

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular. Sector Turístico

Arrecifes Artificiales Reef Ball en Puerto Morelos, Quintana Roo

**Proyecto para la restitución de playas y restauración de ecosistemas marinos
Mediante el uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball**

Promovente y Responsable del Estudio de Impacto Ambiental:

Puerto Morelos, Quintana Roo

Febrero 2016

Cancún, Quintana Roo a 20 de Febrero de 2016.

Fecha de Conclusión del Estudio: Febrero de 2016.

CONTENIDO

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

I.1 Datos generales del Proyecto

- Nombre del proyecto.
- Datos del Sector y Tipo de Proyecto.
- Estudio de riesgo y su modalidad.
- Ubicación del proyecto.
- Dimensiones del proyecto.

I.2 Promovente

1.2.1. Nombre

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

1.2.3. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

1.3.1. Nombre

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.

1.3.3. Número de Cédula Profesional.

1.3.4. Dirección del responsable del estudio.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Tipificación del proyecto

II.1.2 Naturaleza del proyecto

II.1.3 Justificación y objetivos

II.1.4 Inversión requerida

II.1.5 Duración del proyecto

II.1.6 Políticas de crecimiento a futuro

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Información particular del proyecto

II.2.2 Descripción de obras y actividades principales del proyecto

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas al proyecto

II.2.4 Ubicación y dimensiones del proyecto.

II.3 Descripción de las obras y actividades en cada una de las etapas del proyecto

II.3.1 Programa de Trabajo

II.3.2 Selección del sitio

II.3.3 Estudios de campo

II.3.4 Situación legal del predio y tipo de propiedad

II.3.5 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

II.3.6 Urbanización del área

II.3.7 Área natural protegida

II.3.8 Políticas de crecimiento a futuro

II.3.9 Preparación del sitio y construcción

II.3.9.1 Preparación del sitio

II.3.9.2 Construcción

II.3.9.3 Operación y mantenimiento

II.3.9.4 Abandono del sitio

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

III.1 Información sectorial

III.2 Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

III.3 Análisis de los instrumentos normativos

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

IV.1 Delimitación del área de estudio

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.2 Aspectos bióticos

IV.2.3 Paisaje

IV.2.4 Medio socioeconómico

IV.2.5 Descripción de la estructura del sistema

IV.2.6 Análisis de los componentes ambientales relevantes y/o críticos

IV.2.7 Diagnóstico ambiental.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales

V.1.1 Indicadores de impacto

V.1.2 Relación general de algunos indicadores de impacto

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

V.2 Impactos ambientales generados

V.2.1 Construcción del escenario modificado del proyecto

V.2.2 Identificación de los efectos en el sistema ambiental

V.2.3 Características de los impactos

V.2.4 Evaluación de los impactos

V.2.5 Determinación del área de influencia

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Medidas preventivas

VI.2 Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

VII.2 Programa de Monitoreo

VII.3 Conclusiones

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

VIII.1.1 Planos de localización

VIII.1.2 Fotografías

VIII.1.3 Estudios y documentos técnicos

VIII.2 Otros anexos

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1. Tipificación del proyecto. De acuerdo a la guía y el apéndice I para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental modalidad particular publicados por la SEMARNAT, el proyecto se **identifica en el Sector Turístico, Tipo de Proyecto clave D, restitución de playas**, ya que se utilizarán los arrecifes artificiales como elementos de ingeniería para **una obra de protección costera** y no como unidades de producción para artes de cultivo en cuerpos de agua.

II.1.2. Naturaleza del proyecto. El proyecto es una obra nueva, de defensa contra la erosión e invasión de aguas, de emergencia, de rehabilitación y de protección costera en la que se instalarán arrecifes artificiales para crear un rompeolas sumergido ubicado en la zona federal marítima terrestre por lo que requiere urgentemente la autorización en materia de impacto ambiental de acuerdo a lo establecido en los artículos 28 de la Ley general de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Es un proyecto de **defensa** porque la erosión de la costa e invasión de aguas está afectando las viviendas de los propietarios de los predios.

Es un proyecto de **emergencia** porque cada día el daño en la costa y en el patrimonio de los propietarios es mayor e irreversible.

Es un proyecto de **protección costera** porque el rompeolas sumergido pretende disminuir la energía de las olas y así proteger las propiedades e infraestructura de los predios privados amenazados por la erosión e invasión de aguas.

Es un proyecto de **rehabilitación** porque se pretende también que con el establecimiento de los Arrecifes Artificiales Reef Ball se proporcionen elementos con sustratos y cavidades aptas para ser colonizado por diferentes especies de peces y fijación de arrecifes coralinos de la zona, para ser un área de refugio y hábitat, desarrollándose con el tiempo un área de procreación y productoras de reclutas.

II.1.3.- Justificación y Objetivos. Las Tormentas tropicales y huracanes que han impactado en los últimos años, en especial Gilberto, Wilma e Iván, han causado graves daños y disminución de las formaciones naturales de coral en aguas someras y allanamiento de los bajos de arena submarinos, los cuales además de su gran valor biológico, funcionaban como protecciones naturales de la línea de costa, trayendo en consecuencia una **agresiva y permanente erosión de las playas** de arena e invasión de aguas que ponen en riesgo la infraestructura turística y construcciones en general de las costas del estado de Quintana Roo y en este caso y ubicación en particular la pérdida de playas y el **daño irreversible en las viviendas**.

Las Autoridades Federales, Estatales y municipales, con la autorización de la SEMARNAT, han llevado a cabo diversos proyectos para frenar la erosión así como proyectos para lograr la recuperación de playas invirtiendo grandes sumas de dinero y recursos en obras de dragados, rellenos de arena, geotubos, etc., los cuales no han dado los resultados esperados de forma definitiva, perdiéndose la arena artificialmente colocada y los recursos invertidos.

Este proyecto es una obra privada de defensa y de emergencia ante la agresiva erosión de las playas e invasión de aguas que se observa y tiene como objetivo principal la protección de las viviendas, rehabilitación y protección de la costa en el Fraccionamiento María Irene al Norte de Puerto Morelos.

Es importante resaltar que se ha contado con la participación de consultores ingenieros de costas especialistas en control de erosión y con la **Fundación Reef Ball** dedicada a la fabricación e instalación de arrecifes artificiales en todo el mundo que, inclusive en México, ha colocado con el objetivo de rehabilitación de ecosistemas marinos más de 10,000 arrecifes artificiales contando con la autorización de la SEMARNAT.

Se anexa el estudio técnico que sustenta la factibilidad del proyecto elaborado por el contratista con licencia y representante de la Fundación Reef Ball en México Javier Del Jesús Dájer Miguel.

Se anexa también información acerca de proyectos exitosos realizados anteriormente de rompeolas sumergidos similares al proyecto propuesto e información técnica de arrecifes artificiales Reef Ball.

Respetuosos de las Leyes, de las Autoridades y del medio ambiente, se presenta esta MIA Particular para obtener la autorización por parte de la SEMARNAT y ejecutar el proyecto lo más rápido posible debido a la urgencia del caso.

II.1.4.- Inversión requerida. El Proyecto se realizará con recursos de los propietarios de los predios de Playa del Secreto. La inversión requerida se estima en **\$2, 500,000** (Dos millones quinientos mil pesos)

II.1.5.- Duración del proyecto. La duración del proyecto en su etapa de fabricación e instalación es de **6 meses**; en su etapa de monitoreo se proponen 24 meses, después de la cual, dependiendo de los resultados obtenidos se declara terminado.

La vida útil estimada de los Arrecifes Artificiales Reef Ball es de 500 años.

II.1.6.- Políticas de crecimiento a futuro. En el diseño de este proyecto, se recomienda que el mínimo de arrecifes artificiales para crear los 3 rompeolas sumergidos sea de 750 unidades formado con tres líneas paralelas a la costa. Como posible crecimiento a futuro, en caso de ser insuficiente esta cantidad para contener la erosión, se consideraría incrementar las líneas de arrecifes artificiales a 4 aumentando el número de unidades y/o el largo de cada rompeolas.

II.2.- Características particulares del proyecto.

Antecedentes de rompeolas sumergidos Reef Ball.

Los rompeolas sumergidos han sido utilizados por los ingenieros de costas como una alternativa para frenar la erosión de las playas y eventualmente lograr su rehabilitación. El principio básico del rompeolas sumergido es el de reducir la energía de las olas que impactan con toda su fuerza la costa y erosionan la arena acumulada en las playas. Se pueden construir con diferentes elementos tales como rocas naturales, estructuras de concreto, geotubos o arrecifes artificiales.

A diferencia de los rompeolas emergidos, que frenan totalmente el oleaje, modifican las corrientes y no permiten el paso de sedimentos, los rompeolas sumergidos solo pretenden reducir un porcentaje de la energía de las olas sin afectar las corrientes y dejando pasar los sedimentos sin afectar la dinámica de transporte de litoral. El rompeolas sumergido recreará o imitará la forma en que la naturaleza genera las playas como es el caso de las barrera arrecifales o bajos de arena naturales.

Ejemplos de rompeolas sumergidos formados con arrecifes Reef Ball han sido instalados en diferentes partes del mundo teniendo buenos resultados en la rehabilitación de playas y control de erosión:

Rompeolas sumergido Reef Ball en Antigua

La Fundación Reef Ball ha llevado a cabo más de 20 rompeolas sumergidos exitosos con la innovación de utilizar arrecifes artificiales biológicamente amigables al medio ambiente marino, que además de cumplir con una función para la ingeniería de costas, proveen sustratos de fijación para la propagación de corales, esponjas y algas además de crear cavidades para la colonización de las diferentes especies marinas.

