta con una superficie total de 148,887.94 m2 (1.68 Has) y representa el 16.88% de la superficie total de caracterización. Está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos. La profundidad de esta zona varía entre 0 y 2 metros de profundidad (**Figura IV_ 5**).

  En esta zona, la afluencia masiva del sargazo y que se acumula y descompone en la zona de playa, provoca un aumento de la turbidez, disminución del oxígeno disuelto y la aparición de un color marrón en el agua que está afectando severamente al ambiente y especies de alto valor biológico.

  Esta zona y las áreas con vegetación sumergida colindantes, se ven seriamente afectadas debido a que la capa de sargazo sobre la superficie y turbidez del agua que impide el paso de la luz.



Figura IV_ 5. Panorámica del ambiente marino Arena.

- **Arena-Vegetación sumergida:** La zona de Arena-Vegetación sumergida es una franja paralela a la costa la cual cuenta con una superficie total de 73,281.29m2 (7.33 Has) y representa el 8.31% de la superficie caracterizada. Incluye áreas donde predominan sedimentos arenosos y la vegetación tiene una distribución amplia pero cobertura menor al 10%. La profundidad de esta zona varía entre 2 y 3 metros de profundidad (**Figura IV_ 6**).

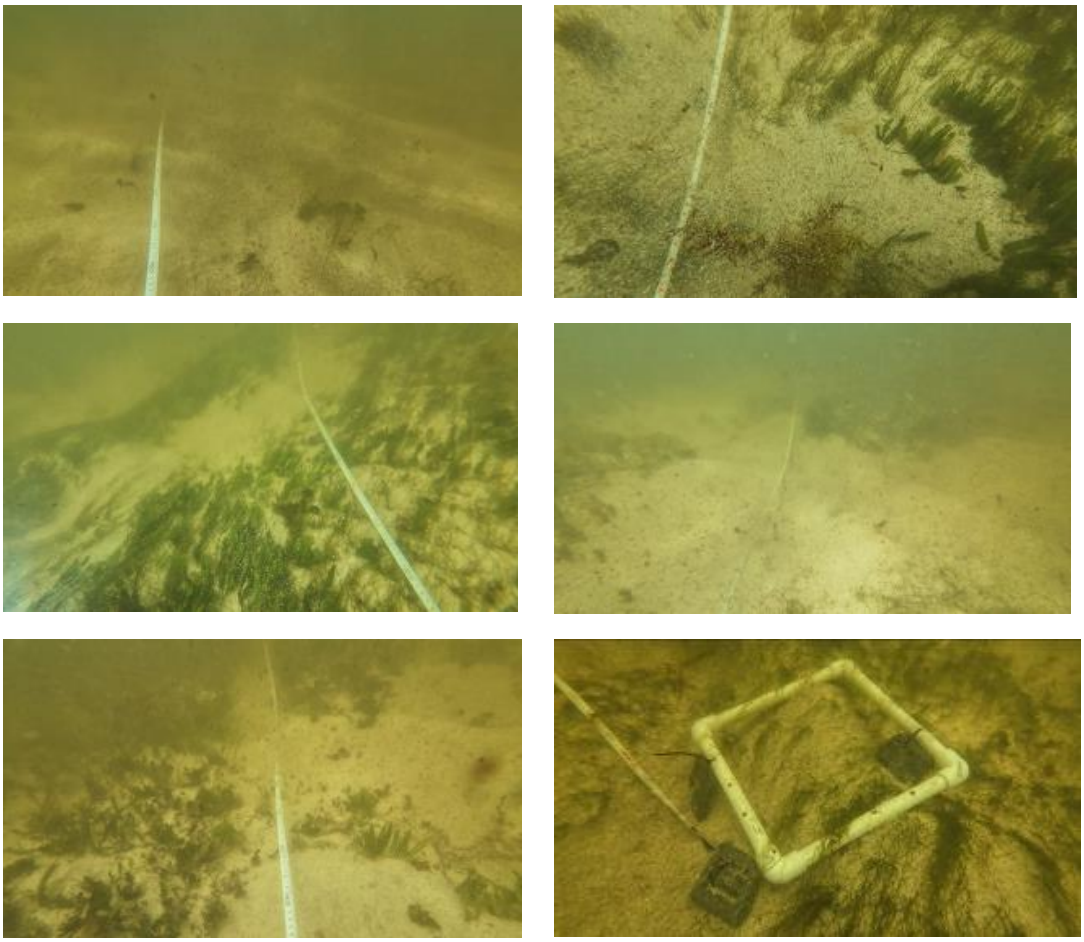
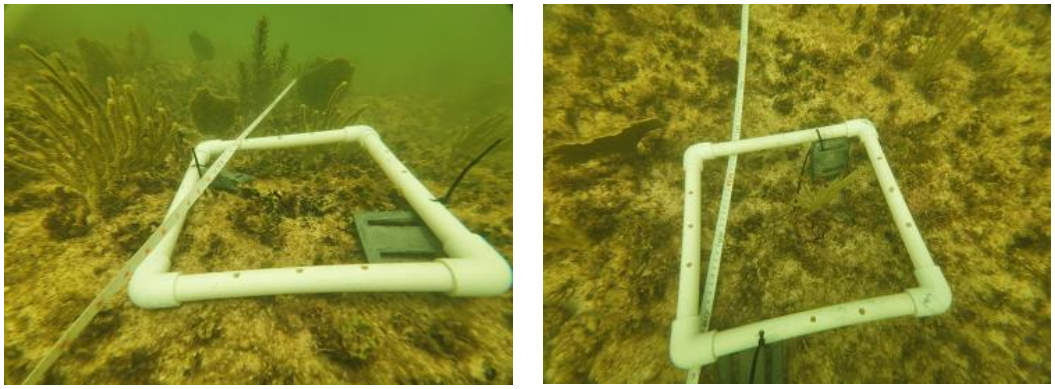


Figura IV_ 6. Panorámica del ambiente marino Arena-Vegetación Sumergida.

- **Vegetación sumergida:** La zona de vegetación sumergida es un área muy extensa la cual cuenta con una superficie total de 542,914.29 m2 (54.29 Has) y representa el 61.54% de la superficie caracterizada. Incluye áreas que presentan un sustrato rocoso con una capa fina de sedimento donde la vegetación tiene distribución en parches y cobertura menor al 50%. La profundidad de esta zona varía entre 3 y 6 metros de profundidad (**Figura IV_ 7**).



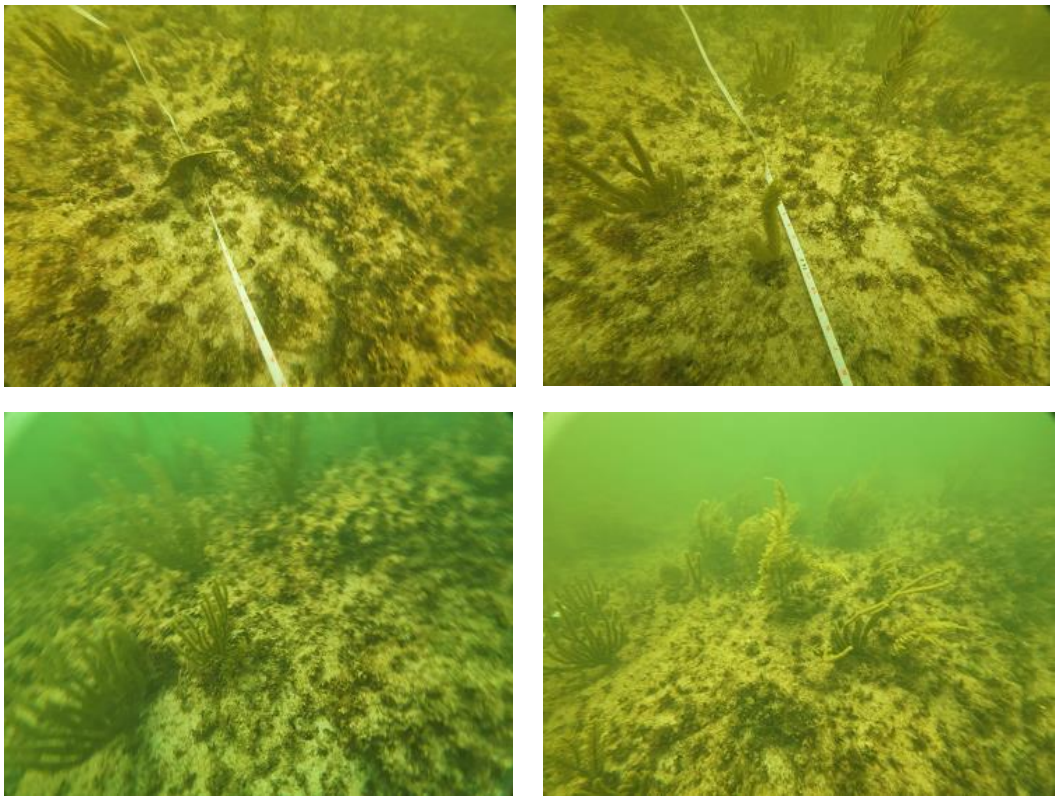


Figura IV_ 7. Panorámica del ambiente marino Vegetación Sumergida.

- **Arrecife rocoso:** La zona de arrecife rocoso es un área que se localiza a más de 600 metros de la línea de costa y cuenta con una superficie total de 78,248.22 m2 (7.82 Has) y representa el 8.87% de la superficie caracterizada. Esta zona presenta un sustrato rocoso con presencia principalmente de gorgónidos y corales escleractinos aislados con crecimiento intercalado de algas verdes. La profundidad de esta zona varía de 6 metros de profundidad en adelante conforme se aleja de la línea de costa (**Figura IV_ 8**).

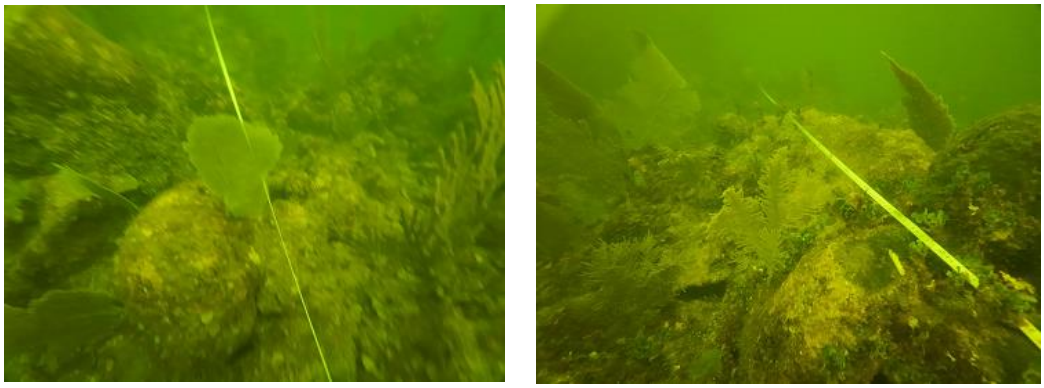




Figura IV_ 8. Panorámica del ambiente marino Arrecife Rocoso.

IV.2.3.2. NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies de flora y fauna terrestre y marina registrada en el presente estudio de caracterización, solo 6 especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificada en su Anexo Normativo III en noviembre del 2019, de las cuales tres están amenazadas (A) y tres son protegidas (Pr) (**Tabla IV_3**).

Tabla IV_ 3. Listado de las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
FAUNA			
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	Amenazada
PASTOS MARINOS			
Cymodoccaceae	*Syringodium filiforme*	Pasto de manatí	Amenazada
Cymodoccaceae	*Halodule wrightii*		Amenazada
Hydrocharitaceae	*Thalassia testudinum*	Pasto de tortuga	Protegida
PECES			
Scaridae	*Scarus taeniopterus*	-	Protegida
GORGONACEOS			
Plexauridae	*Plexaurella sp.*	-	Protegida

IV.2.3 **Paisaje**

El paisaje es la calidad visual y estética de un territorio y puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes ya que tiene diferentes formas de percepción como auditiva, visual y olfativa.

En el área estudiada se registran altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual puede representar una contingencia ambiental y daño grave a la salud humana y al medio ambiente.

Asimismo, se localiza en una región muy susceptible a los fenómenos naturales y que ha sido afectada continuamente por eventos meteorológicos, que han originado la transformación de las características en el paisaje terrestre (retroceso de la línea de costa). Aunado a lo anterior, se ha visto altamente impactada por el recale masivo del alga parda sargazo fenómeno de carácter natural, por lo que actualmente se mantiene cierto volumen de sargazo en el frente de playa (**Figura IV_ 9**).



Figura IV_ 9. Panorámica del paisaje en el sitio del proyecto.

En esta zona, la afluencia masiva del sargazo y que se acumula y descompone en la zona de playa, provoca un aumento de la turbidez, disminución del oxígeno disuelto y la aparición

de un color marrón en el agua que está afectando severamente al ambiente y especies de alto valor biológico.

Desde la perspectiva ambiental, la calidad paisajística puede ser calificada como de valor medio, ya que si bien se ha perdido cierta naturalidad derivado de los fenómenos meteorológicos y arribo de basura y sargazo, la conjunción de los componentes ambiental y arquitectónico del proyecto Costa Maya Sands and Beach, crean un espacio que se reconoce como un punto focal más en el litoral por lo que, dada la vulnerabilidad de la zona, será indispensable que las obras que se realicen conjuguen e integren elementos y estructuras que garanticen el mantenimiento de la calidad que ahí se percibe.

IV.2.4 **Diagnóstico Ambiental**

En la actualidad, la región Costa Maya se encuentra en un proceso de transición en cuanto a su quehacer económico. Es decir, se presenta una situación al cual la mayoría de las costas caribeñas ha enfrentado. El sitio del proyecto está al centro de un punto, en el cual el reto consiste en activar la economía del sur del Estado con base en un desarrollo sustentable que descansa principalmente en turismo de bajo impacto, asociado con la conservación de los recursos naturales y los valores culturales.