Playa rehabilitada con rompeolas sumergido Reef Ball en R. Dominicana

Para mayor información se puede consultar el capítulo de rompeolas sumergidos (submerge breakwaters) en la página de internet de la Fundación: reefaball.com, encontrándose información técnica y resultados obtenidos.

Un rompeolas sumergido formado con arrecifes artificiales Reef Ball creará con el tiempo un resultado similar a las formaciones de corales naturales con la ventaja de lograrlo en menos tiempo y en caso de ser necesario ser factible de ser removido o reubicado fácilmente.

En México tenemos casos de rompeolas sumergidos formados con arrecifes Reef Ball como en caso de Playa Del Secreto en Quintana Roo (2010) y en el remate del Malecón de Puerto Progreso, Yucatán (2002). Ambos proyectos fueron diseñados por el Dr. Harris y el representante de la Fundación Reef Ball en México, Javier Dajer Miguel, y obtuvieron la autorización de la delegación de SEMARNAT en cada estado.

En ambos casos la erosión se frenó y se logró rehabilitar las playas ganando más de 20 metros de arena sin necesidad de rellenos artificiales.

Playa Del Secreto, Puerto Morelos antes y después de la instalación de Reef Ball

II.2.1. Información particular del proyecto.

El estudio técnico realizado en el sitio el Diciembre 2015, llevó a cabo un levantamiento, analiza las diferentes opciones para su rehabilitación recomendando y concluyendo la factibilidad del rompeolas sumergido con arrecifes artificiales Reef Ball.

El efecto principal del rompeolas sumergido es el de reducir la energía del oleaje sin modificar corrientes ni afectar el transportes de sedimentos en el litoral. Eventualmente creará una zona ligeramente de más calma entre el arrecife y la playa dándole oportunidad a la acumulación de arena y recuperación de playas.

Los arrecifes artificiales serán colonizados por las diferentes especies enriqueciendo el valor biológico de la zona. En este proyecto no se pretende cultivar ni aprovechar ninguna especie.

Información particular del sitio y del proyecto.

- **Batimetrías del sitio del proyecto.** Se llevaron a cabo 2 levantamientos batimétricos en Diciembre 2015, el primero en la zona ubicada entre los transectos 1 y 2 y el segundo en la zona ubicada entre los transectos 3 y 6; En ambos casos se utilizó posicionadores satelital y equipo topográfico. Se realizó el primer levantamiento batimétrico a lo largo de 120 metros de la costa. En el segundo levantamiento, se tomó la lectura de fondo a lo largo de 360 metros de la línea de costa, abarcando el área proyectada para el rompeolas sumergido.

Se midió la profundidad cada 10 metros hasta llegar a 100 metros de distancia de la línea de costas:

Se determinó en ambos caso la línea de profundidad de -1.2 metros:

- **Tipo de sustrato del sitio del proyecto.** En los levantamientos realizados se pudo caracterizar el tipo de fondo del sitio del proyecto o se encontró vegetación, encontrándose en su mayoría fondos de arena, un poco de pedacera de coral y rocas (3%) y algunos fondos de roca (5%):

- **Corrientes.** De acuerdo a la información obtenida las principales corrientes en el sitio ocurren en la zona de aguas profundas en mar abierto, con corrientes fuertes de sur a norte. Esta corriente viaja en el canal ubicado entre la Isla de Cozumel y la península de Yucatán en dirección norte hacia la Florida, convirtiéndose en la corriente de la Florida que es parte de la corriente Gulfstream. Esta corriente está localizada en mar abierto lejos de la costa y los consultores oceanógrafos consideran que no interactúa significativamente con las playas locales y procesos costeros. La corriente local cercana a la línea de costa puede ser producida por los vientos y oleaje que afectan la costa y pueden producir que la corriente viaje en ambas direcciones de sur a norte y viceversa. En el pasado se había observado que las corrientes cercanas a la línea de costa presentan cambios de dirección semestralmente manteniendo en equilibrio la transportación de sedimentos en la costa, pero en los últimos años han predominado las corrientes del norte provocando la pérdida de arena de las playas incrementando este efecto por las geotubos ubicados en el norte del sitio las cuales

funcionan como un espigón con sus efectos negativos para la playa del fraccionamiento María Irene.

- **Oleajes y vientos.** El patrón dominante de vientos del sitio proviene del este y noreste la mayor parte del tiempo excepto cuando se presentan cambios de clima debidos a frentes fríos del norte o sistemas de tormentas tropicales. El área del sitio está abierta al este expuesta a oleaje provocado por el viento del este y oleaje proveniente de aguas profundas provocado por tormentas lejanas al este de la costa en el mar Caribe. Tormentas tropicales y huracanes producen los vientos más fuertes y los oleajes más grandes en el área. En los últimos años, después de los huracanes Wilma e Iván se ha observado un incremento en el oleaje y su intensidad proveniente del norte y noreste lo cual ha provocado una más rápida erosión de las playas.

Los huracanes Wilma e Iván impactaron fuertemente el sitio removiendo las rocas y devastando los bajos de arena o dunas submarinas los cuales funcionaban como una protección natural para la costa. Desde entonces la erosión de playas se ha observado sin retroceso.

- **Transporte de litoral.** No se tienen desembocaduras de ríos cercanos ni fuentes de sedimentos que aporten materiales nuevos al sistema.

Se observó en el pasado, antes de los huracanes un transporte de litoral en equilibrio, estacional, paralelo a la costa, debido los cambios de dirección de las corrientes cercanas a la costa, que generalmente durante la primavera y el verano iban de sur a norte acumulando arena en la playa, pero que en otoño e invierno cambian de norte a sur llevándose la arena nuevamente y perdiéndose la playa ganada.

Después de los huracanes Wilma e Iván, las condiciones del transporte de litoral cambiaron observándose que ante la disminución de la barrera natural de bajos de arena que se tenían el oleaje ha incrementado su fuerza erosionando las playas, manteniendo la arena en suspensión y transportando la arena hacia el sur y hacia aguas más profundas.

Se ha observado en los últimos años que el equilibrio en el cambio de corrientes estacional se ha modificado teniéndose predominantemente corriente del norte hacia el sur.

Sumado a lo anterior, en el frente de playa del Hotel Secrets Silversands Riviera Cancún situado al Norte del sitio del proyecto, desde hace 10 años se fueron [realizaron rellenos de arena](#) para ganar playa y [cerrar el paso natural de agua de la laguna](#).

Obsérvese en foto del 2009 el aumento de rellenos para el Hotel y [Geotubo](#) para aumentar la playa:

Posteriormente en el año 2013 fueron instalados [más segmentos de Geotubos](#) con el propósito de retener la arena de los rellenos y ganar más playa:

En estas últimas fotografías del 2015 se puede observar con claridad la pérdida de playas y los geotubos:

Estos Geotubos fueron colocados en varias secciones, siendo la primera instalada de manera perpendicular a la playa, conectada a la segunda sección paralela a la playa, creando un enorme espigón que ha modificado el natural transporte de litoral capturando sedimentos en su lado Norte y creando un efecto negativo de pérdida de playas hacia el sur como se puede observar con claridad en la siguiente fotografía:

Pérdida de playas al sur

Acumulación de arena al Norte

Otra vista del Geotubo desde el Sur:

Pérdida de playas al Sur

- **Mareas.** Las mareas en la costa del Caribe Mexicano son semidiurno, de baja amplitud, con dos mareas altas y dos mareas bajas por día. De acuerdo a la tabla de predicción de mareas de la estación de Puerto Morelos se tiene que el rango de mareas es considerado pequeño, generalmente menor a 0.3 metros, con posibles rangos de hasta 0.5 metros. Mareas excepcionales pueden ocurrir durante tormentas tropicales y huracanes incrementando considerablemente el nivel del mar.

- **Diseño del rompeolas sumergido.** Los factores a considerar en el diseño del rompeolas sumergido son:

- Perfil batimétrico del frente marino a la playa, largo de playa a proteger, líneas de nivel de profundidad.
- Oleaje, dirección predominante, altura de las olas
- Corrientes, dirección y velocidad del transporte de sedimentos.
- Tipo de fondo marino
- Elemento o material de construcción del rompeolas, peso, tamaño y forma de las unidades
- Estabilidad del rompeolas y/o especificaciones de anclaje requerido
- Presupuesto disponible
- Consideraciones biológicas y ambientales

Tomando en cuenta los factores antes mencionados, en el diseño del rompeolas se determina: La distancia desde la playa hasta el rompeolas, la profundidad de colocación, largo, ancho, altura y forma del rompeolas, columna de agua de su cúpula a nivel de marea baja y media; tipo tamaño y forma del material a utilizar en su construcción.

En los levantamientos y mediciones realizadas en Diciembre 2015 se pudo constatar que hay **poca profundidad y casi nula variación de la misma del fondo marino** enfrente de las playas a proteger, encontrándose que la ubicación del rompeolas recomendada **en la línea de profundidad - 1.20 metros NMM a una distancia media aproximada de 40 metros de la playa actual.**

La dirección del **oleaje viene del noreste y del este** con altura de olas de entre 10 a 30 centímetros la mayor parte del tiempo, con alturas hasta de un metro en casos de tormentas. En situaciones de huracanes las olas han alcanzado excepcionalmente hasta 2 metros de altura. No se tienen olas muy elevadas debido a la baja profundidad de la zona, ya que las olas rompen en la profundidad equivalente al 60% de su altura.

La barrera de arrecifes naturales que se encuentra aproximadamente a 1500 metros de distancia de la playa funciona como una protección natural de la línea de costa, sin embargo esta barrera si alguna vez fue compacta ya no lo es y precisamente enfrente de las playas del proyecto se pueden observar espacios discontinuos de la barrera natural. También se puede observar que en los lugares en donde la barrera natural es más compacta y está más cerca de la playa se tienen playas de arena más anchas y estables.

La dirección dominante de corrientes viene del norte, con poca transportación de sedimentos por lo que los rompeolas deben ser una línea paralela a la costa con ligeras curvaturas en sus puntas sin conectarse a las playas. No se quiere de ninguna manera recrear el efecto de espigón, ni interrumpir el transporte de litoral.

Se encontró fondos de arena en el 92% del área del proyecto, con pocas formaciones de rocas planas, casi nula presencia de algas y de formaciones de coral.

Para la profundidad y oleaje encontrado se recomienda utilizar los arrecifes artificiales Reef Ball, **modelo Pallet Ball**, ya que tienen 90 centímetros de altura y dejarían una columna de agua de 30 centímetros a nivel de marea media, cumpliendo con las recomendaciones de los manuales de costa.

La estabilidad de los Reef Ball ha sido probada en tanques y han resistido oleaje de huracanes de categoría IV. El peso de 800 kilogramos de las unidades Pallet Ball es suficiente para obtener una

estabilidad confiable pero se recomienda para dar más seguridad y estabilidad fijar cada unidad con dos anclas al fondo marino.

No se recomienda utilizar arrecifes artificiales de mayor tamaño en este proyecto debido a la profundidad encontrada y al presupuesto disponible. Unidades de mayor tamaño requieren de mayor profundidad y distancia de la costa así como equipo pesado de transportación y colocación que incrementan el costo.

Debido a que el proyecto se encuentra dentro de la zona protegida del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, es importante recalcar que el valor y la aportación comprobada de los Reef Ball como sustratos de fijación de corales, esponjas y algas así como la creación de sitios de encuentro, anidación y crianza de juveniles, ayudará a la rehabilitación y enriquecimiento de los ecosistemas submarinos.

La ubicación de los rompeolas sumergidos pretende crear bajos o dunas submarinas que funcionarán como una barrera natural que proteja la costa.

- **Tipo y cantidades de materiales a utilizar en la construcción del arrecife.**
Para la construcción del rompeolas sumergido se utilizarán 750 arrecifes artificiales Reef Ball modelo Pallet Ball:

Cantidad	Modelo	Base	Altura	Peso	Área
		Metros		KG	m ²
765	Pallet Ball	1.20	0.90	800	7.0

Pallet Ball

Los sistemas de arrecife artificial Reef Ball, son esferas huecas de concreto producidas para eventualmente ser llevadas y puestas en el fondo marino con el propósito de aumentar el hábitat para peces y corales; son fabricadas con concreto no dañinos al ambiente y diseñadas para imitar arrecifes naturales y durar más de 500 años. Los Reef Ball son económicos de instalar y han demostrado ser estables en tormentas tropicales y huracanes.

Las principales características de las estructuras son:

- Estructuras circulares huecas
- En forma de domo
- Con numerosos orificios de diferentes diámetros en su pared que ponen en comunicación su espacio interno con el exterior.
- Reef Ball especifica un control estricto de la calidad del concreto para la fabricación de sus elementos, cuyas características químicas y mecánicas se mejoran mediante la adición de aditivos probados y compatibles con el medio ambiente marino. Primeramente se agrega microsilica al concreto para que al ser colocado en el mar tenga el mismo pH del agua de mar. Luego se le agregan otros dos aditivos para incrementar la fuerza del concreto y para que se le formen burbujas en la superficie de los elementos para

darle una textura rugosa con fin de facilitar el establecimiento de vida marina en la superficie de los elementos

- También se controla la resistencia mecánica de los elementos para asegurar su integridad al paso de los años. Los Reef Ball se fabrican para durar más de 500 años. La resistencia mecánica de diseño es una necesidad también para evitar desperdicio durante el desmolde y manejo de los Reef Ball para minimizar el número de elementos que se rompan durante la fabricación y manejo. Los elementos Reef Ball no llevan acero de refuerzo, sino que su resistencia se logra con los aditivos especiales que además le agregan resistencia a la abrasión.

- La resistencia especificada para el concreto de los Reef Ball es de 150 kgm/cm² para levantar los elementos de la base durante el colado y de hasta 250 kgm/cm² para su instalación. Esto asegura la longevidad de los elementos.

- Para la construcción y vertimiento de los arrecifes se empleará el personal capacitado por el Contratista con licencia y Representante de Reef Ball en México, **Javier Del Jesús Dájer Miguel**.

- **Reactividad de los materiales con el agua de mar y con el sustrato.** La fórmula utilizada por la Fundación Reef Ball en la preparación del concreto para la fabricación de los arrecifes está diseñada para tener una resistencia a la compresión simple de 250 kilogramos por centímetro cuadrado y durar 500 años en el mar. Los materiales utilizados en la fabricación de los arrecifes Reef Ball son: grava y polvo de piedra caliza, cemento Puzolánico (tipo II) de uso marino, microsilica, agua. Todos los materiales son inertes y no dañinos al medio ambiente. No se utiliza ningún tipo de refuerzo metálico ni material que pueda corroerse o causar alguna reactividad con el agua del mar. La microsilica actúa como un endurecedor y reduce el pH del concreto a 8.6 igualándolo al pH del agua del mar.

II.2.2. Descripción de obras y actividades principales del proyecto. Las principales obras o etapas y actividades del proyecto son:

- **Fabricación de los arrecifes artificiales.** Se realiza en la planta con todas las instalaciones y medidas de seguridad adecuadas para este fin. Las principales actividades de esta etapa son:

- Preparación de moldes.
- Preparación de la mezcla de concreto.
- Vaciado del concreto en los moldes.
- Desmoldado
- Texturizado de los arrecifes artificiales
- Curado de los arrecifes artificiales
- Inspección y pruebas de calidad de cada arrecife.

- **Transportación de los arrecifes artificiales**

- Transportación terrestre desde la fábrica hasta Puerto Morelos.
 - Descarga de camiones y transporte a la playa del sitio de colocación.
-
- **Instalación de los arrecifes artificiales en el fondo del mar.**
 - Flotado y colocación de cada unidad para formar el rompeolas sumergido.
 - Anclado de cada unidad al fondo marino
-
- **Monitoreo de los arrecifes artificiales y del desempeño del rompeolas sumergido.**
 - Levantamiento batimétrico del sitio
 - monitoreo del desempeño y colonización de los arrecifes artificiales
 - Preparación y presentación de informes a las autoridades
 - Evaluación de resultados y en su caso implementación de las medidas de mitigación requeridas
-
- **Operación de los arrecifes artificiales.**
 - Disminución de la energía del oleaje
 - Protección costera
 - Restitución de la playa
 - Incrementos de sustratos de fijación de corales, esponjas y algas

- Creación de sitios de encuentro, apareamiento, procreación y crianza de juveniles.

II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas. No se contemplan ninguna obra ni actividades provisionales y asociadas al proyecto.

II.2.4. Ubicación y dimensiones del proyecto. El proyecto está dentro del área natural protegida del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos y se ubicará enfrente de la zona costera de las propiedades privadas del Fraccionamiento María Irene ubicado a 5 kilómetros al Norte de Puerto Morelos.

En las coordenadas geográficas:

N
WO
A
20.886461
86.862564
B
20.892401
86.859736
C
20.891850
86.858761
D
20.886150
86.861491

Extensión del proyecto: 700 metros de línea de costa

La Superficie total del Área del proyecto es de: 70,000 metros cuadrados aproximadamente (700 metros de largo por 100 de ancho)

La superficie que ocuparán los 3 rompeolas sumergidos es de: 1,250 metros cuadrados (347 metros de largo por 3.6 metros de ancho)

Diseño del Proyecto: El Rompeolas Sumergido estará integrado por tres secciones paralelas a la línea de costa ubicadas en la línea de profundidad de -1.20 metros a nivel de marea media (NMM).

La superficie total que ocuparán las 3 secciones del rompeolas sumergidos es de: 1,250 metros cuadrados (347 metros de largo por 3.6 metros de ancho)

Las secciones de rompeolas se formarán colocando dos o tres filas de las unidades de arrecifes artificiales, con una separación máxima entre cada unidad de 25 centímetros:

La primera sección ubicada en extremo sur del proyecto tendrá 132.45 metros de largo por 3.60 metros de ancho. Se colocarán 312 arrecifes artificiales formando tres filas a todo lo largo del rompeolas. En el centro estará dividido por un traslape de 5 metros de largo:

Es importante recalcar que cada sección del rompeolas se colocarán en la línea de profundidad de -1.20 metros a nivel de marea media, dejando una columna de agua de 30 centímetros. Para lograr lo anterior y previniendo alguna variación por el paso del tiempo, se deberá realizar una batimetría dos o tres días previos a la colocación de las unidades para determinar el sitio preciso de colocación y dependiendo de las irregularidades del fondo marino se puede tener una tolerancia de columna de agua de 0 a 50 centímetros a NMM.