En conjunto, la región ofrece como gran potencial, su belleza escénica. Este potencial puede ser aprovechado para desarrollar proyectos basados en el turismo sustentable. Hay una diversidad alta de paisajes que pueden aprovecharse, desde el turismo clásico de sol y playa, hasta el sofisticado ecoturismo, pasando por toda una gama de opciones como son: buceo, exploración de selva, lagunas, canales, pesca deportiva, actividades científicas o simplemente descanso.

El proyecto "**Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach**" se pretende llevar a cabo en el área marina adyacente al predio del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope ubicado en la Carretera Mahahual-Xcalac, kilómetro 17+212.46 al 20+041.42, Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo, en el cual se registran altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual puede representar una contingencia ambiental y daño grave a la salud humana y al medio ambiente.

Asimismo, por su ubicación, es propenso al paso de tormentas extremas e inundaciones dado que cuenta con niveles topográficos bajos, lo que lo hace susceptible a la inundación durante eventos climáticos excepcionales. Esta baja elevación aumenta la exposición y vulnerabilidad del área ante posibles incrementos en los niveles de agua. Asimismo, la erosión de línea de costa del sitio del proyecto es inminente dado el incremento en la intensidad de eventos meteorológicos extremos.

La erosión de las playas es la problemática más importante a la que las costas de Quintana Roo y Mahahual se enfrentan, ya que la inestabilidad en la línea de costa conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo cual repercute en la falta de un área transitable y aprovechable para los usuarios de la playa asi como de hábitat para especies de flora y fauna.

Actualmente en el estado, la mitad de las playas requieren restauración activa (o bien el grado de deterioro es tal que ya es imposible cualquier acción de restauración). La otra mitad sólo requiere restauración pasiva y/o una estrategia estatal de conservación. Es decir, estos ecosistemas tienen el potencial de regenerarse de manera natural si se eliminan o controlan los impactos antrópicos o ambientales.

Aunado a lo anterior, en años recientes se ha presentado el arribo masivo de una macroalga parda marina a las costas del Mar Caribe Mexicano, las cuales han ocasionado problemas ambientales relacionados con el sector turístico, económico y de salud. El frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, no es la excepción a la problemática de los arribazones masivos de sargazo a las costas del Mar Caribe. La franja litoral se cubre parcialmente de toda suerte de materiales que son arrastrados por las corrientes marinas, por lo que es evidente el depósito de sargazo el cual se considera propio de todas las zonas de playa de la Entidad. El depósito de sargazo es un fenómeno de carácter regional, por lo que actualmente se mantiene cierto volumen de sargazo en la playa.

En esta zona, la afluencia masiva del sargazo y que se acumula y descompone en la zona de playa, provoca un aumento de la turbidez, disminución del oxígeno disuelto y la aparición de un color marrón en el agua que está afectando severamente al ambiente y especies de alto valor biológico. El depósito de sargazo es un fenómeno de carácter regional, sin embargo, la Costa Maya (donde se localiza Mahahual y Xcalac) es la principal afectada de todo el Estado de Quintana Roo, por los volúmenes y frecuencia en la que se recibe el sargazo, ya que no es un tema estacional si no permanente durante todo el año. La problemática del arribo del sargazo tiene consecuencias graves en las actividades económicas de la zona y la salud pública.

Con base a los resultados obtenidos durante el trabajo de campo y la bibliografía consultada para la zona, se concluye que el ecosistema del área de interés está constituido por seis diferentes tipos de ambientes, dos terrestre que corresponde al Matorral Costero y Playa Arenosa, y cuatro ambientes marinos definidos por la densidad de la cobertura de vegetación marina y arrecife rocoso. La cobertura bentónica predominante corresponde a comunidades de vegetación sumergida y sedimentos, con pastos marinos y macroalgas en la zona más cercana a la costa, y arrecife rocoso alejado de la costa.

De las especies de flora y fauna terrestre y marina registrada en el presente estudio de caracterización, solo 6 especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificada en su Anexo Normativo III en noviembre del 2019, de las cuales tres están amenazadas (A) y tres son protegidas (Pr).

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente (LGEEPA Art. 28).

Este capítulo tiene como objetivo identificar, describir y evaluar los impactos ambientales, que serán generados por la realización del proyecto "**Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach**" sobre el medio ambiente en las diferentes etapas de desarrollo, en apego a lo establecido en la guías para elaborar la manifestación de impacto ambiental de la SEMARNAT y el Artículo 12 del Reglamento de la LGEEPA, que le permitan a la autoridad ambiental dictaminar la presente manifestación de impacto ambiental modalidad particular.

V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El impacto ambiental, definido por la LGEEPA (Art. 3, Fracción XIX), es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA Art. 28).

Para identificar los impactos ambientales de proyectos en zonas costeras de forma realista, funcional y poco subjetiva, éstos deben analizarse bajo la óptica del manejo de ecosistemas costeros. Esto es, considerar a dichos ecosistemas como sistemas complejos y dinámicos que pueden mostrar cambios a niveles más altos derivados de acciones y procesos que ocurran a niveles menores, así como incluir la interconectividad e interdependencia de los componentes naturales y enfatizar la importancia de la estructura y función de los ecosistemas que proveen bienes y servicios ambientales (Curtin y Prellezo 2010).

Basados en lo anterior se identificaron tres diferentes niveles de complejidad ecológica sobre los cuales pudieran generarse impactos derivados de las acciones del proyecto. Estos niveles son (Error! Reference source not found.):

- **Ecosistemas:** unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LGEEPA Art. 3º fracción XIII).
- **Procesos naturales:** serie ordenada de eventos naturales cuya dinámica y magnitud determinan la funcionalidad de un ecosistema y pueden influenciar las condiciones ambientales locales, regionales o globales (Naeem et al. 1999).
- **Elementos naturales:** elementos químicos, físicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre (LGEEPA Art. 3º fracción XV).

Los métodos y técnicas para la identificación de los impactos ambientales están destinados a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales. Como es sabido, el análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana (Espinoza, 2001).

Por lo anterior, para la identificación de los impactos ambientales que serán generados por la implementación del presente proyecto, se implementó una metodología a través de la cual se pueden estimar los impactos provocados por la ejecución del proyecto y reducir la subjetividad en la detección y valoración de los mismos, la cual consiste en los siguientes pasos:

- Identificación de las **acciones del proyecto susceptibles de producir impactos**, las cuales se derivan de las obras y actividades que componen el proyecto;
- Identificación de los **elementos del entorno susceptibles de recibir impactos** por parte de las acciones que componen el proyecto;
- **Identificación de los impactos ambientales** a través de listas de chequeo y matrices de interacción.

V.1.1 **Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos**

Para efectos de la evaluación del impacto ambiental se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea, 2002), y para lo cual es clave la descripción de las obras y actividades del proyecto. Dado que el proyecto consiste en realizar obras y actividades de protección costera, con lo que se espera minimizar el proceso erosivo del sitio del proyecto, así como, minimizar el recale masivo de sargazo y residuos sólidos, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente, contribuyendo en la conservación de especies nativas y protegidas y mejorando el uso recreativo-turístico, cuyo papel es de vital importancia para la economía de la región, la descripción de las obras y actividades se presentan en la **Tabla V_ 1**.

Tabla V_ 1. Obras y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos.

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	CÓDIGO
Preparación del sitio	Delimitación topográfica de las áreas de aprovechamiento	1
Construcción	Geotubo estabilizador de playa	2
	Relocalización de arena	3
	Recubrimiento con madera y pasarelas de conexión	4
	Colocación de barrera de contención de sargazo	5
	Presencia de trabajadores	6

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	CÓDIGO
Operación y Mantenimiento	Operación Geotubo Estabilizador	7
	Operación recubrimiento de madera y pasarelas de conexión	8
	Operación barrera de contención de sargazo	9
	Mantenimiento de las obras del proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach"	10

V.1.2 **Elementos del entorno susceptibles de recibir impactos**

El Ambiente, tal y como lo define la LGEEPA (Art. 3 Fracción I), es el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados; y el entorno es la parte de ese ambiente que interacciona con el proyecto.

Por su parte, se define factor ecológico, a todos los elementos del ambiente susceptibles de actuar directamente sobre los seres vivos, por lo menos durante una etapa de su desarrollo. Para efectos del presente análisis, se consideraron los siguientes elementos, procesos y ecosistemas:

- **Ecosistemas:** unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LGEEPA Art. 3º fracción XIII).
- **Procesos naturales:** Serie ordenada de eventos naturales cuya dinámica y magnitud determinan la funcionalidad de un ecosistema y pueden influenciar las condiciones ambientales locales y regionales.
- **Medio socio-económico:** Sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales y económicas en general de las comunidades humanas o de la población que se localizan en el sitio del proyecto.
- **Medio conceptual:** El patrimonio paisajístico caracterizado por las unidades singulares de valor especial, que corresponden a atributos estéticos, o rasgos singularmente atractivos.
- **Elementos bióticos y abióticos:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre (LGEEPA, Art. 3 Fracción XV).

En la **Tabla V_2**, se presentan los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos identificados para el proyecto. En total se identificaron 9 factores susceptibles de recibir impactos.

Tabla V_ 2. Elementos ambientales e indicadores de impacto del proyecto.

ELEMENTOS AMBIENTALES	INDICADORES DE IMPACTO	CODIGO
UNIDADES DE PAISAJE		
Unidades Ambientales Terrestres (Playa Arenosa- Matorral Costero-Vegetación Hebácea)	Fragmentación de hábitat	UT
Unidades Ambientales Marinas (Arenal – Arenal vegetación sumergida – vegetación densidad media - octocorales)	Extensión y cobertura	UM
PROCESOS NATURALES		
Erosión costera	Retroceso línea costa	EC
MEDIO NATURAL		
Aire	Calidad	A
Suelo	Calidad	SC
	Relieve	SR
Agua	Calidad	AC
Flora	Diversidad y Abundancia	FLD
Fauna	Diversidad y Abundancia	FAD
MEDIO CONCEPTUAL		
Paisaje	Calidad	PC
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO		
Recursos Humanos	Calidad de vida	RHC
	Salud y seguridad	RHS
Economía	Empleo	EM
	Economía Local	EL

V.1.3 **Identificación de Impacto Ambientales**

La identificación de los impactos ambientales es el paso más importante en la evaluación de impacto ambiental, y las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación. En la literatura especializada se registran numerosas propuestas, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas para la identificación de impactos. La metodología usada para realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales producto de la construcción del presente proyecto, se basó en el documento denominado “Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental” (Espinoza, 2001), y fue a través de las técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental correspondiente a **Listas de Chequeo**.

V.1.4 **Evaluación de Impactos Ambientales**

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente (LGEEPA Art. 28).

Para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados, el valor se establece en función de 11 características, siendo la primera de ellas la naturaleza del efecto (positivo o negativo) y las restantes la caracterización de incidencia del proyecto sobre los distintos factores y atributos ambientales.

De esta forma se construyó una expresión numérica que es aplicada para cada impacto ambiental y resume la interacción del mismo con cada factor y atributo ambiental potencialmente afectado:

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

donde:	**I**	= Importancia del impacto	**RV**	= Reversibilidad
	±	= Signo	**SI**	= Sinergia
	IN	= Intensidad	**AC**	= Acumulación
	EX	= Extensión	**EF**	= Efecto
	MO	= Momento	**PR**	= Periodicidad
	PE	= Persistencia	**MC**	= Recuperabilidad

V.2. **CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

La caracterización de los impactos implica identificar, evaluar, valorar y jerarquizar los impactos ambientales positivos, negativos o nulos que se generan en el medio que se desarrollan los proyectos. Puede ser de tipo cualitativo o cuantitativo según el impacto identificado, la metodología usada y la información disponible.

Los aspectos que se deben de tomar en cuenta al realizar la caracterización de los impactos son:

- Identificar si es un nuevo desarrollo o corresponde a una modificación del proyecto existente.
- Considerar si en la ubicación del proyecto existen factores que han provocado un cambio en el ambiente o corresponde a un sitio sin perturbación.

Se deben de contemplar los impactos ambientales perceptibles a nivel del Sistema Ambiental y en particular del Área de Influencia, y cuales tendrán únicamente un impacto puntual en el área del proyecto:

- **Área de influencia directa del proyecto (AID):** El área de influencia directa del proyecto se considera como el área puntual o local donde se desarrolla el proyecto. El **AID** se circunscribe a la superficie del proyecto, área donde se realizarán las actividades y obras propuestas por el proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach". **El proyecto se desarrollará en una superficie total de 13,910.23 m2**, de la cual el 28.11% será un aprovechamiento permanente por la instalación del geotubo estabilizador de playa (tubos de geotextil

rellenos de arena, tapate antisocavación y recubrimiento de madera) y pasarelas de madera, mientras que el 69.16% será un aprovechamiento temporal en las zonas de disposición de arena para el relleno de los tubos de geotextil.

- **Área de influencia indirecta del proyecto (AII):** El área de influencia indirecta del proyecto se considera como la zona hasta donde llegarán los efectos de los impactos ambientales a generarse con el desarrollo del proyecto; la magnitud de impacto es menor comparado con el área puntual. El **AII** corresponde al **polígono de coordenadas extremas del proyecto con una superficie de 206,001.18 m2 (20.60 Has).**

- **Sistema Ambiental (SA): El Sistema Ambiental (SA)** identificado para el proyecto cuenta con una superficie total de **882,241.44 m2 (88.22 Has).**

De acuerdo con el tipo de impacto se estableció clasificar los indicadores ambientales acorde con el nivel de delimitación del proyecto, tomando en cuenta sus características y la fuente del impacto; es decir, los impactos tipo residuales o sinérgicos que se definen como un impacto que reside después de la aplicación de medidas de mitigación y aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente, habitualmente se analizan en el SA ya que su dinámica depende de su interacción a este nivel.