La segunda sección ubicada en el centro del proyecto tendrá 140 metros de largo. Se colocarán 266 arrecifes artificiales formando tres partes. La primera parte de 40.5 metros de largo tendrá dos filas de arrecifes, la segunda parte de 49.58 metros de largo tendrá tres filas de arrecifes y la tercera parte de 35.02 metros de largo también tendrá tres filas de arrecifes. Los traslapes tendrán 5 metros de largo aproximadamente:

De igual forma a la sección anterior, esta sección se colocará en la línea de profundidad de -1.20 a NMM, con las mismas indicaciones de colocación y tolerancias de columna de agua.

Es muy importante recalcar que también pueden variar las cantidades de unidades a utilizar en la formación de cada sección del rompeolas así como su forma y sus alabeos dependiendo de la ubicación y forma que se tenga de la línea de profundidad que se encuentre en la batimetría previa a la instalación para satisfacer la profundidad de -1.20 metros a NMM especificada en el diseño del proyecto.

La tercera sección del rompeolas estará ubicada en el extremo norte del sitio del proyecto, teniendo 75.23 metros de largo por 3.60 de ancho. Se colocarán 187 arrecifes artificiales formando tres filas a todo lo largo del rompeolas a la profundidad de -1.20 metros NMM:

Todas las unidades de arrecifes artificiales deberán ser fijadas al fondo marino con dos anclas hincándolas 10 centímetros si en fondo es de roca y hasta 90 centímetros si el fondo es suave. Para este procedimiento se recomienda utilizar martillos de mano o martillos hidráulicos. No se utilizarán taladros de ningún tipo.

Las anclas pueden ser varillas de fibra de vidrio de 1/4 a 1/2 de pulgada de diámetro, tubos galvanizados cedula 40 de 1/2 pulgada de diámetro interior o cabillas de acero de 1/2 a 5/8 de pulgada pintadas a dos manos con pintura antioxidante.

Tipo de estructuras: **Arrecifes Artificiales Reef Ball TM**

La Fundación Reef Ball ha llevado a cabo más de 20 rompeolas sumergidos exitosos con la innovación de utilizar arrecifes artificiales biológicamente amigables al medio ambiente marino, que además de cumplir con una función para la ingeniería de costas, proveen sustratos de fijación para la propagación de corales, esponjas y algas además de crear cavidades para la colonización de las diferentes especies marinas.

Para mayor información se puede consultar el capítulo de rompeolas sumergidos (submerge breakwaters) en la página de internet de la Fundación: reefaball.com, encontrándose información técnica y resultados obtenidos.

Los arrecifes artificiales Reef Ball, son esferas huecas de concreto producidas para ser llevadas y puestas en el fondo marino con el propósito de aumentar el hábitat para peces y corales; son fabricadas con concreto inerte, no dañinos al ambiente, diseñadas para imitar arrecifes naturales y durar más de 500 años. Los Reef Ball son económicos, fáciles de instalar y han demostrado ser muy eficientes para lograr rehabilitar ecosistemas marinos además de ser estables ante tormentas tropicales y huracanes.

Las principales características de las estructuras son:

- **Estructuras circulares, huecas, en forma de domo o en capas (Layers).**
- **Resistencia a la abrasión, máxima estabilidad y duración bajo el mar.**
- **Materiales, inertes, (no tóxicos ni peligrosos) y amigables al medio ambiente.**
- **Texturas y PH que promueven la fijación y la propagación de corales duros y blandos.**
- **Con numerosos orificios de diferentes diámetros en su pared que ponen en comunicación su espacio interno con el exterior. Creando refugios para anidación y crianza de juveniles.**
- **Fáciles de instalar además de poder ser removidos a bajo costo en caso de requerirse.**

- **El rompeolas sumergido se ubicará a una profundidad mínima de marea media de -1.20 dejando una columna de agua entre la cresta del arrecife y el nivel medio de marea de 30 centímetros.**

- **Tipo y cantidades de materiales a utilizar en la construcción del arrecife. Para la construcción del rompeolas sumergido se utilizarán 765 arrecifes artificiales Reef Ball, Modelo Pallet Ball.**

Los Reef Ball están fabricados a partir de moldes de fibra de vidrio, entrenamiento y especificaciones proporcionadas y supervisadas por la Fundación respetando la información proporcionada sobre los materiales a utilizar para la construcción de las estructuras artificiales, estas no ofrecen peligro para el ambiente marino.

II.3. Descripción de las obras y actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto.

Etapa

- **Fabricación de los arrecifes artificiales.**

Actividades

Descripción

- Preparación de moldes: Se ensamblan los moldes con sus bases y se inflan los componentes a las componentes internos.
- Preparación de la mezcla de concreto: Se dosifican y vierten los materiales en el camión Mezclador.
- Muestreo del concreto para el laboratorio: Se toman muestras de cada camión para pruebas de Calidad
- Vaciado del concreto en los moldes: Se vierte el concreto dentro de los moldes.
- Desmoldado: Después del fraguado del concreto se desinflan los Componentes internos y se desmolda el arrecife
- Texturizado de los arrecifes artificiales: Se lava a presión la superficie del arrecife para texturizarlo
- Curado de los arrecifes artificiales: Se traslada al patio de secado, se cubre y mantiene húmedo por tres días
- Inspección y pruebas de calidad de cada arrecife: Se revisa la estructura del arrecife y se prueba su resistencia al manejo y carga.

- **Transportación de los arrecifes artificiales: Descripción.**

- Transportación terrestre desde la fábrica hasta Puerto Morelos: Se cargan camiones mediante una grúa articulada acomodando los arrecifes para optimizar el espacio de carga. Se amarran y aseguran las estructuras y se documenta la carga anotando número y peso total de las unidades. Se descargan los camiones y se almacenan las unidades en un predio cercano a la playa del proyecto mediante una grúa articulada.

- Con un cargador frontal se llevan uno por uno a la playa

- **Instalación de los arrecifes artificiales en el fondo del mar. Descripción.**

- Flotado y colocación de cada unidad para formar el rompeolas sumergido. Se colocan boyas en las y se llevan flotando y se posicionan lo más cerca posible del sitio definitivo de hundimiento de cada unidad. Entregándole a los buzos la unidad para su hundimiento y colocación en el sitio preciso para formar las líneas que integran el rompeolas sumergido.

- Anclado de cada unidad al fondo marino. Se colocan dos anclas de acero por cada unidad atravesando los agujeros preparados para ello hincándolas con mazo en el fondo marino 10 centímetros en caso de ser roca sólida. En caso de ser fondo de arena o pedacería se colocan dos anclas para arena a través de los agujeros preparados anteriormente para este propósito hincándolas en el fondo marino hasta un metro de profundidad en la arena.

- **Monitoreo de los arrecifes artificiales y del desempeño del rompeolas sumergido: Descripción.**

- Levantamiento batimétrico del sitio: Se realiza un nuevo levantamiento batimétrico cada seis meses comparando la evolución de la rehabilitación de las playas y estimando el avance o retroceso de la erosión.

- Monitoreo del desempeño y colonización de los arrecifes artificiales: Se toman fotografías y videos de los arrecifes para contar y clasificar las especies que colonizan las unidades.

- Preparación y presentación de informes a las autoridades. Se analiza la información obtenida en los monitoreos anteriores y se edita un informe con recomendaciones que se presenta a consideración de las autoridades

- Evaluación de resultados y en su caso implementación de las medidas de mitigación requeridas: En caso de ser necesario y en acuerdo con las autoridades se llevarán

a cabo las medidas de mitigación que sean necesarias ante cualquier impacto ambiental negativo.

- **Operación de los Arrecifes Artificiales**
- Disminución de la energía del oleaje
- Protección costera
- Rehabilitación de la playa

II.3.1. Programa general de trabajo.

Etapas/Trimestre

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Fabricación

xxx

xxx

Transportación

xxx

xxx

Instalación

xxx

xxx

Monitoreo

x

x

x

x

II.3.2. Selección del sitio. El sitio del proyecto, debido a las características y objetivos del mismo está determinado por el promovente. La ubicación precisa del rompeolas sumergido está determinada por los consultores de costa en base las técnicas de ingeniería y cálculos aplicables tomando en cuenta la profundidad que se tiene en el sitio y la altura de los arrecifes artificiales.

II.3.3. Estudios de campo. Los realizados en los levantamiento previos.

II.3.4. Situación legal del predio y tipo de propiedad. El predio del sitio del proyecto es zona federal marítima, dentro del área natural protegida del Parque Nacional de Arrecifes Puerto Morelos.

II.3.5. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias. El sitio del proyecto está ubicado dentro del área natural protegida del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Zona I en la que el uso del suelo de acuerdo al Programa de Manejo del Parque es de uso recreativo intensivo:

Zona I. Uso recreativo intensivo

Esta zona es utilizada para la recreación de playa y para la natación. Abarca la Zona Federal Marítimo Terrestre, incluyendo los primeros 200 metros del área marina adyacente, desde la Unidad Puerto Morelos hasta la Unidad El Islote, así como los primeros 100 metros del área marina adyacente desde la Unidad El Islote hasta la Unidad

Limonos (límite norte del Parque), excepto en los pasos de navegación que la profundidad menor a 50 centímetros así los delimita.

Actividades permitidas

- Se pueden realizar sin un permiso expreso de la SEMARNAP, las actividades recreativas de playa, natación, anclaje y navegación de embarcaciones a velocidad menor a 3 nudos, así como la pesca de autoconsumo con anzuelo.
- Con aviso al director del Parque, se podrán desarrollar actividades de educación ambiental, así como pernoctar y/o acampar en el Parque.
- Requieren el permiso de la SEMARNAP las actividades turísticas y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Actividades prohibidas

- Se prohíbe, por los riesgos de accidentes, el buceo nocturno y la navegación a más de 3 nudos. Debido a la poca profundidad se prohíbe la navegación de embarcaciones con calado mayor a 2 metros.

Las colindancias del sitio del proyecto hacia la zona terrestre del Parque son propiedades privadas con uso principal para casa habitación y hotelería. La colindancia hacia mar adentro es la Zona IV para navegación en la laguna arrecifales.

II.3.6. Urbanización del área. El Fraccionamiento María Irene es una zona urbanizada que cuenta con accesos y servicio de energía eléctrica.

II.3.7. Área natural protegida. El sitio del proyecto se encuentra dentro de áreas naturales protegidas.

II.3.8. Políticas de crecimiento a futuro. No se tienen políticas de crecimiento a futuro.

II.3.9. Preparación del sitio y construcción.

II.3.9.1 Preparación del sitio. Antes de comenzar la etapa de instalación de los arrecifes artificiales se realizará un último levantamiento para determinar con precisión la ubicación del rompeolas sumergido.

II.3.9.2. Construcción. La construcción del rompeolas sumergido, descrita anteriormente, consiste en el hundimiento, colocación y anclado de cada una de las unidades Reef Ball para formar las tres líneas que integran el rompeolas sumergido.

II.3.9.3. Operación y mantenimiento. No se contempla llevar a cabo ningún tipo de operación comercial ni de ningún tipo salvo el servicio de rehabilitación y protección de la costa que genere.

II.3.9.4. Abandono del sitio. Una vez terminado el proyecto y en base a los monitoreos, informes y resultados obtenidos se determinará el abandono del sitio

II.4. Requerimiento de personal e insumos

II.4.1. Personal. Para la etapa de fabricación del concreto, materia prima de los arrecifes, se cuenta con el personal calificado para la elaboración de la mezcla de acuerdo a la Norma nacional de concreto hidráulico y a las especificaciones de la fórmula de la patente de la Fundación Reef Ball. Para el armado de moldes y colado de las unidades y su transportación se cuenta con el personal calificado del contratista con licencia de la Fundación Reef Ball en México y con los choferes y operadores de los tractocamiones y grúas contratadas, con más de 20,000 arrecifes artificiales Reef Ball de experiencia en México. Para la transportación marítima se cuenta con personal calificado que ha participado anteriormente en la colocación de arrecifes artificiales Reef Ball para los Parques nacionales de Cancún y de Cozumel en proyectos instalados en Quintana Roo. Para la Instalación de los arrecifes en el fondo marino se cuenta con los buzos certificados y personal entrenado por el contratista con licencia de la Fundación Reef Ball en México que han colocado los arrecifes antes mencionados para los Parques de Quintana Roo.

II.4.2. Insumos.

II.4.2.1. Recursos naturales renovables. Se utilizarán materiales para la preparación de la mezcla de concreto, polvo y grava de piedra caliza, agua y cemento.

II.4.2.2. Energía y combustibles. Se requieren los combustibles y energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de los tractocamiones, grúas y embarcaciones

II.4.2.3. Maquinaria y equipo. Dosificadora de concreto, camiones mezcladores de concreto, compresor de aire, hidrolavadora, montacargas, grúas, tractocamiones, embarcación de carga equipada con grúa y polipasto, embarcación de arrastre, unidad de poder y martillo hidráulico de uso marino, herramienta de mano.

II.5. Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones. El proyecto no se generará residuos ni descargas ni emisiones contaminantes de ningún tipo.

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

III.1 Información sectorial

Los proyectos de arrecifes artificiales se clasifican en el sector pesquero en la medida que estos tengan la meta principal de generar zonas de fijación y reproducción de las especies.

En el caso presente, se clasifica en el **Sector Turístico** como una actividad de **restitución de playas** ya que está enfocado a la protección de la costa en contra de la erosión de playas y de los daños patrimoniales que provoca en las viviendas e infraestructura colindantes.

Desde hace algunos años, en Quintana Roo, iniciativas del Parque nacional de Cancún y el Parque Nacional de Cozumel han promovido y colocado arrecifes artificiales Reef Ball con el objetivo de rehabilitar los ecosistemas submarinos y propagación de corales obteniéndose buenos resultados que han llevado a los Parques a desarrollar proyectos de este tipo en repetidas ocasiones y se pretende seguir realizando estos proyectos en el futuro.

Por otra parte, estudios sobre Arrecifes Artificiales de Reef Ball en México son escasos. Se han realizado diferentes proyectos en Yucatán destacando el realizado por el CINVESTAV a través del Dr. Thierry Brulé, el cual empleo Reef Ball para reproducir juveniles de mero, proyectos de arrecifes artificiales Reef Ball promovidos por el Gobierno del estado de Campeche con el apoyo federal de la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA) y la SAGARPA y proyectos de arrecifes Reef Ball diseñados por el Centro Regional de Investigaciones Pesquera (CRIP) en Manzanillo y promovidos por el gobierno del estado de Colima.

Este tipo de proyecto no pretende ni debe ser generalizado como una solución para todos los casos de erosión. Es un proyecto puntual y marginal diseñado para cada sitio específico, que tiene la ventaja de ser ambientalmente propositivo y en caso de ser necesario fácilmente removible.

En el sitio del proyecto las tendencias generales de desarrollo de la zona están enfocadas al turismo y al desarrollo suburbano inmobiliario teniendo estas actividades la máxima importancia en el ámbito local, estatal y nacional. Es tal la importancia de estas actividades que los tres niveles de gobierno han sumado sus esfuerzos para llevar a cabo proyectos de restauración de playas.

III.2 Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

El proyecto es compatible con los programas de planeación de la zona en donde se ubica. No pretende realizar ningún aprovechamiento ni beneficio comercial. Tiene los objetivos de rehabilitar, proteger la costa y defender las propiedades en contra de los daños causados por la erosión e invasión de aguas.

El proyecto se ubica dentro del área natural protegida y no afecta ninguna zona prioritaria de conservación de la biodiversidad.

Los instrumentos normativos que regulan este tipo de proyecto son de manera enunciativa:

1.- LGEEPA: Sobre la evaluación de impacto ambiental.

2.- Ley de Aguas Nacionales. Enunciadas en el párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

3.- Reglamento de la LGEEPA: sobre obras y actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones (Artículo 5).

En el análisis de estos instrumentos se concluye que es necesario obtener la autorización en materia de impacto ambiental de la delegación de SEMARNAT en el estado de Quintana Roo mediante la presentación de Manifestación de Impacto Ambiental Particular.

4.-El Programa de ordenamiento ecológico local (POEL) del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, aprobado el 27 de Marzo de 2009, abrogó el POET del corredor Cancún - Tulum publicado el 16 de noviembre de 2001, quedando vigentes los siguientes lineamientos:

CRITERIOS DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO PARA LA REGION DEL CORREDOR CANCÚN-TULUM (DE LA UGA MARINA APLICABLE AL SITIO DEL PROYECTO)

UGA: MARINA 2

POLITICA/FRAGILIDAD AMNBIENTAL: CONSERVACION 3 / LITORAL COSTERO

USO PREDOMINANTE: ACTIVIDADES MARINAS

USOS CONDICIONADOS: FLORA Y FAUNA, INFRAESTRUCTURA, PESCA, TURISMO.

USOS INCOMPATIBLES: ACUACULTURA

ACTIVIDADES PESQUERAS

CUMPLIMIENTO

APS 1 Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial

NO APLICA

deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la pesca

No se utilizan, ni se

SEMARNAT, así como el permiso de pesca correspondiente.

APS 2 Queda prohibido el uso de químicos o aparato electrónicos

NO APLICA

y mecánicos para la captura de animales marinos de ornato. animales.

No se capturan

CONSTRUCCION

C 6 Durante las obras de canalización y dragado, se utilizarán mallas

NO APLICA

geo textiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de los de sedimentos. Durante la instalación de arrecifes no se creara ningún tipo de dispersión de

EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA

EI 31 La instalación de marinas deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina. NO APLICA
No es una marina.

*** El rompeolas por ser sumergido garantiza los procesos de transporte de litoral y no causa ningún efecto con respecto a la calidad de agua.**

EI 32 La instalación de marinas estará supeditada a los estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos. NO APLICA
No es una marina.

EI 33 La construcción de los muelles estará sujeta a estudios geohidrológicos especiales y apego a normas internacionales. NO APLICA
No es un muelle.

EI 34 La construcción de muelles permanentes deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina. NO APLICA
No es un muelle

EI 50 En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera. NO APLICA
No se usan.

FLORA Y FAUNA

FF 3 Se prohíbe la captura de mamíferos marinos. NO APLICA
* No se capturaran ningún tipo de especies

FF 22 Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas. NO APLICA
* No se introducirán ningún de especie.