V.2.1 **Lista de Chequeo**

Una vez identificadas las actividades que podrían generar un impacto en el ambiente y los factores ambientales que se verían afectados, los posibles impactos ambientales resultantes del proyecto se identificaron mediante listas de chequeo. En las listas de chequeo para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del proyecto, se presenta el análisis de los factores ambientales susceptibles de ser impactados de acuerdo al nivel de impacto por las diferentes actividades que componen el proyecto y los tipos de impactos (positivos y negativos) que podrán ser generados por su interacción. Como resultado de dicho análisis, puede observarse que del total de impactos (50), 27 corresponden a impactos negativos y 23 a impactos positivos (**Figura V_ 1**).

Aunado a lo anterior, puede observarse que del total de impactos (50), se identificó que 23 impactos se manifestarán en el área de influencia directa del proyecto correspondientes a las áreas de aprovechamiento permanente y temporal de las obras del proyecto de contención de residuos y protección de playas, 22 en el área de influencia indirecta correspondiente al polígono de coordenadas extremas, mientras que 5 se manifestarán en el Sistema Ambiental (**Figura V_ 2**).

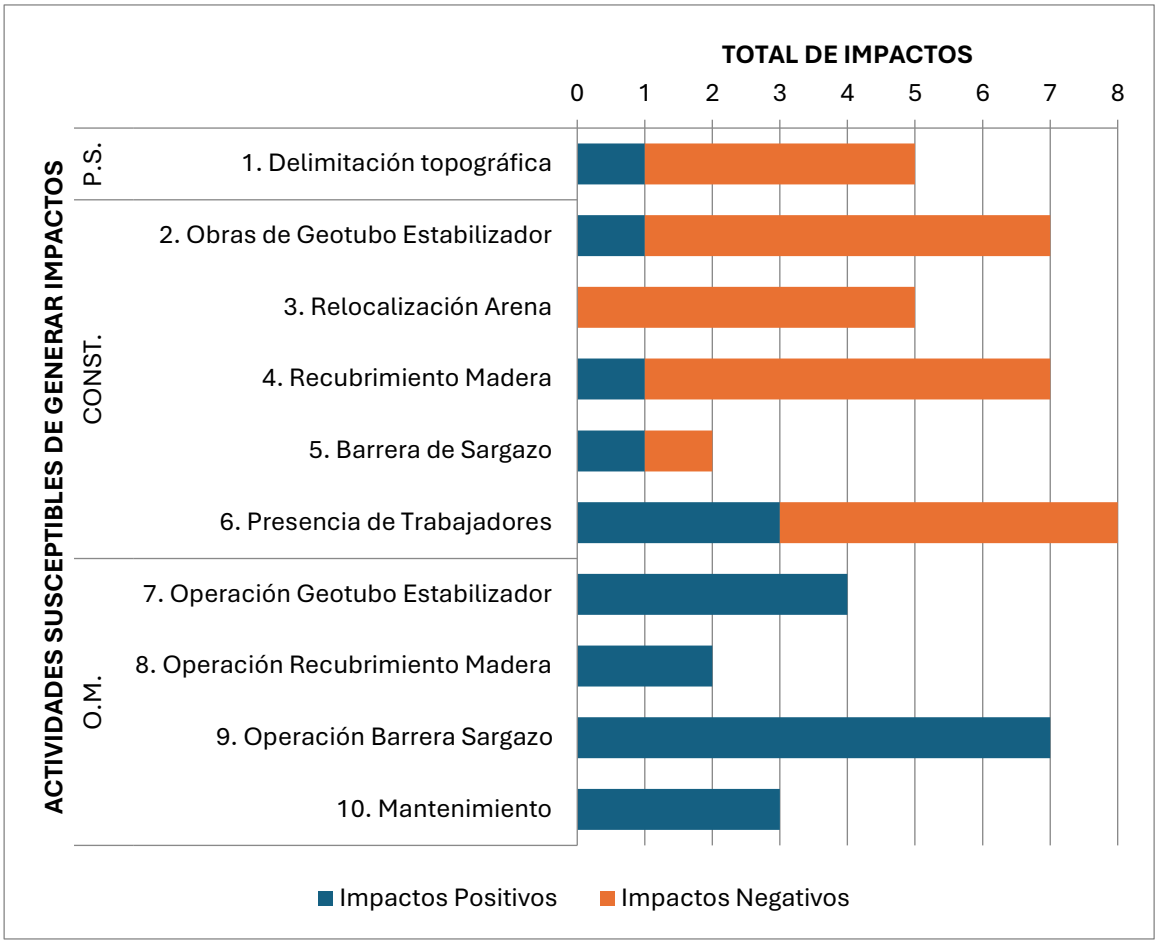


Figura V_ 1. Total de impactos susceptibles de ser generados por el proyecto.

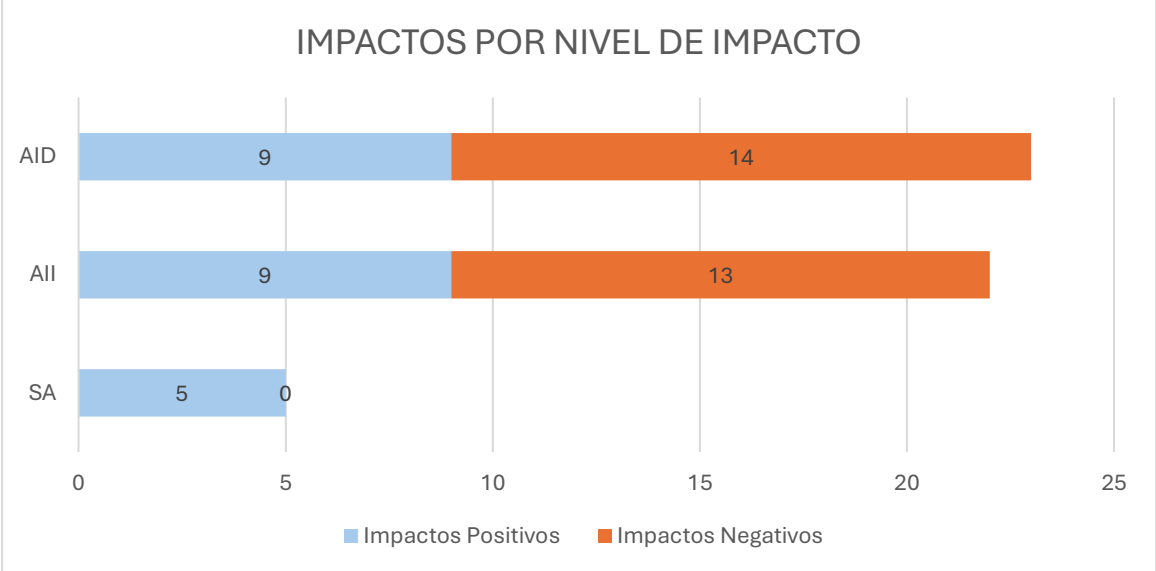


Figura V_ 2. Total de impactos susceptibles de ser generados por el nivel de impacto.

V.2.2 **Evaluación de los impactos ambientales**

Los resultados de ponderación y valoración de los impactos permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, y de este modo conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.

El proyecto generará un total de 50 impactos ambientales (100%) de los cuales el 46% serán positivos (23 impactos), el 20% se consideran irrelevantes ya que sus alteraciones serán de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio (10 impactos), y el 34% se consideran moderados para los cuales se cuenta con medidas de mitigación y prevención (17 impactos). En la **Figura V_ 3** la distribución de los impactos ambientales positivos, irrelevantes y moderados identificados para el proyecto de acuerdo con el nivel de impacto correspondiente.

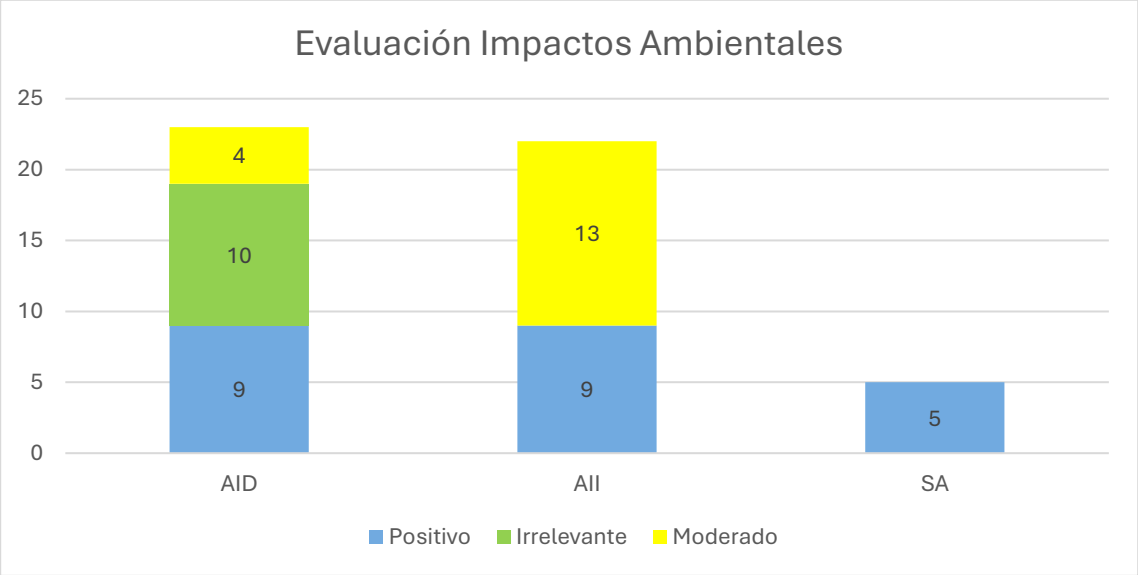


Figura V_ 3. Diagrama del análisis de impactos ambientales.

V.2.3 **Análisis de resultados**

Una vez identificados los impactos potenciales que pueden producirse por la interacción de las actividades del proyecto sobre los factores ambientales, de acuerdo con la metodología seleccionada, en la tabla a continuación la descripción de los impactos ambientales de acuerdo a su incidencia en el área de influencia directa (**Tabla V_ 3**), indirecta (**Tabla V_ 4**) y Sistema Ambiental (**Tabla V_ 5**).

Tabla V_ 3. Descripción de los impactos potenciales en el área de influencia directa derivados de la implementación del proyecto.

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
Aire - Calidad				
A-2 -19		X		Impactos **negativos irrelevantes** por parte de las **obras de geotubo estabilizador, relocalización de arena y recubrimiento de madera** sobre el factor "**Aire**". Los niveles de ruido generados por el equipo de hincado de pilotes serán temporales, y no rebasarán los límites máximos establecidos en norma, y ocurrirán en horas laborables. Se generarán emisiones a la atmósfera producto de la combustión interna de los motores de la maquinaria y equipo. Estas emisiones ocurrirán durante la etapa de construcción. Se espera, dadas las condiciones locales de viento y calidad del aire, una rápida dispersión atmosférica de éstas. Los impactos ambientales irrelevantes se consideran de esta manera ya que sus alteraciones son de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio.
A-3 -19		X		
A-4 -19		X		
Suelo - Calidad				
SC-1 -19	X			Impacto **negativo irrelevante** por parte de la **delimitación topográfica** de las áreas de aprovechamiento sobre el factor "**Suelo**" durante la etapa de preparación del sitio. Con ayuda de un GPS se seguirá el trazo marcado por el topógrafo en un dibujo en planta para alinear las estructuras, en el fondo los buzos colocarán una serie de anclas provisionales del tipo empotrable por lo que se podría afectar el fondo marino de las áreas de aprovechamiento. Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos. Los impactos ambientales irrelevantes se consideran de esta manera ya que sus alteraciones son de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio.
SC-6 -23		X		Impacto **negativo irrelevante** por parte de la **presencia de trabajadores** sobre el factor "**Suelo**". Se refiere a la posible contaminación del suelo por la generación de residuos en las diferentes etapas del proyecto. Se generarán de manera mínima residuos de restos derivados de la instalación de las obras. Estos son correspondientes a sobrantes de las actividades de obra, tales como retazos de textiles de los geotubos, retallos de mallas, cabos, restos de madera y tornillería. Lo anterior se atribuye a las características de la obra y se espera un desperdicio del 1% del total de los materiales utilizados. Esto es debido a que la gran mayoría del

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
				material será llevado al sitio cortado conforme a diseño y solamente se harán pequeños ajustes, por lo que no se realizarán preparación de material en el sitio, sino únicamente la instalación y el armado. Aunado a lo anterior, serán generados residuos de alimentos de los trabajadores que serán orgánicos, inorgánicos y de tipo doméstico consistentes en empaques, recipientes y restos de contenedores desechables. La generación de residuos por parte de la presencia de los trabajadores es mínima en contraste con los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual puede derivar en una contingencia ambiental. Dichos residuos representan un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio. Los impactos ambientales irrelevantes se consideran de esta manera ya que sus alteraciones son de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio.
Suelo - Relieve				
SR-2 -34		**X**		Impactos **negativos moderados** por parte de las **obras de geotubo estabilizador de playa y relocalización de arena** sobre el factor "**Relieve del Suelo**" durante la etapa de construcción derivado de cambios en topografía submarina por la colocación de los geotextil rellenos de arena en las áreas de aprovechamiento permanentes (3,910.23 m2) y relocalización de arena en las áreas de aprovechamiento temporal por actividades de succión de arena (10,000.00 m3). Durante la caracterización del sistema ambiental, se localizaron zonas para la disposición de arena para el relleno de los tubos de geotextil con una superficie de 10,000 m² en dos polígonos. Estas áreas, poseen arena en cantidad abundante y no tienen cobertura de pastos marinos. El transporte de sedimento en esta parte es de importancia, por lo que la recuperación de las zonas de disposición de material se dará en corto plazo. Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos. Para los impactos ambientales moderados se cuenta con medidas de mitigación y prevención.
SR-3 -34		**X**		
SR-8 34			**X**	**Impacto positivo** por parte de la **operación del recubrimiento** de madera sobre el factor "**Suelo Relieve**" derivado de la

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
				minimización del intemperismo de los tubos de geotextil que componen el geotubo estabilizador de playa por la radiación solar para alargar su vida útil. Los materiales sufren desgaste de manera natural, por lo que es necesario el recubrimiento para garantizar su integridad a largo plazo y minimizar las composturas.
SR-4 -25		**X**		Impactos **negativos irrelevantes** por parte de las obras de **recubrimiento con madera, pasarelas de conexión y barrera de sargazo** sobre el factor "**Relieve del suelo**" durante la etapa de construcción por el hincado de pilotes de madera y colocación de anclajes. Para el hincado de pilotes se usará chifón de agua a presión que ayuda a que el pilote se hunda por su propio peso se hinca a una profundidad que asegure la estabilidad del elemento. Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos. Los impactos ambientales irrelevantes se consideran de esta manera ya que sus alteraciones son de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio.
SR-5 -25		**X**		
Flora y Fauna – Diversidad y Abundancia				
FLD-1 -19	**X**			Impacto **negativo irrelevante** por parte de la **delimitación topográfica** de las áreas de aprovechamiento sobre el factor "**Flora y Fauna**" durante la etapa de preparación del sitio. Con ayuda de un GPS se seguirá el trazo marcado por el topógrafo en un dibujo en planta para alinear las estructuras, en el fondo los buzos colocarán una serie de anclas provisionales del tipo empotrable las cuales podrían afectar vegetación acuática sumergida y fauna sesil. Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos. Los impactos ambientales irrelevantes se consideran de esta manera ya que sus alteraciones son de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio.
FAD-1 -19	**X**			
Paisaje - Calidad				
PC-1 -19	**X**			Impacto **negativo irrelevante** por parte de la **delimitación topográfica** de las áreas de aprovechamiento sobre el factor "**Calidad del Paisaje**" durante la etapa de preparación del sitio derivado de la dispersión de residuos sólidos en el sitio del proyecto por inadecuada disposición y/o defecación al aire libre lo cual puede generar malos olores y proliferación de fauna nociva.