FF 25 Se prohíbe la alteración y remoción de pastos del fondo marino. NO APLICA
* El sitio de colocación de estructuras no tiene pastos.

FF 26 Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones NO APLICA

cercanas a arrecifes y manglares.

realizarán
además de que no se
ni mangles en el
colocación.

* No se usarán ningún tipo de
explosivos ni se
dragados,
tienen arrecifes
sitio de

**FF 27 La ubicación y construcción de puntos de anclaje estará
anclarán para**

*** Los arrecifes se**

**sujeta a estudios específicos.
estabilidad para de
especificaciones
ingenieros de costas**

**umentar su
acuerdo a las
de los**

FF 28 No se permitirá el anclaje de embarcaciones en un radio menor
de 35 m inmediatos al arrecife.
arrecife

mt.

NO APLICA

No se anclara. No hay

en el sitio del proyecto a 35

FF 29 El anclaje de embarcaciones solo se permitirá en zonas de
arenales y ceibadales.

NO APLICA

No se anclara

FF 30 No se permitirá la recolección, remoción o trasplante de
organismos vivos, muertos o materiales naturales, ni arrojar ningún
trasplantará

NO APLICA

No se recolectará ,

tipo de desperdicios en los arrecifes.

Ni se arrojan desperdicios

FF 31 Se prohíbe la construcción de estructuras promotoras de playa
en forma de espigón

NO APLICA

No es un espigón

FF 34 En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la
NOM ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios necesarios
especies

NO APLICA

No se encontró estas

para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto
negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.

MANEJO DE ECOSISTEMAS

**MAE 2 Las acciones tendientes a establecer medidas para el control
para**

Se presenta la MIA

**de la erosión en la zona costera estarán sujetas a Manifestación de
generará**

su evaluación. No

Impacto Ambiental, la que deberá analizar con detalle las

implicaciones en los

implicaciones que éstas generen en los predios colindantes.

predios colindantes

MAE 6 Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.

NO APLICA

No se verterán

MAE 56 Se prohíben las actividades recreativas marinas en el periodo de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer.

NO APLICA

No se realizarán

*** No se realizan trabajos en la noche, solamente de día.**

TURISMO

TU 6 La visita a las áreas arrecifales deberá estar sujeta a estudios específicos.

NO APLICA

No se realizan visitas aéreas

TU 7 Se prohíbe la utilización de embarcaciones motorizadas en caletas y cenotes costeros.

NO APLICA

No se utilizarán

TU 8 Las actividades náuticas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales.

NO APLICA

TU 9 No se permite el acuatizaje de hidroaviones.

NO APLICA

TU 19 No se permitirá la práctica de ningún tipo de deporte acuático motorizado a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas.

NO APLICA

TU 20 No se permitirá el uso de plataformas o embarcaciones para fines de buceo y esnorqueleo masivos.

NO APLICA

TU 22 En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.

NO APLICA

TU 25 La práctica de cualquier tipo de deporte acuático motorizado, deberá contar con las autorizaciones correspondientes y garantizar la seguridad de los bañistas. Estableciendo las zonas de entradas y salidas de embarcaciones(entradas y rutas).

NO APLICA

TU 28 Solo se permite la utilización de lagunas costeras y arrecifales para el aterrizaje de hidroaviones, con fines de inspección, vigilancia, investigación y emergencias.

NO APLICA

TU 29 Se prohíbe tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse de las formaciones arrecifales.	NO APLICA
TU 30 En el buceo libre, autónomo y la natación se prohíbe el uso de guantes y cuchillo.	NO APLICA
TU 33 En los canales de acceso a las lagunas arrecifales no se permiten ningún tipo de actividades recreativas, culturales, de esparcimiento, de superficie o subacuáticas diurnas o nocturnas.	NO APLICA
TU 34 Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.	NO APLICA
TU 36 Deberán señalizarse los canales de acceso a las lagunas arrecifales.	NO APLICA
TU 37 Queda prohibido realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas, con excepción de casos de emergencia en la que se exponga la seguridad de vidas humanas.	NO APLICA
TU 38 Queda prohibida la navegación de embarcaciones de motor de 1.5 o más metros de calado en las lagunas arrecifales.	NO APLICA
TU 40 Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	NO APLICA
TU 41 Se prohíbe el uso de motores de dos tiempos en actividades turísticas marítimas.	NO APLICA
TU 42 Se prohíbe el uso de plataformas marinas, o artefactos que funcionen como tales.	NO APLICA

*** El proyecto no aplica en la mayoría de los criterios ecológicos establecidos para las Unidades de Gestión Ambiental Marinas y se da cabal cumplimiento a los dos criterios aplicables en lo referente a la presentación de la manifestación de impacto ambiental y en lo referente al anclaje de las estructuras.**

5.- **DECRETO** por el que se declara área natural protegida, con el carácter de parque nacional, la región denominada **Arrecife de Puerto Morelos, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 9,066-63-11 hectáreas:**

ERNESTO ZEDILLO PONCE DE LEÓN, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89, fracción I, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con fundamento en los artículos 27, párrafo tercero, de la propia Constitución; 2o., fracciones II y III, 5o., fracción VIII, 44, 45, 46, fracción III, 47, 50, 51, 57, 58, 60, 61, 64 Bis, 65, 66, 67 y 74 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 7o., fracciones II y IV, 38, fracción II, 85 y 86, fracciones III y VII, de la Ley de Aguas Nacionales; 21 y 22 de la Ley Federal del Mar; 3o., fracciones V, VI y IX, de la Ley de Pesca; 4o., incisos a), b) y d), de la Ley Federal de Caza; 2o., fracciones III, VIII, X y XI, de la Ley Orgánica de la Armada de México; 6o., fracción I, 7o., fracción VII, 65 y 66 de la Ley de Navegación; 30, 32 Bis y 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, y

CONSIDERANDO

Que los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeografías, así como la diversidad genética de las especies silvestres, conforman el patrimonio natural que el Estado tiene el deber de proteger para beneficio de los mexicanos, ya que su aprovechamiento sustentable y su conservación hacen posible la supervivencia de los grupos humanos;

Que el desarrollo industrial, agropecuario, urbanístico y turístico se ha realizado, en las últimas décadas, de una forma desordenada y ha ocasionado graves daños al patrimonio natural, provocando que algunos ecosistemas sufran perturbaciones y que numerosas especies estén en peligro de desaparecer; esta situación amenaza la posibilidad de continuar obteniendo los beneficios y recursos que la naturaleza proporciona;

Que los parques nacionales son áreas destinadas a la protección de los ecosistemas que, por su representatividad biogeográfica a nivel nacional, reúnen condiciones de especial valor natural y que favorecen la realización de actividades científicas, educativas y de recreo compatibles con la conservación de los elementos naturales;

Que los arrecifes coralinos son ecosistemas que se desarrollan en aguas tropicales someras, en los que coexisten muchas especies de coral, peces, moluscos, crustáceos, equinodermos, algas y otros grupos de organismos marinos, por lo que son considerados como los ambientes más diversos y complejos del medio marino;

Que la región conocida como “Arrecife de Puerto Morelos” forma parte de la barrera coralina denominada “Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental”, considerada como la segunda barrera más grande del mundo; asimismo, esta sección de la barrera, ubicada frente a Puerto Morelos, se extiende al norte hasta la colindancia con el parque nacional “Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún, y Punta Nizuc”;

Que el arrecife sustenta ricas comunidades biológicas bien conservadas que tienen valor ecológico, económico, recreativo y para investigación y constituye, además, el recurso más importante en la economía de la comunidad de Puerto Morelos, cuya población se dedica mayoritariamente a la pesca o al turismo, ambas actividades estrechamente influidas por la salud del ecosistema;

Que en la zona que separa el arrecife de la costa en la laguna arrecifal hay un desarrollo significativo de pastos marinos que provocan la retención de sedimentos, evitando la erosión de la costa lo que disminuye la fuerza del oleaje y reduce el daño que las tormentas podrían causar a las comunidades locales;

Que en el arrecife coralino y en la laguna arrecifal habitan numerosas especies de plantas, peces e invertebrados, algunas de ellas consideradas como amenazadas o sujetas a protección especial, así como otras especies que utilizan el arrecife como zona de reproducción, alimentación y crianza, las cuales se ven afectadas por una serie de impactos directos;

Que la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, por conducto del Instituto Nacional de Ecología, en coordinación con el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en Puerto Morelos, el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México y otras instituciones de investigación, han realizado estudios sobre el arrecife, de cuyos resultados se infiere que es necesario emprender acciones para asegurar el equilibrio y la continuidad de sus procesos ecológicos, salvaguardar la diversidad genética de las especies existentes y propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos;

Que los estudios a que se refiere el considerando anterior, estuvieron a disposición del público, según aviso publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 2 de junio de 1997 y que las personas interesadas emitieron opinión favorable para el establecimiento de dicha área;

Que la comunidad de Puerto Morelos ha participado activamente durante los últimos diez años en todas las gestiones técnicas y de concertación, hasta llegar a la solicitud formal de este Decreto para salvaguardar el patrimonio natural que representan los arrecifes coralinos, en beneficio de las generaciones humanas presentes y futuras y que están dispuestos a participar activamente en las acciones que permitan lograr las metas de este Decreto, y

Que la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, ha propuesto al Ejecutivo Federal declarar la región conocida como "Arrecife de Puerto Morelos", ubicada en la Costa Caribe del Municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo, como área natural protegida con el carácter de parque nacional, he tenido a bien expedir el siguiente

DECRETO

ARTÍCULO PRIMERO: Se declara área natural protegida, con el carácter de parque nacional, la región denominada "Arrecife de Puerto Morelos", en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 9,066-63-11 hectáreas (NUEVE MIL SESENTA Y SEIS HECTÁREAS, SESENTA Y TRES ÁREAS, ONCE CENTIÁREAS), que se encuentra localizada en la Costa Caribe del Municipio de Benito Juárez, frente al poblado de Puerto Morelos en el Estado de Quintana Roo, según la descripción analítico-topohidrográfica que se proporciona a continuación:

DESCRIPCIÓN LÍMITROFE DEL POLÍGONO GENERAL

DEL PARQUE NACIONAL "PUERTO MORELOS"

(9,066-63-11 ha.)