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
				La generación de residuos por parte de la presencia de los trabajadores es mínima en contraste con los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual puede derivar en una contingencia ambiental. Dichos residuos representan un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio. Los impactos ambientales irrelevantes se consideran de esta manera ya que sus alteraciones son de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio.
PC-2 -30		**X**		Impacto **negativo moderado** por parte de las **obras de geotubo estabilizador de playa y recubrimiento de madera** sobre el factor "**Paisaje**" durante la etapa de construcción derivado de cambios visuales en el sitio del proyecto por la presencia de obras y actividades de construcción, así como, personal laborando en la colocación de los geotextiles rellenos de arena, hincado de pilotes y recubrimiento de madera. Estas actividades son temporales y se llevarán a cabo en un periodo de 8 meses de acuerdo con el programa de trabajo. Para los impactos ambientales moderados se cuenta con medidas de mitigación y prevención.
PC-4 -27		**X**		
PC-8 34			**X**	**Impacto positivo** por parte de la operación y mantenimiento de las obras de contención de residuos y protección de playas con lo que se espera minimizar el recale masivo de altos contenidos de basura y desechos sólidos al sitio del proyecto, minimizar el proceso erosivo al que se enfrentan las playas, así como, frenar los arribazones de sargazo, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente.
Recursos Humanos – Calidad de Vida				
RHC-6 20		**X**		**Impacto positivo** por parte de la "**presencia de trabajadores" y "operación y mantenimiento**" sobre el factor "**Recursos Humanos Calidad de Vida**" consistente en la mejora en la calidad de vida de la población por consecuencia de un trabajo que aporte ingresos a la economía familiar. Los elementos sociales y económicos en el sitio del proyecto se concentran en las localidades o asentamientos humanos próximos, específicamente Xcalac y Mahahual; las cuales son la base en la economía y el ámbito social del sitio del proyecto por lo que se estarían generando oferta laboral.
RHC-10 28			**X**	
Recursos Humanos – Salud y Seguridad				
RHS-6 20		**X**		**Impacto positivo** por parte de la "**presencia de trabajadores" y "operación y mantenimiento**" sobre el factor "**Recursos Humanos**" consistente en Prestaciones de Ley.
RHS-10 28			**X**	

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
				En el proyecto, en todas sus etapas, el personal contará con las prestaciones de ley entre los más importantes destaca el servicio de Seguro Social garantizando el bienestar y salud tanto de los trabajadores como de sus respectivas familias. Es importante señalar que se contará además con el equipo indispensable de primeros auxilios para eventuales accidentes laborales. Por otro lado, se cumplirá con las normas referentes a seguridad e higiene durante todas las etapas del proyecto, por lo tanto, los trabajadores contaran con equipo de protección personal (botas, guantes, cubrebocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen.
Economía - Empleo				
ET-1 19	**X**			**Impacto positivo** por parte de la **delimitación topográfica, presencia de trabajadores y mantenimiento** de las áreas de aprovechamiento sobre el factor "**Economía Empleo**" durante la etapa de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento consistente en la generación de empleos temporales y permanentes durante la construcción y operación del proyecto del proyecto. Durante la construcción, se requiere de la elaboración de estudios y trámites para obtener autorizaciones, licencias, permisos y similares que sean requisito para la realización del presente proyecto ante las dependencias gubernamentales correspondientes (federales, estatales y/o municipales), para lo cual se necesita de la contratación de mano de obra calificada para realizar estos estudios y tramites, así como, se requerirá de la contratación de mano de obra (ingenieros, arquitectos, biólogos, supervisores, encargado de obra, cabo, buzos, operadores de lancha y ayudantes en general, etc.,) para realizar las actividades de construcción del proyecto. Durante la operación del proyecto, se generarán empleos permanentes para el mantenimiento del geotubo estabilizador, recubrimiento de madera y colocación y reparación de la malla de contención de sargazo.
ET-6 20		**X**		
EP-10 28			**X**	

Tabla V_ 4. Descripción de los impactos potenciales en el área de influencia indirecta derivados de la implementación del proyecto.

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
Aire - Calidad				
AC-2 -28		**X**		Impacto **negativo moderado** por parte de las **obras de geotubo estabilizador de playa y relocalización de arena** sobre el factor "**Calidad de Agua**" durante la etapa de construcción derivado de la afectación de la calidad del agua por sedimentos en suspensión que generan turbidez.
AC-3 -28		**X**		

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
				Personal realizará el llenado de los tubos de geotextil mediante mangueras. Se manipulará la succión de agua y arena a través de las bombas sumergibles dirigiéndola hacia las bocas de llenado de la sección de tubos que se está colocando. El agua se filtrará por la tela del tubo dejando la arena dentro del mismo hasta llenarlo a la altura de diseño. Una vez relleno el tubo se amarra la boca de llenado para sellarla y se procede a posicionar y rellenar el siguiente elemento hasta terminar la conformación de cada sección del geotubo estabilizador de playa. Se colocará alrededor del área de trabajo una malla antidispersión de geotextil para contener el sedimento. Esto se realizará de manera previa al inicio de los trabajos de construcción. Esta malla es un elemento de polipropileno tejido con trama cerrada, inhibido contra luz solar de alta resistencia. Durante su uso se desarrolla una capa que aumenta la retención de finos en suspensión en presencia de agua
AC-4 -28		**X**		Impacto **negativo moderado** por parte de la actividad de "**recubrimiento de madera y presencia de trabajadores**" sobre el factor "**Calidad de Agua**" durante la etapa de construcción derivado de la contaminación del agua marina por hidrocarburos y/o residuos de madera y/o residuos sólidos urbanos derivado de una mala disposición de residuos. Para los impactos ambientales moderados se cuenta con medidas de mitigación y prevención.
AC-6 -28		**X**		
AC-9 36			**X**	**Impacto positivo** por parte de la operación de la barrera de sargazo sobre el factor "Calidad de Agua" derivado de la contención del arribo de residuos con lo que se espera minimizar el recale masivo de altos contenidos de basura y desechos sólidos al sitio del proyecto y frenar los arribazones de sargazo, mejorando con esto la calidad del agua y suelo al evitar concentraciones de sargazo en descomposición en la zona de playa, la coloración marrón del agua y la sedimentación de restos de sargazo en la zona marina.
Suelo - Calidad				
SC-9 36			**X**	**Impacto positivo** por parte de la operación de la barrera de sargazo sobre el factor "Calidad de Suelo" derivado de la contención del arribo de residuos con lo que se espera minimizar el recale masivo de altos contenidos de basura y desechos sólidos al sitio del proyecto y frenar los arribazones de sargazo, mejorando con esto la calidad del agua y suelo al evitar concentraciones de sargazo en descomposición en la zona de playa, la coloración marrón del agua y la sedimentación de restos de sargazo en la zona marina.
Flora y Fauna – Diversidad y Abundancia				
FLD-2 -26		**X**		Impacto **negativo moderado** por parte de las **obras de geotubo estabilizador de playa, relocalización de arena y recubrimiento de madera** sobre el factor "**Flora y Fauna**" durante la etapa de construcción derivado del cambio en la abundancia y diversidad de especies debido a la presencia de las obras y actividades del proyecto.
FLD-3 -26		**X**		
FLD-4 -26		**X**		

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
				En el sistema ambiental del proyecto, se identificaron seis diferentes tipos de ambientes, dos terrestre que corresponde al Matorral Costero y Playa Arenosa, y cuatro ambientes marinos definidos por la densidad de la cobertura de vegetación marina y arrecife rocoso. La cobertura bentónica predominante corresponde a comunidades de vegetación sumergida y sedimentos, con pastos marinos y macroalgas en la zona más cercana a la costa, y arrecife rocoso alejado de la costa. En la caracterización biológica del SA se identificó la presencia de especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 las cuales corresponden a los pastos marinos *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* y *Thalassia testudinum*, así como, el pez *Scarus taeniopterus* y el gorgonáceo *Plexaurella sp*. Por su parte, para las especies de fauna que habitan en el sitio del proyecto, se registró la presencia de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*). Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena libre de vegetación y fauna sésil. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos. Para los impactos ambientales moderados se cuenta con medidas de mitigación y prevención.
FLD-6 -28		**X**		Impacto **negativo moderado** por parte de la actividad de "**presencia de trabajadores**" sobre el factor "**Diversidad y Abundancia de Flora y Fauna**" durante la etapa de construcción derivado de la afectación a la flora y fauna silvestre por extracción de ejemplares por desconocimiento del personal que trabajará en el sitio del proyecto. En la caracterización biológica del SA se identificó la presencia de especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 las cuales corresponden a los pastos marinos *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* y *Thalassia testudinum*, así como, el pez *Scarus taeniopterus* y el gorgonáceo *Plexaurella sp*. Por su parte, para las especies de fauna que habitan en el sitio del proyecto, se registró la presencia de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*). Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos.
FAD-6 -28		**X**		
FAD-2 -26		**X**		Impacto **negativo moderado** por parte del geotubo estabilizador de playa**, relocalización de arena y recubrimiento de madera**

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
FAD-3 -26		X		sobre el factor "**Diversidad y Abundancia de Fauna**" derivado de cambio en la abundancia y diversidad de especies debido a la presencia de las obras y actividades del proyecto. Las obras y actividades permanentes del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos, y sin presencia de fauna sésil. Aunado a lo anterior, y en relación con las obras temporales, durante la caracterización del sistema ambiental, se localizaron zonas para la disposición de arena para el relleno de los tubos de geotextil con una superficie de 10,000 m² en dos polígonos. Estas áreas, poseen arena en cantidad abundante y no tienen cobertura de pastos marinos o fauna sésil. Para los impactos ambientales moderados se cuenta con medidas de mitigación y prevención.
FAD-4 -26		X		
FAD-9 33			X	Mejoramiento de la calidad ambiental de la fauna al aumentar la infiltración de la luz por ausencia de sargazo y disminución de la coloración marrón.
FLD-9 33			X	Mejoramiento de la calidad ambiental de la flora al aumentar la infiltración de la luz por ausencia de sargazo y disminución de la coloración marrón.
Paisaje - Calidad				
PC-6 -28		X		Impacto **negativo moderado** por parte de la **presencia de trabajadores** sobre el factor "**Calidad del Paisaje**" durante la etapa de construcción derivado de la dispersión de residuos sólidos en el sitio del proyecto por inadecuada disposición y/o defecación al aire libre lo cual puede generar malos olores y proliferación de fauna nociva. La generación de residuos por parte de la presencia de los trabajadores es mínima en contraste con los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual puede derivar en una contingencia ambiental. Dichos residuos representan un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio. Los impactos ambientales irrelevantes se consideran de esta manera ya que sus alteraciones son de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio.
PC-7 33			X	**Impacto positivo** por parte de la **operación del geotubo estabilizador de playa** sobre el factor **paisaje** derivado de la presencia de un área transitable y aprovechable para los usuarios del proyecto Costa Maya Sands and Beach.