El polígono se inicia en el vértice 1 de coordenadas 21°00'00" Latitud N; 86°49'19" Longitud W; partiendo de este punto con un Rumbo Astronómico Calculado (RAC) de S 72°22'05" E y una distancia de 4,849.43 m. se llega al vértice 2 de coordenadas 20°59'12" Latitud N; 86°46'39" Longitud W; partiendo de este punto con un RAC de S 17°59'57" W y una distancia de 6,887.76 m. se llega al vértice 3 de coordenadas 20°55'39" Latitud N; 86°47'53" Longitud W; partiendo de este punto con un RAC de S 26°26'20" W y una distancia de 4,465.73 m. se llega al vértice 4 de coordenadas 20°53'29" Latitud N; 86°49'02" Longitud W; partiendo de este punto con un RAC de S 18°09'39" W y una distancia de 7,022.92 m. se llega al vértice 5 de coordenadas 20°49'52" Latitud N; 86°50'18" Longitud W; partiendo de este punto con un RAC de S 23°08'19" W y una distancia de 2,641.98 m. se llega al vértice 6 de coordenadas 20°48'33" Latitud N; 86°50'54" Longitud W; partiendo de este punto con un RAC de N 87°22'39" W y una distancia de 3,298.90 m. se llega al vértice 7 de coordenadas 20°48'38" Latitud N; 86°52'48" Longitud W; partiendo de este punto con un RAC de N 26°57'43" W y una distancia de 1,723.70 m. se llega al vértice 8 de coordenadas 20°49'28" Latitud N; 86°53'15" Longitud W; partiendo de este punto con un RAC de N 34°40'13" E y una distancia de 2,131.67 m. se llega al vértice 9 de coordenadas 20°50'25" Latitud N; 86°52'33" Longitud W; partiendo de este punto con un RAC de N 54°42'40" W y una distancia de 425.18 m. se llega al vértice 10 de coordenadas 20°50'33" Latitud N; 86°52'45" Longitud W; partiendo de este punto con rumbo general Noreste se continúa por toda la costa incluyendo el límite de la Zona Federal Marítimo-Terrestre, hasta llegar al vértice 1 en donde se cierra el polígono con una superficie de 9,066-63-11 hectáreas.

El plano oficial que contiene la descripción límite analítico-topohidrográfica del polígono general que se describe en el presente Decreto obra en las oficinas del Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, ubicadas en Avenida Revolución número 1425, Colonia Tlacopac, San Ángel, Delegación Álvaro Obregón en México, Distrito Federal, y en la Delegación Federal de la propia Secretaría, en el Estado de Quintana Roo, ubicada en Avenida Insurgentes número 455, Colonia Magisterial, Código Postal 77039, en Chetumal, Quintana Roo.

ARTÍCULO SEGUNDO.- La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en coordinación con la Secretaría de Marina, será la encargada de administrar, manejar y preservar los ecosistemas del parque nacional "Arrecife de Puerto Morelos" y sus elementos, así como vigilar que las acciones que se realicen dentro de éste se ajusten a los propósitos de la presente declaratoria.

El titular de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca designará al Director del área materia del presente Decreto, quien será responsable de coordinar la formulación, ejecución y evaluación del programa de manejo correspondiente, de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones aplicables.

ARTÍCULO TERCERO.- La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con la participación que corresponda a otras dependencias del Ejecutivo Federal, propondrá la celebración de los acuerdos de coordinación con el

Gobierno del Estado de Quintana Roo, en los que se establezca la participación del municipio de Benito Juárez; así como la concertación de acciones con los sectores social y privado, entre otras, en las materias siguientes

- I. La coordinación de las políticas Federales aplicables en el parque nacional, con las del Estado y el municipio participante;
- II. La elaboración del programa de manejo del parque nacional, con la formulación de compromisos para su ejecución;
- III. La determinación de acciones para llevar a cabo el ordenamiento ecológico aplicable al parque nacional;
- IV. Las formas como se llevarán a cabo la investigación, la experimentación y el monitoreo en el parque nacional;
- V. La realización de acciones de inspección y vigilancia;
- VI. Las acciones necesarias para contribuir al desarrollo socioeconómico regional, mediante el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales en el parque nacional;
- VII. Los esquemas de participación de los grupos sociales, científicos y académicos;
- VIII. El desarrollo de programas de asesoría a sus habitantes para el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales de la región, y
- IX. El origen y el destino de los recursos financieros para la administración del parque nacional.

ARTÍCULO CUARTO.- La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en coordinación con la Secretaría de Marina, formularán el **programa de manejo del parque nacional “Arrecife de Puerto Morelos”**, de conformidad con lo establecido en el presente Decreto y con sujeción a las disposiciones legales aplicables.

Dicho programa deberá contener por lo menos, lo siguiente:

- I. El inventario de especies de flora y fauna conocidas en la zona;
- II. La descripción de las características físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales del parque nacional, en el contexto nacional, regional y local;
- III. Los objetivos específicos del parque nacional;
- IV. Los lineamientos para el aprovechamiento sustentable de la flora y fauna, tanto del medio terrestre como del marino, y los relativos a la protección de los ecosistemas y a la prevención de la contaminación del suelo y de las aguas;
- V. Las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo y su vinculación con el Sistema Nacional de Planeación Democrática. Dichas acciones comprenderán la investigación, uso de recursos, difusión, operación, coordinación, seguimiento y control;
- VI. La previsión de las acciones y lineamientos de coordinación, así como las reglas de carácter administrativo a que se sujetarán las actividades autorizadas, a fin de que exista la debida congruencia con los objetivos del presente Decreto y otros programas a cargo de las demás dependencias de la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias;
- VII. La zonificación del área, así como las áreas y canales de navegación;
- VIII. Las propuestas para el establecimiento de épocas y zonas de veda, así como los equipos y métodos a utilizarse, y lo relativo a las actividades turísticas y pesqueras para un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y
- IX. Las posibles fuentes de financiamiento para la administración del parque nacional.

ARTÍCULO QUINTO.- En el parque nacional “Arrecife de Puerto Morelos” sólo se permitirán actividades relacionadas con la preservación de los ecosistemas acuáticos y sus elementos, la investigación, repoblación, recreación, educación ecológica y el aprovechamiento de los recursos naturales y pesqueros, autorizados por las autoridades competentes, en las áreas, temporadas y modalidades que determine, conforme a sus atribuciones, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

ARTÍCULO SEXTO.- Los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, que se encuentren dentro de la superficie de zona federal marítimo terrestre del parque nacional “Arrecife de Puerto Morelos”, así como los usufructuarios o concesionarios que realizan actividades dentro de la superficie del mismo, estarán obligados a la

conservación del área, conforme a las disposiciones que al efecto emita la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de conformidad con lo dispuesto en el presente Decreto y las disposiciones jurídicas aplicables.

ARTÍCULO SÉPTIMO.- Con la finalidad de fomentar la conservación, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en particular de las especies endémicas, raras, amenazadas o en peligro de extinción, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, de conformidad con sus atribuciones y con base en los estudios técnicos y socio-económicos que al efecto se elaboren, podrá establecer vedas de flora y fauna.

ARTÍCULO OCTAVO.- El uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales ubicadas en el parque nacional “Arrecife de Puerto Morelos” se sujetarán a:

- I.** Las normas oficiales mexicanas para la conservación y aprovechamiento de la flora y fauna acuáticas y de su hábitat, así como las destinadas a evitar la contaminación de las aguas;
- II.** Las políticas y restricciones que se establezcan en el programa de manejo para la protección de las especies acuáticas;
- III.** Los convenios de concertación de acciones para la protección de los ecosistemas acuáticos que se celebren con los sectores productivos, e instituciones académicas y de investigación, y
- IV.** Las demás disposiciones jurídicas aplicables.