CÓDIGO	ETAPA			DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	P.S.	C	O.M.	
				La orientación y forma del geotubo estabilizador de playa, provocará que una parte de la energía del oleaje incidente sea reflejada por el geotubo, y otra parte sea difractada generando un abanico de olas que tienden a converger en un punto entre el geotubo estabilizador y la costa. Esta situación propiciará que la arena se deposite enfrente de la estructura generando una saliente. La formación o depósito de arena al crecer lo suficiente, retendrá la arena con lo que se estabilizará la playa.
PC-9 36			**X**	**Impacto positivo** por parte de la **operación de la barrera de sargazo** sobre el factor **paisaje** derivado del mejoramiento del paisaje del proyecto mediante la disminución de recale de sargazo y residuos al sitio del proyecto. El proyecto "**Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach**" pretende realizar obras y actividades de protección costera, con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros), lo cual puede derivar en una contingencia ambiental, así como, minimizar el proceso erosivo del sitio del proyecto y recale de sargazo, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente.
Economía - Empleo				
EL-2 21		**X**		**Impacto positivo** por parte de las actividades a desarrollarse durante la construcción sobre el factor "**Economía Local**" consistente en la adquisición de materiales de la construcción tubos de geotextil y madera dura de la región.
EL-4 22		**X**		
EL-5 22		**X**		

Tabla V_ 5. Descripción de los impactos potenciales en el sistema ambiental derivados de la implementación del proyecto.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
EC-7 35	Impacto positivo por parte de las obras que componen el proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach". El proyecto consiste en una serie de obras y actividades de preservación costera, con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual representa un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente. El proyecto pretende llevar a cabo las siguientes obras y actividades:
SR-7 35	
UM-9 38	
UT-7 35	
UT-9 38	

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	1. **Geotubo estabilizador de playa:** Instalación de un geotubo estabilizar de playa de 285 metros de largo por 12.8 metros de ancho, paralelo a la línea costa para mitigar el efecto del oleaje, así como, minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo. Estará fabricado a base de tubos de geotextil rellenos de arena la cual se obtendrá de la zona marina cercana mediante bomba sumergible y manguera. 2. **Colocación de barrera de contención de sargazo:** Colocación de dos secciones de malla de contención de sargazo en cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 70 metros de largo cada una para minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo. 3. **Conexión de la playa al geotubo estabilizar de playa:** Colocación de dos pasarelas de madera dura de la región a cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 75 metros de largo por 1.5 metros de ancho para permitir el acceso desde la playa hacia el geotubo estabilizador de playa al personal de mantenimiento para recolectar los altos contenidos de residuos sólidos que se acumulen detrás del geotubo, así como, para dar mantenimiento a los tubos de geotextil. 4. **Recubrimiento con madera:** Colocación de una cubierta de madera dura de la región sobre el geotubo estabilizador de playa, de 285 metros de largo por 7.5 metros de ancho, con el objetivo de minimizar el intemperismo de los tubos de geotextil por la radiación solar y alargar su vida útil. El recubrimiento de madera se colocará posteriormente, una vez que se haya logrado minimizar el recale de residuos sólidos y sargazo al sitio del proyecto, así como, estabilización de la línea de costa. Con lo antes mencionado, se espera se generen los siguientes impactos positivos: • Disminución en el recale masivo de residuos y sargazo al sitio del proyecto. Dichos residuos representan un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio. • Minimizar el proceso de erosión costera en el sitio del proyecto y sus colindancias y captación de arena en la línea de costa por disminución en la intensidad del oleaje • Protección de los ecosistemas terrestres al conservar la zona de playa y habitat para la flora y fauna, así como, marinos al disminuir la presencia de sargazo flotante, en descomposición asentado sobre el sustrato y la coloración marrón que impide la filtración de los rayos solares.

V.3. **CONCLUSIÓN**

El proyecto “Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach”, de acuerdo con el análisis de las listas de chequeo para las etapas de preparación del sitio,

construcción y operación y mantenimiento del proyecto, generará un total de 50 impactos ambientales, de los cuales el 46% serán positivos (23 impactos), el 20% se consideran irrelevantes ya que sus alteraciones serán de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio (10 impactos), y el 34% se consideran moderados para los cuales se cuenta con medidas de mitigación y prevención (17 impactos).

Del total de impactos (50), se identificó que 23 impactos se manifestarán en el área de influencia directa del proyecto correspondientes a las áreas de aprovechamiento permanente y temporal de las obras del proyecto de contención de residuos y protección de playas, 22 en el área de influencia indirecta correspondiente al polígono de coordenadas extremas, mientras que 5 se manifestarán en el Sistema Ambiental.

De acuerdo el análisis previo, se considera que el desarrollo del proyecto no causará afectaciones irreversibles que pudieran poner en riesgo a los ecosistemas presentes, sus recursos naturales específicos, ni a las condiciones actuales del sitio, sino que además mejorará las condiciones del sitio del proyecto. El proyecto consiste en una serie de obras y actividades de protección costera, con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual representa un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio.

La promovente cuenta con medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales irrelevantes y moderados identificados para el proyecto, las cuales se describen de manera detallada en el **Capítulo VI**.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 30 indica que "*para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como* ***las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente*****".**

En este sentido y en cumplimiento a lo establecido por el Artículo 30 de la LGEEPA, en este capítulo se detallan las estrategias para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que se serán generados por la realización del proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach" que se identificaron, describieron y evaluaron en el Capítulo V de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del proyecto.

Aunando a las medidas de prevención y mitigación previamente establecidas para los impactos ambientales que pueda generar la implementación del proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach", se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación, prevención, atenuación, reducción o compensación, apegando el proyecto a la normatividad ambiental aplicable, para lo cual se presenta el Programa de Supervisión Ambiental el cual incluye los siguientes programas.

- Programa de Supervisión Ambiental
- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Manejo Integral de Fauna
- Programa de Manejo Integral de Vegetación
- Programa de Monitoreo Ambiental
    - Subprograma de Monitoreo de Calidad de Agua Marina
    - Subprograma de Monitoreo de Línea de Costa
    - Subprograma de Monitoreo de Flora y Fauna
    - Subprograma de Seguridad y Alerta Temprana a fenómenos meteorológicos
    - Plan para contingencias ambientales e hidrometeorológicas
- Programa de Vertimiento de Arena
- Programa de Capacitación y Difusión Ambiental

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVUALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De manera general y con base en los análisis realizados, es posible afirmar que la implementación del proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach", no compromete la existencia, estructura y función de los ecosistemas y recursos naturales involucrados tanto en su zona de influencia terrestre como marina. Lo anterior debido a que ha sido sometido a un delicado proceso de planificación ambiental y sienta las bases técnicas para la preservación de los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto Costa Maya Sands and Beach que han sido afectados por:

- **Altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos** que recalan constantemente en su frente de playa (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas lo que representa un daño grave al medio ambiente, a la fauna y a la salud humana.
- **Fuerte proceso de erosión costera** al que está sometido el predio y región por causas naturales. La erosión de las playas es la problemática más importante a la que las costas de Quintana Roo y Mahahual se enfrentan, ya que la inestabilidad en la línea de costa conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo cual repercute en la

falta de hábitat para especies de flora y fauna, así como, un área transitable y aprovechable para los usuarios de la playa.

- **Altos volúmenes de la macroalga parda marina *Sargassum sp.*** que en años recientes se ha presentado el arribo masivo a las costas del Mar Caribe Mexicano, ocasionado problemas ambientales relacionados con el sector turístico, económico y de salud. El depósito de sargazo es un fenómeno de carácter regional, sin embargo, la Costa Maya (donde se localiza Mahahual y Xcalac) es la principal afectada de todo el Estado de Quintana Roo, por los volúmenes y frecuencia en la que se recibe el sargazo, ya que no es un tema estacional si no permanente durante todo el año.

Las obras y actividad propuestas por el proyecto se encuentran estructuradas de tal manera que se puedan controlar los impactos ambientales previamente descritos los cuales representan un daño grave al medio ambiente, a la fauna y a la salud humana, así como, se garantice no solo el cumplimiento de la normatividad ambiental, sino que garantice la permanencia de los recursos naturales y permita así, que estos sigan brindando los bienes y servicios ambientales que le caracterizan.

Aunado a lo anterior, se han propuesto medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales que fueron descritas previamente, así como, un programa de monitoreo de las condiciones del sitio que garantizan el cumplimiento de las premisas establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

A continuación, la descripción de los diferentes pronósticos ambientales, sin proyecto, con proyecto sin medidas de mitigación y con proyecto con medidas de mitigación en cada uno de los factores susceptibles de ser impactados, así como, evaluación de alternativas.

VII.1. **PRONÓSTICO DEL ESCENARIO**

En la **Tabla VII_ 1** se presenta el comparativo de los diferentes pronósticos ambientales, sin proyecto, con proyecto sin medidas de mitigación y con proyecto con medidas de mitigación en cada uno de los factores susceptibles de ser impactados.

Tabla VII_ 1. Escenarios del proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach".

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
UNIDADES AMBIENTALES TERRESTRES		
En el sistema ambiental del proyecto, se identificaron dos ambientes terrestres: **Matorral Costero:** En el sitio de interés, se registra la presencia de vegetación de matorral costero en una superficie total de 22,066.78 m2 (2.21 Has) correspondiente al 2.50% de la superficie total caracterizada. En esta zona se observa la presencia de los 3 estratos dentro de este tipo de matorral costero. Como elementos de tipo arborescente se observa la presencia de *Cocos nucifera (Palma de Coco) y Coccoloba uvifera* (Uva de mar). Para el estrato arbustivo y herbáceo se registra a *Tournefortia gnaphalodes* (Sikimay), *Scaevola taccada* (Lechuga de mar) e *Hymenocallis littoralis* (Lirio de playa), mientras que para el herbáceo se encuentra *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa), *Ipomoea pes caprae* (riñonina) y *Dactyloctenium aegyptium.* **Playa Arenosa:** En el sitio de interés se registra la presencia de una franja de playa arenosa libre de vegetación en una superficie total de 16,842.90 m2 (1.68 Has) correspondiente al 1.91% del sistema ambiental, la cual se caracteriza por la poca	El proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach" consiste en una serie de obras y actividades de preservación costera (unidades ambientales terrestres), con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual representa un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente. El proyecto pretende llevar a cabo las siguientes obras y actividades: **Geotubo estabilizador de playa:** Instalación de un geotubo estabilizar de playa de 285 metros de largo por 12.8 metros de ancho, paralelo a la línea costa para mitigar el efecto del oleaje, así como, minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo. Estará	El proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach" consiste en una serie de obras y actividades de preservación costera (unidades ambientales terrestres), con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual representa un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente. El proyecto contará con un **Programa de Monitoreo Ambiental**. El programa considera que los recursos y ecosistemas críticos se monitorearán a través de indicadores de calidad ambiental asociados a la vegetación, fauna, biota marina y el recurso agua, considerando así evaluar la efectividad de las medidas propuestas para mitigar al máximo los impactos ambientales identificados.

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
amplitud que presenta derivado de los proceso de erosión de la línea de costa. En el sitio del proyecto, se observa la presencia de toda suerte de materiales de desecho (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) que son arrastrados por las corrientes marinas y depositados en el frente de playa del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope, por lo que se encuentran intercalados entre la vegetación. Aunado a lo anterior, se encuentra altamente impactada por el recale masivo del alga parda sargazo, fenómeno de carácter natural, por lo que actualmente se mantiene un alto volumen de sargazo en el frente de playa. El depósito de sargazo es un fenómeno de carácter regional, sin embargo, la Costa Maya (donde se localiza Mahahual y Xcalac) es la principal afectada de todo el Estado de Quintana Roo, por los volúmenes y frecuencia en la que se recibe el sargazo, ya que no es un tema estacional si no permanente durante todo el año. La problemática del arribo del sargazo tiene consecuencias graves en las actividades económicas de la zona y la salud pública.	fabricado a base de tubos de geotextil rellenos de arena la cual se obtendrá de la zona marina cercana mediante bomba sumergible y manguera. **Colocación de barrera de contención de sargazo:** Colocación de dos secciones de malla de contención de sargazo en cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 70 metros de largo cada una para minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo. **Conexión de la playa al geotubo estabilizar de playa:** Colocación de dos pasarelas de madera dura de la región a cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 75 metros de largo por 1.5 metros de ancho para permitir el acceso desde la playa hacia el geotubo estabilizador de playa al personal de mantenimiento para recolectar los altos contenidos de residuos que se acumulen detrás del geotubo, así como, para dar mantenimiento a los tubos de geotextil. **Recubrimiento con madera:** Colocación de una cubierta de madera dura de la región sobre el geotubo estabilizador de playa, de 285 metros de largo por 7.5 metros de ancho, con el objetivo de minimizar el intemperismo de los tubos de geotextil por la radiación solar y alargar su vida útil. Con lo antes mencionado, se espera se generen los siguientes impactos positivos:	

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
	Disminución en el recale masivo de residuos y sargazo al sitio del proyecto. Dichos residuos representan un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio. Minimizar el proceso de erosión costera en el sitio del proyecto y sus colindancias y captación de arena en la línea de costa por disminución en la intensidad del oleaje Preservación de los ecosistemas terrestres al conservar la zona de playa y habitat para la flora y fauna	
UNIDADES AMBIENTALES MARINAS		
En el sistema ambiental del proyecto, se identificaron cuatro ambientes marinos definidos por la densidad de la cobertura de vegetación marina y arrecife rocoso. **Arena:** Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y cuenta con una superficie total de 148,887.94 m2 (1.68 Has) y representa el 16.88% de la superficie total de caracterización. Está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos. La profundidad de esta zona varía entre 0 y 2 metros de profundidad. **Arena-Vegetación sumergida:** Es una franja paralela a la costa la cual cuenta con una superficie total de 73,281.29m2 (7.33 Has) y representa el 8.31% de la superficie caracterizada. Incluye áreas	El proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach" consiste en una serie de obras y actividades de preservación costera (unidades ambientales marinas), con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de sargazo que recalan por corrientes marinas, lo cual representa un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente. El proyecto pretende llevar a cabo las siguientes obras y actividades: **Geotubo estabilizador de playa:** Instalación de un geotubo estabilizar de playa de 285 metros de largo por 12.8 metros de ancho, paralelo a la línea	El proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach" consiste en una serie de obras y actividades de preservación costera (unidades ambientales terrestres), con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual representa un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente. El proyecto contará con un **Programa de Monitoreo Ambiental**. El programa considera que los recursos y ecosistemas críticos se monitorearán

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
donde predominan sedimentos arenosos y la vegetación tiene una distribución amplia pero cobertura menor al 10%. La profundidad de esta zona varía entre 2 y 3 metros de profundidad. **Vegetación sumergida:** Área muy extensa la cual cuenta con una superficie total de 542,914.29 m2 (54.29 Has) y representa el 61.54% de la superficie caracterizada. Incluye áreas que presentan un sustrato rocoso con una capa fina de sedimento donde la vegetación tiene distribución en parches y cobertura menor al 50%. La profundidad de esta zona varía entre 3 y 6 metros de profundidad. **Arrecife rocoso:** Área que se localiza a más de 600 metros de la línea de costa y cuenta con una superficie total de 78,248.22 m2 (7.82 Has) y representa el 8.87% de la superficie caracterizada. Esta zona presenta un sustrato rocoso con presencia principalmente de gorgónidos y corales escleractinos aislados con crecimiento intercalado de algas verdes. La profundidad de esta zona varía de 6 metros de profundidad en adelante conforme se aleja de la línea de costa. La Zona de Arena y las áreas con Arena-Vegetación sumergida colindantes, se ven seriamente afectadas debido a que la capa de sargazo sobre la superficie y turbidez del agua que impide el paso de la luz. La afluencia masiva del sargazo y que se acumula y descompone en la zona de playa, provoca un aumento de la turbidez, disminución del oxígeno disuelto y la aparición de un color marrón en el agua que está afectando	costa para mitigar el efecto del oleaje, así como, minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo. Estará fabricado a base de tubos de geotextil rellenos de arena la cual se obtendrá de la zona marina cercana mediante bomba sumergible y manguera. **Colocación de barrera de contención de sargazo:** Colocación de dos secciones de malla de contención de sargazo en cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 70 metros de largo cada una para minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo. **Conexión de la playa al geotubo estabilizar de playa:** Colocación de dos pasarelas de madera dura de la región a cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 75 metros de largo por 1.5 metros de ancho para permitir el acceso desde la playa hacia el geotubo estabilizador de playa al personal de mantenimiento para recolectar los altos contenidos de residuos que se acumulen detrás del geotubo, así como, para dar mantenimiento a los tubos de geotextil. **Recubrimiento con madera:** Colocación de una cubierta de madera dura de la región sobre el geotubo estabilizador de playa, de 285 metros de largo por 7.5 metros de ancho, con el objetivo de	a través de indicadores de calidad ambiental asociados a la vegetación, fauna, biota marina y el recurso agua, considerando así evaluar la efectividad de las medidas propuestas para mitigar al máximo los impactos ambientales identificados.

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
severamente al ambiente y especies de alto valor biológico.	minimizar el intemperismo de los tubos de geotextil por la radiación solar y alargar su vida útil. Con lo antes mencionado, se espera se generen los siguientes impactos positivos: Disminución en el recale masivo de sargazo al sitio del proyecto. Dichos residuos representan un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio. Preservación de los ecosistemas marinos al disminuir la presencia de sargazo flotante, en descomposición asentado sobre el sustrato y la coloración marrón que impide la filtración de los rayos solares.	
EROSIÓN COSTERA		
El terreno del proyecto Costa Maya Sands and Beach, se localiza en una zona donde es propenso al paso de tormentas extremas e inundaciones dado que cuenta con niveles topográficos bajos, lo que lo hace susceptible a la inundación durante eventos climáticos excepcionales. Esta baja elevación aumenta la exposición y vulnerabilidad del área ante posibles incrementos en los niveles de agua. Asimismo, la erosión de línea de costa del sitio del proyecto es inminente dado el incremento en la intensidad de eventos meteorológicos extremos. La erosión de las playas es la problemática más importante a la que las costas de Quintana Roo y	La erosión de línea de costa del sitio del proyecto es inminente dado que la intensidad y ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos incrementa, por lo que se requiere aplicar medidas para mejorar este ambiente. Con lo antes mencionado, la colocación de un geotubo estabilizador de playa paralelo a la costa a base de tubos de geotextil rellenos de arena se pretende llevar a cabo la preservación de los ecosistemas terrestres y estabilización de la línea de costa. Su diseño consideró el no interrumpir el paso de la arena a lo largo de la playa para no generar efectos	El proyecto contará con un **Programa de Manejo Integral de Residuos** que considera la disposición final adecuada de los residuos sólidos y líquidos. El proyecto contará con un **Programa de Supervisión Ambiental** que verificará que las medidas establecidas en el presente documento se implementen durante la construcción de la obra, así como, verificar la integridad de las obras planteadas y comportamiento de la zona costera. Para lograr lo antes mencionado, adicional se contará con los siguientes programas:

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
Mahahual se enfrentan, ya que la inestabilidad en la línea de costa conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo cual repercute en la falta de un área transitable y aprovechable para los usuarios de la playa asi como de hábitat para especies de flora y fauna. Asimismo, las aguas de origen y tipo tropical-caribeño que bañan este litoral del proyecto, corren de sur a norte, para entrar al Canal de Yucatán e ingresar eventualmente al Golfo de México. La tendencia básica (sur-norte) del flujo continúa de manera parcial hasta la porción norte de la costa del Caribe de México. La contracorriente (norte-sur) se establece con mayor claridad y fuerza entre dos puntos prominentes del litoral. La mezcla de ambos flujos forma giros de amplitud variable y de forma longitudinalmente alargada cuyo flujo resultante se dirige hacia la costa. El patrón de corrientes generadas por oleaje y mareas en el sitio del proyecto, aunque se modifique la dirección de propagación de oleaje, las corrientes siempre tienen a ir en dirección norte-sur, es decir hacia la costa. Este patrón de corrientes indica que el sedimento en el sitio del proyecto es transportado por el oleaje en dirección paralela a la línea de costa hacia el sur. En caso de que hubiera transporte de sedimento del proyecto, este seguiría la trayectoria marcada.	adversos en los predios colindantes, ser estable, reversible, segura, y no afectar el paisaje, por lo que se seleccionó una estructura desligada de la playa y orientada, de tal forma, que abata suficientemente la energía del oleaje en su dirección de incidencia predominante, generando una difracción de forma que se fomente el depósito de arena y ayuden a minimizar su desplazamiento. La orientación y forma de la protección marina, provocará que una parte de la energía del oleaje incidente sea reflejada por la protección marina, y otra parte sea difractada generando un abanico de olas que tienden a converger en un punto entre la protección marina y la costa. Esta situación propiciará que la arena se deposite enfrente de la estructura generando una saliente. La formación o depósito de arena al crecer lo suficiente, retendrá la arena con lo que se estabilizará la playa.	• **Programa de Monitoreo Ambiental: Subprograma de Monitoreo de línea de Costa** • **Subprograma de Seguridad y Alerta Temprana a fenómenos meteorológicos** • **Plan para contingencias ambientales e hidrometeorológicas**
AIRE CALIDAD		

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
El régimen de vientos prevaleciente son los alisios. En invierno los vientos dominantes provienen del norte, y el resto del año, del sureste. En el sitio del proyecto no existe la presencia de fuentes de emisión de humo, polvo o partículas suspendidas.	Por la construcción del proyecto, los niveles de ruido generados por el equipo de hincado de pilotes serán temporales, y no rebasarán los límites máximos establecidos en norma, y ocurrirán en horas laborables. Se generarán emisiones a la atmósfera producto de la combustión interna de los motores de la maquinaria y equipo. Estas emisiones ocurrirán durante la etapa de construcción. Se espera, dadas las condiciones locales de viento y calidad del aire, una rápida dispersión atmosférica de éstas.	Los equipos y vehículos en los que se trasladen los materiales de construcción, así como, embarcaciones y generadores, deberán estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación, con la finalidad de que la emisión de humo, polvo y partículas suspendidas sea mínima. Los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de los vientos dominantes. El proyecto contará con un **Programa de Manejo Integral de Residuos** que considera la minimización de **emisiones atmosféricas**.
SUELO CALIDAD		
En el sitio del proyecto, en la zona terrestre, se registran suelos Regosol calcárico los cuales muestran espesores no mayores de 50 cm y textura franca o de migajón arcilloso con un ligero desarrollo en su estructura, con un contenido de materia orgánica entre 4.5 y 15.8% en la parte más superficial, con fase lítica, salina y sódica y con un alto contenido de carbonato de calcio activo en el perfil y con deficiente drenaje. Por su parte, la zona costera constituye una franja litoral con una escasa amplitud. Esta franja constituye un complejo de barreras y planicies arenosas y rocosas-arenosas, en donde las barreras se encuentran paralelas al litoral y están constituidas por arenas y gravas acumuladas por efecto del viento, oleaje y mareas. En el sitio del proyecto, se observa la presencia de toda suerte de materiales de desecho (basura	El proyecto consiste en el desarrollo de obras y actividades que conforman un programa integral de preservación de los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto Costa Maya Sands and Beach, los cuales se han visto fuertemente afectados por recale masivo de basura, recale masivo de sargazo y erosión costera; las obras y actividad propuestas se encuentran estructuradas de tal manera que se puedan controlar los impactos ambientales previamente descritos los cuales representan un daño grave al medio ambiente, a la fauna y a la salud humana, así como, se garantice no solo el cumplimiento de la normatividad ambiental, sino que garantice la permanencia de los recursos naturales y permita así, que estos sigan brindando los bienes y servicios ambientales que le caracterizan. Con el objetivo de preservar los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto Costa Maya	El proyecto “Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach” consiste en una serie de obras y actividades de preservación costera (unidades ambientales terrestres), con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual representa un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente. El proyecto contará con un **Programa de Manejo Integral de Residuos** que considera la minimización de **residuos sólidos**.

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
plástica, metales, vidrios, entre otros) que son arrastrados por las corrientes marinas y depositados en el frente de playa del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope, por lo que se encuentran intercalados entre la vegetación. Aunado a lo anterior, se encuentra altamente impactada por el recale masivo del alga parda sargazo, fenómeno de carácter natural, por lo que actualmente se mantiene un alto volumen de sargazo en el frente de playa. El depósito de sargazo es un fenómeno de carácter regional, sin embargo, la Costa Maya (donde se localiza Mahahual y Xcalac) es la principal afectada de todo el Estado de Quintana Roo, por los volúmenes y frecuencia en la que se recibe el sargazo, ya que no es un tema estacional si no permanente durante todo el año. La problemática del arribo del sargazo tiene consecuencias graves en las actividades económicas de la zona y la salud pública.	Sands and Beach y mejorar su calidad ambiental es que se pretende llevar a cabo las siguientes obras y actividades: 1) geotubo estabilizador de playa, 2) colocación de barrera de contención de sargazo, 3) conexión de la playa al geotubo estabilizador de playa, y 4) recubrimiento con madera del geotubo estabilizador. Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación y fauna sésil, dominado por sedimentos arenosos. Aunado a lo anterior, se generarán de manera mínima residuos de restos derivados de la instalación de las obras. Estos son correspondientes a sobrantes de las actividades de obra, tales como retazos de textiles de los geotubos, retallos de mallas, cabos, restos de madera y tornillería. Lo anterior se atribuye a las características de la obra y se espera un desperdicio del 1% del total de los materiales utilizados. Esto es debido a que la gran mayoría del material será llevado al sitio cortado conforme a diseño y solamente se harán pequeños ajustes, por lo que no se realizarán preparación de material en el sitio, sino únicamente la instalación y el armado. Asimismo, serán generados residuos de alimentos de los trabajadores que serán orgánicos, inorgánicos y de tipo doméstico consistentes en	Aunado a lo anterior, el proyecto contará con un **Programa de Monitoreo Ambiental**. El programa considera que los recursos y ecosistemas críticos se monitorearán a través de indicadores de calidad ambiental asociados a la vegetación, fauna, biota marina y el recurso agua, considerando así evaluar la efectividad de las medidas propuestas para mitigar al máximo los impactos ambientales identificados y considera los siguientes: • **Subprograma de Monitoreo de Línea de Costa** • **Subprograma de Seguridad y Alerta Temprana a fenómenos meteorológicos** • **Plan para contingencias ambientales e hidrometeorológicas** Aunado a lo anterior, se considera la implementación del **programa de vertimiento de arena**. Este programa se contempla como una herramienta de verificación directa específica para las obras y actividades relacionadas con el movimiento de arena para los diferentes componentes del proyecto, de manera que se asegure la no afectación de los recursos bióticos marinos y terrestres involucrados en el área de influencia del proyecto.

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
	empaques, recipientes y restos de contenedores desechables. La generación de residuos por parte de la presencia de los trabajadores es mínima en contraste con los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual puede derivar en una contingencia ambiental. Dichos residuos representan un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio.	
SUELO RELIEVE		
Las costas de Quintana Roo, se caracterizan por presentar un relieve muy escaso. A lo largo de la costa se encuentran formaciones arrecifales sobre una plataforma continental muy estrecha. El terreno del proyecto Costa Maya Sands and Beach, cuenta con niveles topográficos bajos, lo que lo hace susceptible a la inundación durante eventos climáticos excepcionales. Esta baja elevación aumenta la exposición y vulnerabilidad del área ante posibles incrementos en los niveles de agua. Asimismo, La erosión de las playas es la problemática más importante a la que las costas de Quintana Roo y Mahahual se enfrentan, ya que la inestabilidad en la línea de costa conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo cual repercute en la	El proyecto se desarrollará en una superficie total de 13,910.23 m^2, de la cual el 28.11% será un aprovechamiento permanente por la instalación del geotubo estabilizador de playa y pasarelas de madera, mientras que el 71.89% será un aprovechamiento temporal en las zonas de disposición de arena para el relleno de los tubos de geotextil. Derivado del transporte de sedimento en la zona, la recuperación de las zonas de disposición de arena se dará en corto plazo Se considera la minimización del intemperismo de los tubos de geotextil que componen el geotubo estabilizador de playa por la radiación solar para alargar su vida útil mediante la colocación de una cubierta de madera. Los materiales sufren desgaste de manera natural, por lo que es necesario el recubrimiento para garantizar su	El proyecto “Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach” consiste en una serie de obras y actividades de preservación costera (unidades ambientales terrestres), con las cuales se espera controlar el proceso erosivo de la línea de costa, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente. El proyecto contará con un **Programa de Monitoreo Ambiental**. El programa considera que los recursos y ecosistemas críticos se monitorearán a través de indicadores de calidad ambiental asociados a la vegetación, fauna, biota marina y el recurso agua, considerando así evaluar la efectividad de las medidas propuestas para mitigar al máximo los impactos ambientales identificados y considera los siguientes:

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
falta de un área transitable en el sitio del proyecto y aprovechable para los usuarios de la playa asi como de hábitat para especies de flora y fauna. En la zona marina, la batimetría general de esta zona es somera, donde se alcanzan a observar profundidades máximas promedio de 5.5 metros. Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación y fauna sésil, dominado por sedimentos arenosos.	integridad a largo plazo y minimizar las composturas y fugas de arena. Durante la caracterización del sistema ambiental, se localizaron zonas para la disposición de arena para el relleno de los tubos de geotextil con una superficie de 10,000 m² en dos polígonos. Estas áreas, poseen arena en cantidad abundante y no tienen cobertura de pastos marinos. El transporte de sedimento en esta parte es de importancia, por lo que la recuperación de las zonas de disposición de material se dará en corto plazo. Los pilotes se seleccionan por su longitud y se trasladan del sitio de acopio a la zona de trabajos y la afectación será mínima y enfocada en el punto de hincado del pilote. El grupo de trabajo, mediante cabos y poleas levanta cada pilote y lo coloca en el punto que le corresponde. Se usará chifón de agua a presión que ayuda a que el pilote se hunda por su propio peso se hinca a una profundidad que asegure la estabilidad del elemento.	• **Subprograma de Monitoreo de Línea de Costa** • **Subprograma de Seguridad y Alerta Temprana a fenómenos meteorológicos** • **Plan para contingencias ambientales e hidrometeorológicas** Aunado a lo anterior, se considera la implementación del **programa de vertimiento de arena**. Este programa se contempla como una herramienta de verificación directa específica para las obras y actividades relacionadas con el movimiento de arena para los diferentes componentes del proyecto, de manera que se asegure la no afectación de los recursos bióticos marinos y terrestres involucrados en el área de influencia del proyecto.
AGUA CALIDAD		
Las aguas costeras presentan un carácter oceánico y oligotrófico, con gran estabilidad vertical, elevada trasparencia y bajos niveles de nutrientes. Sin embargo, en años recientes se ha presentado el arribo masivo de una macroalga parda marina a las costas del Mar Caribe Mexicano, siendo dos especies las que están asociadas a este fenómeno: *Sargassum natans* y *S. fluitans*, las cuales han	Durante la etapa de construcción del proyecto, se podría generar contaminación del agua marina por hidrocarburos y/o residuos de madera y/o residuos sólidos urbanos derivado de una mala disposición de residuos. El proyecto considera que Personal realizará el llenado de los tubos de geotextil mediante mangueras. Se manipulará la succión de agua y	Derivado de la contención del arribo de residuos, se espera minimizar el recale masivo de altos contenidos de basura y desechos sólidos al sitio del proyecto y frenar los arribazones de sargazo, mejorando con esto la calidad del agua y suelo al evitar concentraciones de sargazo en descomposición en la zona de playa, la coloración marrón del agua y la sedimentación de restos de sargazo en la zona marina.

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
ocasionado problemas ambientales relacionados con el sector turístico, económico y de salud. En esta zona, la afluencia masiva del sargazo y que se acumula y descompone en la zona de playa, provoca un aumento de la turbidez, disminución del oxígeno disuelto y la aparición de un color marrón en el agua que está afectando severamente al ambiente y especies de alto valor biológico.	arena a través de las bombas sumergibles dirigiéndola hacia las bocas de llenado de la sección de tubos que se está colocando. El agua se filtrará por la tela del tubo dejando la arena dentro del mismo hasta llenarlo a la altura de diseño. Una vez relleno el tubo se amarra la boca de llenado para sellarla y se procede a posicionar y rellenar el siguiente elemento hasta terminar la conformación de cada sección de la protección marina En las zonas de disposición de arena, el proceso de succión de la bomba no generará dispersión ni suspensión de finos, ya que cualquier volumen que pudiera generarse, es succionado de manera continua por el propio equipo. Sin embargo, se colocarán por precaución mallas anti-dispersión de geotextil para contener la posible dispersión de los sedimentos finos en suspensión. Asimismo, una vez colocadas las obras consideradas por el presente proyecto se espera minimizar el recale masivo de sargazo a la zona del proyecto, con lo que se espera una disminución en la turbidez y coloración marrón del agua, en beneficio de los ecosistemas del sitio del proyecto.	Se colocará alrededor del área de trabajo una malla antidispersión de geotextil para contener el sedimento. Esto se realizará de manera previa al inicio de los trabajos de construcción. Esta malla es un elemento de polipropileno tejido con trama cerrada, inhibido contra luz solar de alta resistencia. Durante su uso se desarrolla una capa que aumenta la retención de finos en suspensión en presencia de agua Aunado a lo anterior, se contará con un **Programa de Monitoreo** que considera el monitoreo de la calidad de agua marina durante la construcción del proyecto.
FLORA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA		
En el sistema ambiental del proyecto, se identificaron seis diferentes tipos de ambientes, dos terrestre que corresponde al Matorral Costero y Playa Arenosa, y cuatro ambientes marinos definidos por la densidad de la cobertura de vegetación marina y parche arrecifal. La cobertura bentónica predominante corresponde a	La flora y fauna en la zona se verán altamente beneficiados al mitigar el arribo de altos contenidos de basura y desechos sólidos que actualmente se depositan en la zona de playa y matorral costero, así como, controlar los procesos erosivos que se registran en la línea de costa.	Las obras y actividades temporales y permanentes del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos, y sin presencia de fauna sésil.

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
comunidades de vegetación sumergida y sedimentos, con pastos marinos y macroalgas en la zona más cercana a la costa, y parche arrecifal alejado de la costa. De las especies de flora y fauna terrestre y marina registrada en el presente estudio de caracterización, solo 6 especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificada en su Anexo Normativo III en noviembre del 2019, de las cuales tres están amenazadas (A) y tres son protegidas (Pr). Actualmente en el sitio del proyecto, se observa la presencia de toda suerte de materiales de desecho (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) que son arrastrados por las corrientes marinas y depositados en el frente de playa del proyecto denominado comercialmente Costa Maya Sands and Beach, por lo que se encuentran intercalados entre la vegetación. Aunado a lo anterior, se encuentra altamente impactada por el recale masivo del alga parda sargazo, fenómeno de carácter natural, por lo que actualmente se mantiene un alto volumen de sargazo en el frente de playa. En esta zona, la afluencia masiva del sargazo y que se acumula y descompone en la zona de playa, provoca un aumento de la turbidez, disminución del oxígeno disuelto y la aparición de un color marrón en el agua que está afectando severamente al ambiente y especies de alto valor biológico.	Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación y fauna sésil, dominado por sedimentos arenosos, por lo que no se anticipa la afectación de flora o fauna nativa o protegida.	Sin embargo, para evitar cualquier impacto a la flora y fauna del lugar, se contará con los siguientes programas. • **Programa de Manejo Integral de Flora: Subprograma de rescate de vegetación** • **Programa de Manejo Integral de Fauna: Subprograma de Ahuyentamiento y/o rescate de Fauna** • **Programa de Monitoreo: Subprograma de Monitoreo de Flora y Fauna** Para lastrar las tuberías de conducción y acarreo desde las zonas de disposición hasta donde serán llenados los tubos de geotextil de la protección marina, se utilizarán soportes prefabricados con varillas de acero estructural en forma de “H”, que se colocarán al menos a 0.20 m sobre el nivel del fondo marino. Se fijarán al lecho marino con dos patas, cada una con diámetro de ¾ de pulgada, es decir 1.905 cm de diámetro. La tubería de conducción hidráulica se colocará sobre la varilla de trabe que forma la “H”, de 0.25 m de ancho. Esta técnica de soporte permitirá mantener el impacto prácticamente nulo por las actividades de bombeo en donde se atraviesen zonas con vegetación subacuática. Considerando la limitada superficie de hincado de cada pata de la estructura de anclaje, la regeneración de la zona al ser retiradas las estructuras será prácticamente inmediata.

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
Lo antes mencionado afecta gravemente a los ecosistemas y especies registradas en el sitio del proyecto.		Para evitar la afectación de la vegetación y fauna por parte de los trabajadores del proyecto, así como, sensibilización sobre la problemática y necesidad de implementación del presente proyecto, se considera la implementación de un **Programa de Capacitación y Difusión Ambiental**, con el objetivo principal de funcionar como una herramienta para la difusión del valor ecológico de los ecosistemas de la Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano, y los alcances y características del proyecto.
PAISAJE CALIDAD		
El proyecto "**Contención de residuos y protección de playas Costa Maya Sands and Beach**"" se pretende llevar a cabo en el área marina adyacente al predio del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope y se encuentra en su estado natural. La zona aledaña se encuentra en proceso de urbanización, y en su momento, se contará con los servicios de energía eléctrica, agua potable y alcantarillado. Para acceder al sitio del proyecto se realiza a través de la Carretera Mahahual-Xcalac, ramal a Punta Herradura y Camino Yum Kax. El frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach se encuentra altamente impactado por el recale masivo de altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual puede derivar en una contingencia ambiental, así como, del alga	Durante la etapa de construcción del proyecto se anticipan cambios visuales en el sitio del proyecto por la presencia de obras y actividades de construcción, así como, personal laborando en la colocación de los geotextiles rellenos de arena, hincado de pilotes y recubrimiento de madera. Estas actividades son temporales y se llevarán a cabo en un periodo de 8 meses de acuerdo con el programa de trabajo. La construcción del proyecto conlleva la generación de residuos. Se generarán de manera mínima residuos de restos derivados de la instalación de las obras. Estos son correspondientes a sobrantes de las actividades de obra, tales como retazos de textiles de los geotubos, retallos de mallas, cabos, restos de madera y tornillería. Lo anterior se atribuye a las características de la obra y se espera un desperdicio del 1% del total de los materiales utilizados. Esto es debido a que la gran mayoría del	El proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach" consiste en una serie de obras y actividades de preservación costera (unidades ambientales terrestres), con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual representa un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente. Para evitar la afectación de la vegetación y fauna por parte de los trabajadores del proyecto, así como, sensibilización sobre la problemática y necesidad de implementación del presente proyecto, se considera la implementación de un **Programa de Capacitación y Difusión Ambiental**,

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
parda sargazo, por lo que se requiere implementar medidas para minimizar su recale a la playa. Desde la perspectiva ambiental, la calidad paisajística puede ser calificada como de valor medio, ya que si bien se ha perdido cierta naturalidad derivado de los fenómenos meteorológicos y arribo de basura y sargazo, la conjunción de los componentes ambiental y arquitectónico del proyecto Costa Maya Sands and Beach, crean un espacio que se reconoce como un punto focal más en el litoral por lo que, dada la vulnerabilidad de la zona, será indispensable que las obras que se realicen conjuguen e integren elementos y estructuras que garanticen el mantenimiento de la calidad que ahí se percibe.	material será llevado al sitio cortado conforme a diseño y solamente se harán pequeños ajustes, por lo que no se realizarán preparación de material en el sitio, sino únicamente la instalación y el armado. Asimismo, serán generados residuos de alimentos de los trabajadores que serán orgánicos, inorgánicos y de tipo doméstico consistentes en empaques, recipientes y restos de contenedores desechables. Con el objetivo de preservar los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto Costa Maya Sands and Beach y mejorar su calidad del paisaje es que mediante las obras de contención de residuos y protección de playas se espera minimizar el recale masivo de altos contenidos de basura y desechos sólidos al sitio del proyecto, minimizar el proceso erosivo al que se enfrentan las playas, así como, frenar los arribazones de sargazo, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente. La orientación y forma del geotubo estabilizador de playa, provocará que una parte de la energía del oleaje incidente sea reflejada por el geotubo, y otra parte sea difractada generando un abanico de olas que tienden a converger en un punto entre el geotubo estabilizador y la costa. Esta situación propiciará que la arena se deposite enfrente de la estructura generando una saliente. La formación o depósito de arena al crecer lo suficiente, retendrá la arena con lo que se estabilizará la playa.	con el objetivo principal de funcionar como una herramienta para la difusión del valor ecológico de los ecosistemas de la Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano, y los alcances y características del proyecto.

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
RECUSOS HUMANOS CALIDAD DE VIDA – SALUD Y SEGURIDAD		
En la actualidad, la región Costa Maya se encuentra en un proceso de transición en cuanto a su quehacer económico. Es decir, se presenta una situación al cual la mayoría de las costas caribeñas ha enfrentado y la población en su mayoría no cuenta con prestaciones de ley o seguridad social.	Mediante la implementación del proyecto se anticipa una mejora en la calidad de vida de la población por consecuencia de un trabajo que aporte ingresos a la economía familiar. Los elementos sociales y económicos en el sitio del proyecto se concentran en las localidades o asentamientos humanos próximos, específicamente Xcalac y Mahahual; las cuales son la base en la economía y el ámbito social del sitio del proyecto por lo que se estarían generando oferta laboral. En el proyecto, en todas sus etapas, el personal contará con las prestaciones de ley entre los más importantes destaca el servicio de Seguro Social garantizando el bienestar y salud tanto de los trabajadores como de sus respectivas familias. Es importante señalar que se contará además con el equipo indispensable de primeros auxilios para eventuales accidentes laborales. Por otro lado, se cumplirá con las normas referentes a seguridad e higiene durante todas las etapas del proyecto, por lo tanto, los trabajadores contaran con equipo de protección personal (botas, guantes, cubrebocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen.	Mediante la implementación del proyecto se anticipa una mejora en la calidad de vida de la población por consecuencia de un trabajo que aporte ingresos a la economía familiar. Los elementos sociales y económicos en el sitio del proyecto se concentran en las localidades o asentamientos humanos próximos, específicamente Xcalac y Mahahual; las cuales son la base en la economía y el ámbito social del sitio del proyecto por lo que se estarían generando oferta laboral. En el proyecto, en todas sus etapas, el personal contará con las prestaciones de ley entre los más importantes destaca el servicio de Seguro Social garantizando el bienestar y salud tanto de los trabajadores como de sus respectivas familias. Es importante señalar que se contará además con el equipo indispensable de primeros auxilios para eventuales accidentes laborales. Por otro lado, se cumplirá con las normas referentes a seguridad e higiene durante todas las etapas del proyecto, por lo tanto, los trabajadores contaran con equipo de protección personal (botas, guantes, cubrebocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen.
EMPLEO		
En la actualidad, la región Costa Maya se encuentra en un proceso de transición en cuanto a su quehacer económico. Es decir, se presenta una situación al cual la mayoría de las costas caribeñas ha enfrentado.	Durante la construcción, se requiere de la elaboración de estudios y trámites para obtener autorizaciones, licencias, permisos y similares que sean requisito para la realización del presente proyecto ante las dependencias gubernamentales	Durante la construcción, se requiere de la elaboración de estudios y trámites para obtener autorizaciones, licencias, permisos y similares que sean requisito para la realización del presente proyecto ante las dependencias gubernamentales

Escenario sin el proyecto	Escenario con el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación	Escenario con el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación
En primer lugar, para el desarrollo de actividades económicas productivas en Xcalac y Mahahual, se dio el proceso de adaptación de vastas zonas dedicadas a la plantación de copra, posteriormente el énfasis fue hacia la pesca y luego a la exaltación de sus atributos naturales por vía de la actividad turística. El sitio del proyecto está al centro de un punto, en el cual el reto consiste en activar la economía del sur del Estado con base en un desarrollo sustentable que descansa principalmente en turismo de bajo impacto, asociado con la conservación de los recursos naturales y los valores culturales.	correspondientes (federales, estatales y/o municipales), para lo cual se necesita de la contratación de mano de obra calificada para realizar estos estudios y tramites, así como, se requerirá de la contratación de mano de obra (ingenieros, arquitectos, biólogos, supervisores, encargado de obra, cabo, buzos, operadores de lancha y ayudantes en general, etc.,) para realizar las actividades de construcción del proyecto. Durante la operación del proyecto, se generarán empleos permanentes para el mantenimiento del geotubo estabilizador, recubrimiento de madera y colocación y reparación de la malla de contención de sargazo.	correspondientes (federales, estatales y/o municipales), para lo cual se necesita de la contratación de mano de obra calificada para realizar estos estudios y tramites, así como, se requerirá de la contratación de mano de obra (ingenieros, arquitectos, biólogos, supervisores, encargado de obra, cabo, buzos, operadores de lancha y ayudantes en general, etc.,) para realizar las actividades de construcción del proyecto. Durante la operación del proyecto, se generarán empleos permanentes para el mantenimiento del geotubo estabilizador, recubrimiento de madera y colocación y reparación de la malla de contención de sargazo.
ECONOMÍA LOCAL		
El terreno del proyecto Costa Maya Sands and Beach, se localiza en una zona de desarrollo económico y turístico que incluye un grado de impacto antropogénico, derivado de los servicios que se prestan a los usuarios.	El sitio del proyecto está al centro de un punto, en el cual el reto consiste en activar la economía del sur del Estado con base en un desarrollo sustentable que descansa principalmente en turismo de bajo impacto, asociado con la conservación de los recursos naturales y los valores culturales. Se considera que para la realización del proyecto y para la implementación de medidas ambientales, se requerirá de una inversión total de $17,354,773.00 (Diecisiete millones trescientos cincuenta y cuatro mil setecientos setenta y tres pesos Moneda Nacional).	El sitio del proyecto está al centro de un punto, en el cual el reto consiste en activar la economía del sur del Estado con base en un desarrollo sustentable que descansa principalmente en turismo de bajo impacto, asociado con la conservación de los recursos naturales y los valores culturales. Se considera que para la realización del proyecto y para la implementación de medidas ambientales, se requerirá de una inversión total de $17,354,773.00 (Diecisiete millones trescientos cincuenta y cuatro mil setecientos setenta y tres pesos Moneda Nacional).

VII.2. **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

La ubicación del sitio del proyecto "**Contención de residuos y protección de playas Costa Maya Sands and Beach**" comprende la zona costera y área marina adyacente al predio del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope ubicado en la Carretera Mahahual-Xcalac, kilómetro 17+212.46 al 20+041.42, Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo, México, y obedece a una imperiosa necesidad de frenar el recale constante de altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos en el frente de playa del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope, así como, minimizar el proceso de erosión costera de la playa y disminuir el arribo de sargazo, por lo que la selección del sitio resulta necesaria al no existir otra alternativa aprovechable.

Con lo antes mencionado, no se consideraron evaluación de alternativas derivado de los siguientes factores:

1. El frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach se encuentra altamente impactado por el recale masivo de altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos, así como, del alga parda sargazo, por lo que se requiere implementar medidas para minimizar su recale a la playa.
2. La erosión de línea de costa del sitio del proyecto es inminente dado que la intensidad y ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos incrementa, por lo que se requiere aplicar medidas para mejorar este ambiente.
3. El terreno del proyecto Costa Maya Sands and Beach, se localiza en una zona de desarrollo económico y turístico que incluye un grado de impacto antropogénico, derivado de los servicios que se prestan a los usuarios.
4. El proyecto cumple con los ordenamientos y disposiciones jurídicas vigentes y aplicables al sitio.
5. La flora y fauna en la zona se verán altamente beneficiados al mitigar el arribo de altos contenidos de basura y desechos sólidos que actualmente se depositan en la zona de playa y matorral costero.
6. El proyecto contempla la implementación de medidas de mitigación que minimicen los impactos que se pudieran generar.
7. Existen vías de acceso al sitio donde se pretende construir el proyecto dado que es una zona de desarrollo económico y turístico, por lo que el proyecto es compatible con las actividades que se realizan en las colindancias.

VIII. CONCLUSIONES

Con base en la información recopilada e integrada en la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, es que la promovente Fideicomiso de Administración No. 2538, pretende incorporar al medio ambiente el proyecto denominado "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach", y considera los siguientes puntos:

1. El sitio del proyecto "**Contención de residuos y protección de playas Costa Maya Sands and Beach**" se pretende llevar a cabo en el área marina adyacente al predio del proyecto denominado comercialmente Playa Penélope ubicado en la Carretera Mahahual-Xcalac, kilómetro 17+212.46 al 20+041.42, Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo, México, derivado de la contingencia ambiental que se registra en el sitio del proyecto.

2. El proyecto "**Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach"** sienta las bases técnicas para la preservación de los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto que han sido afectados por:

   - **Altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos** que recalan constantemente en su frente de playa (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas lo que representa un grave daño al medio ambiente, a la fauna y a la salud humana, lo cual puede derivar en una contingencia ambiental. De acuerdo con la Fracción VIII Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se define como contingencia ambiental la "situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas". Dichos residuos sólidos representan un daño grave a la salud humana, a la fauna y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio.

   - **Fuerte proceso de erosión costera** al que está sometido el predio y región por causas naturales. La erosión de las playas es la problemática más importante a la que las costas de Quintana Roo y Mahahual se enfrentan, ya que la inestabilidad en la línea de costa conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo cual repercute en la falta de hábitat para especies de flora y fauna, así como, un área transitable y aprovechable para los usuarios de la playa.

   - **Altos volúmenes de la macroalga parda marina *Sargassum sp.*** que en años recientes se ha presentado el arribo masivo a las costas del Mar Caribe Mexicano, ocasionado problemas ambientales relacionados con el sector turístico, económico y de salud. El depósito de sargazo es un fenómeno de carácter regional, sin embargo, la Costa Maya (donde se localiza Mahahual y Xcalac) es la principal afectada de todo el Estado de Quintana Roo, por los

volúmenes y frecuencia en la que se recibe el sargazo, ya que no es un tema estacional si no permanente durante todo el año.

3. El proyecto consiste en el desarrollo de obras y actividades que conforman un programa integral de preservación de los ecosistemas terrestres y marinos del proyecto Costa Maya Sands and Beach, los cuales se han visto fuertemente afectados por efectos climáticos ajenos al proyecto. Las obras y actividad propuestas se encuentran estructuradas de tal manera que se puedan controlar los impactos ambientales previamente descritos, así como, se garantice no solo el cumplimiento de la normatividad ambiental, sino que garantice la permanencia de los recursos naturales y permita así, que estos sigan brindando los bienes y servicios ambientales que le caracterizan.

4. El proyecto "**Contención de residuos y protección de playas Costa Maya Sands and Beach**" pretende realizar obras y actividades de preservación costera, con lo que se espera minimizar el recale masivo de altos contenidos de basura y desechos sólidos al sitio del proyecto, minimizar el proceso erosivo al que se enfrentan las playas, así como, frenar los arribazones de sargazo, respetando la dinámica natural costera y manteniendo los servicios que se derivan de este ambiente, entre las que se encuentran las siguientes:

    1. **Geotubo estabilizador de playa:** Instalación de un geotubo estabilizar de playa de 285 metros de largo por 12.8 metros de ancho, paralelo a la línea costa para mitigar el efecto del oleaje, así como, minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo. Estará fabricado a base de tubos de geotextil rellenos de arena la cual se obtendrá de la zona marina cercana mediante bomba sumergible y manguera.

    2. **Colocación de barrera de contención de sargazo:** Colocación de dos secciones de malla de contención de sargazo en cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 70 metros de largo cada una para minimizar el arribo de los altos contenidos de residuos y desechos sólidos que se estancan en el frente de playa del proyecto Costa Maya Sands and Beach, así como, el recale de sargazo.

    3. **Conexión de la playa al geotubo estabilizar de playa:** Colocación de dos pasarelas de madera dura de la región a cada extremo del geotubo estabilizador de playa, de 75 metros de largo por 1.5 metros de ancho para permitir el acceso desde la playa hacia el geotubo estabilizador de playa al personal de mantenimiento para recolectar los altos contenidos de residuos sólidos que se acumulen detrás del geotubo, así como, para dar mantenimiento a los tubos de geotextil.

4. **Recubrimiento con madera:** Colocación de una cubierta de madera dura de la región sobre el geotubo estabilizador de playa, de 285 metros de largo por 7.5 metros de ancho, con el objetivo de minimizar el intemperismo de los tubos de geotextil por la radiación solar y alargar su vida útil. El recubrimiento de madera se colocará posteriormente, una vez que se haya logrado minimizar el recale de residuos sólidos y sargazo al sitio del proyecto, así como, estabilización de la línea de costa.

5. El proyecto se desarrollará en una superficie total de 13,910.23 m2, de la cual el 28.11% será un aprovechamiento permanente por la instalación del geotubo estabilizador de playa (tubos de geotextil rellenos de arena, tapate antisocavación y recubrimiento de madera) y pasarelas de madera, mientras que el 71.89% será un aprovechamiento temporal en las zonas de disposición de arena para el relleno de los tubos de geotextil. Derivado del transporte de sedimento en la zona, la recuperación de las zonas de disposición de arena se dará en corto plazo.

5. En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas y áreas de importancia ambiental, el sitio del proyecto se localiza dentro del ámbito de aplicación del Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano. Con el objetivo de preservar la conservación de los ecosistemas de la subzona Polígono 2 Xahuayxol es que se presentan las obras y actividades que se describen en el presente manifiesto de impacto ambiental.

6. A partir de la vinculación de las obras y actividades del proyecto con los diferentes instrumentos de planeación ambiental aplicables al sitio, así como, los instrumentos legales correspondientes, puede observarse como el proyecto da cumplimiento cabal a cada una de dichas disposiciones, por lo que se asegura un proyecto viable en el ámbito ambiental y legal de sus competencias.

7. Con base a los resultados obtenidos durante el trabajo de campo y la bibliografía consultada para la zona, se concluye que el ecosistema del área de interés está constituido por seis diferentes tipos de ambientes, dos terrestre que corresponde al Matorral Costero y Playa Arenosa, y cuatro ambientes marinos definidos por la densidad de la cobertura de vegetación marina y arrecife rocoso. La cobertura bentónica predominante corresponde a comunidades de vegetación sumergida y sedimentos, con pastos marinos y macroalgas en la zona más cercana a la costa, y arrecife rocoso alejado de la costa.

8. De las especies de flora y fauna terrestre y marina registrada en el presente estudio de caracterización, solo 6 especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificada en su Anexo Normativo III en noviembre del 2019, de las cuales tres están amenazadas (A) y tres son protegidas (Pr).

9. Las obras y actividades del proyecto se desarrollarán en el ambiente arena. Este es el ambiente que se localiza próximo a la zona de playa y está conformado por áreas desnudas de vegetación y sin presencia de fauna sésil, dominado por sedimentos arenosos, sin afectación a las especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

10. El proyecto "Contención de Residuos y Protección de Playas Costa Maya Sands and Beach", de acuerdo con el análisis de las listas de chequeo para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del proyecto, generará un total de 50 impactos ambientales, de los cuales el 46% serán positivos (23 impactos), el 20% se consideran irrelevantes ya que sus alteraciones serán de muy bajo impacto y no comprometen la integridad de los elementos y procesos del sitio (10 impactos), y el 34% se consideran moderados para los cuales se cuenta con medidas de mitigación y prevención (17 impactos).

11. Del total de impactos (50), se identificó que 23 impactos se manifestarán en el área de influencia directa del proyecto correspondientes a las áreas de aprovechamiento permanente y temporal de las obras del proyecto de contención de residuos y protección de playas, 22 en el área de influencia indirecta correspondiente al polígono de coordenadas extremas, mientras que 5 se manifestarán en el Sistema Ambiental.

12. De acuerdo el análisis previo, se considera que el desarrollo del proyecto no causará afectaciones irreversibles que pudieran poner en riesgo a los ecosistemas presentes, sus recursos naturales específicos, ni a las condiciones actuales del sitio, sino que además mejorará las condiciones del sitio del proyecto. El proyecto consiste en una serie de obras y actividades de protección costera, con las cuales se espera minimizar los altos volúmenes de contenidos de basura y desechos sólidos que recalan constantemente en el frente de playa del sitio del proyecto (basura plástica, metales, vidrios, entre otros) por corrientes marinas, lo cual representa un daño grave a la salud humana y al medio ambiente por lo que es de vital importancia controlar su arribo masivo al sitio.

13. La promovente cuenta con medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales irrelevantes y moderados identificados para el proyecto, las cuales se describen de manera detallada en el **Capítulo VI**.

14. Del análisis previo puede concluirse que el proyecto está planteado en apego a los instrumentos de planeación aplicables al sitio y por ende, permite anticipar un proyecto viable en el ámbito de la legislación ambiental.