ARTÍCULO NOVENO.- Dentro del parque nacional “Arrecifes de Puerto Morelos”, queda prohibido:

- I.** Verter o descargar contaminantes, desechos o cualquier tipo de material nocivo; **NO APLICA**
- II.** Usar explosivos; **NO APLICA**
- III.** Tirar o abandonar desperdicios en las playas; **NO APLICA**
- IV.** Emplear fungicidas, insecticidas, pesticidas y, en general, cualquier producto contaminante; **NO APLICA**
- V.** Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o zonas aledañas; **NO APLICA**
- VI.** Instalar plataformas o infraestructura de cualquier índole que afecte las formaciones coralinas; **NO APLICA**
- VII.** Capturar especies; **NO APLICA**
- VIII.** Introducir especies vivas exóticas, y **NO APLICA**
- IX.** Extraer flora y fauna viva o muerta, así como otros elementos biogénicos, cuando se realice sin autorización y sea contrario a lo establecido en el programa de manejo. **NO APLICA**

ARTÍCULO DÉCIMO.- Todo proyecto de obra o actividad pública o privada que se pretenda realizar dentro del parque nacional o la zona federal marítimo terrestre aledaña, deberá ser congruente con los lineamientos que establezca el programa de manejo y las demás disposiciones jurídicas aplicables y contar, además, previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en los términos de la Ley

General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO.- La inspección y vigilancia del área materia del presente Decreto quedan a cargo de las Secretarías de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y de Marina, en el ámbito de sus respectivas competencias.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

SEGUNDO.- La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en un término de 180 días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de esta declaratoria, promoverá su inscripción en los registros públicos de la propiedad que correspondan, y la inscribirá en el Registro Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

TERCERO.- La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en coordinación con la Secretaría de Marina, deberán elaborar el programa de manejo del parque nacional “Arrecifes de Puerto Morelos” en un término de 365 días naturales contados a partir de la publicación del presente Decreto en el **Diario Oficial de la Federación**.

CUARTO.- Las actividades pesqueras que se vienen realizando en el área, previas a la expedición del presente Decreto, se podrán continuar realizando, siempre y cuando éstas no afecten significativamente los recursos ícticos y malacológicos del área, para lo cual se deberá observar lo establecido en la Ley de Pesca y su Reglamento, así como en las Normas Oficiales Mexicanas en la materia, hasta en tanto se expida el programa de manejo del parque nacional.

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintidós días del mes de enero de mil novecientos noventa y ocho.- **Ernesto Zedillo Ponce de León**.- Rúbrica.- La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.- Rúbrica.- El Secretario de Marina, **José Ramón Lorenzo Franco**.- Rúbrica.- El Secretario de Comunicaciones y Transportes, **Carlos Ruiz Sacristán**.- Rúbrica.

ESTE PROYECTO NO APLICA Y/O NO REALIZARA NINGUNA ACTIVIDAD PROHIBIDA DESCRITA EN EL ARTICULO NOVENO.

6.- Programa de Manejo del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos. El 2 de febrero de 1998 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto en el que se declara área natural protegida con el carácter de Parque Nacional, la región denominada Arrecife de Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo, con una superficie total de 9,066-63-11 hectáreas.

La región conocida como Arrecife de Puerto Morelos forma parte de la barrera arrecifal denominada “Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental”, considerada como la segunda barrera arrecifal más grande del mundo; así mismo, esta sección de la barrera, ubicada frente a Puerto Morelos, se extiende al norte hasta la colindancia con el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

En el Programa de Manejo del Parque se declara como Objetivo III “Asegurar el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sus elementos, a favor principalmente de la sociedad de Puerto Morelos” y en el VI “Proteger al poblado de Puerto Morelos y a la infraestructura de los desarrollos costeros limítrofes, de la erosión y destrucción que pudieran causar eventos naturales, como huracanes y tormentas tropicales”

El proyecto se ubica en la **Zona I** con uso **Recreativo Intenso**. Esta zona es utilizada para la recreación de playa y para la natación. Abarca la Zona Federal Marítimo Terrestre, incluyendo los primeros 200 metros del área marina adyacente, desde la Unidad Puerto Morelos hasta la Unidad El Islote, así como los primeros 100 metros del área marina adyacente desde la Unidad El Islote hasta la Unidad Limones (límite norte del Parque), excepto en los pasos de navegación que la profundidad menor a 50 centímetros así los delimite.

En el **Capítulo IX** Del Uso y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre, reglas:

Regla 68. Todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del Parque o en la zona federal marítimo terrestre aledaña, deberá ser congruente con los lineamientos establecidos en el Programa de Manejo y las demás disposiciones jurídicas aplicables, así como contar previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en términos de la LGEEPA y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental.

Regla 69. Las construcciones que se pretendan realizar en la Zona Federal Marítimo Terrestre del Parque, deberán armonizar con el paisaje natural del mismo.

Regla 75. Las actividades prohibidas y permitidas en cada una de las Zonas de Manejo a que se refiere la Regla, se establecen en la siguiente tabla:

Zonas de manejo

ZONA I USO RECREATIVO INTENSIVO

Descripción conceptual: Esta zona es utilizada para la recreación de playa y para la natación.

Descripción física: Zona Federal Mar. Timo Terrestre, incluyendo:

- a) 200 metros paralelos a la línea de costa del área marina adyacente desde la Unidad Puerto Morelos hasta el límite de la Unidad El Islote.
- b) 100 metros paralelos a la línea de costa de la Unidad El Islote hasta la Unidad Limones, excepto en los pasos de navegación que la profundidad menor a 50cent.metros as. de limite.

Actividades Permitidas:

☒ Anclaje.

☒ Buceo diurno.

☒ Colecta de especies de flora y fauna, así como de otros recursos biológicos, con fines científicos o educativos (previa autorización).

☒ Ecoturismo.

☒ Educación Ambiental.

☒ Fotografía y videograbación.

☒ Investigación y monitoreo.

☒ Natación.

☒ Navegación a velocidad menor de 3 nudos.

☒ Pernoctar y/o acampar en el Parque.

☒ Pesca comercial con redes argalleras entre las Unidades

Picudas y Puerto Morelos: solamente durante el tiempo de corrida o de especies de escama.

☒ Pesca de autoconsumo sólo con anzuelo.

☒ Recreación en playa.

☒ Restauración.

Prohibidas:

☒ Buceo nocturno.

☒ Navegación de embarcaciones con calado mayor a 2metros.

☒ Pesca.

ESTE PROYECTO NO PRETENDE REALIZAR NINGUNA ACTIVIDAD DEFINIDA EN LAS PROHIBICIONES DEL CAPÍTULO XI DEL PROGRAMA DE MANEJO DEL PARQUE.

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

IV.1 Delimitación del área de estudio

El área conocida como Fraccionamiento María Irene ubicada a 5 kilómetros al Norte de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Se presenta a continuación un plano con la ubicación del área en la cual se pretende realizar el proyecto:

En las coordenadas geográficas:

N
WO
A
20.886461
86.862564
B
20.892401
86.859736
C
20.891850
86.858761
D
20.886150
86.861491

Ubicación del sitio del proyecto

- Dimensiones del Proyecto:

La Superficie total del predio es de: 70,000 metros cuadrados (700 metros de largo por 100 de ancho)

La superficie total que ocuparan las tres secciones del rompeolas sumergido es de: 1250 metros cuadrados (347 metros de largo por 3.6 metros de ancho)

- Características de la obra a desarrollar: Se pretende instalar 765 unidades Reef Ball para formar un rompeolas sumergido en tres secciones de 132, 140 y 75 metros de largo cada por 3.6 metros de ancho, paralelos a la costa, a una distancia de 40 metros de la actual línea de costa a una profundidad de -1.2 metros a nivel de marea media.

-

No se realizarán actividades asociadas ni provisionales.

- Sitios de disposición de desechos: No se generarán desechos.
- Factores sociales y económicos: La necesidad y urgencia de realizar el proyecto solo afecta social y económicamente a los propietarios de predios colindantes con el sitio del proyecto.

- La información y características con respecto al sistema ambiental del área de estudio:
- Perfil de la línea de costa y batimetría del área de estudio:

Vista del área del proyecto desde el Sur hacia el Norte

Vista del área del proyecto desde el Norte hacia el Sur

- **Tipo de sustrato del sitio del proyecto.** En los levantamientos realizados se pudo caracterizar el tipo de fondo del sitio del proyecto o se encontró vegetación, encontrándose en su mayoría fondos de arena, un poco de pedacera de coral y rocas (3%) y algunos fondos de roca (5%):

Fondos de arena en el sitio del proyecto

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

Tipo de clima: De acuerdo con su posición geográfica la Península de Yucatán se encuentra localizado dentro de los límites del Trópico mundial, lo cual determina el paso del sol por el cenit dos veces al año, antes y después del solsticio de verano, por lo que se ve sometido a una intensa radiación solar, lo que da lugar a un régimen climático predominantemente caluroso, con temperaturas altas durante el día y a la ausencia de temperaturas muy bajas durante la estación invernal. Sin embargo, por ocupar la posición septentrional del territorio peninsular y por su condición de planicie, con escasa altura y relieve, resulta en influencias marítimas favorables, como vientos húmedos y frescos. Esto influye en el comportamiento relativamente homogéneo de la temperatura, sobre todo en la región más cercana a la costa. Así mismo, por su ubicación la cantidad y distribución de las precipitaciones, se ven directamente relacionadas con la trayectoria de los vientos alisios y del norte, así como por fenómenos naturales como huracanes y ciclones formados en el Mar Caribe (CINVESTAV, 1991).

De esta manera, el clima predominante en el área de Puerto Morelos es el subtipo Bso(h')w(x'), correspondiente a un clima seco muy cálido con lluvias en verano, localizándose en la zona más seca del litoral mexicano.

En la temporada de lluvias las formaciones nubosas más características son del tipo cumulus y estrato cumulus con lluvias por la tarde. En los meses de septiembre a noviembre se pueden observar cumulus de gran desarrollo vertical, que producen las más intensas precipitaciones. A partir de diciembre, el resto del año y en la presencia de "Nortes" las formaciones más importantes son los cirros y cirroestratos de nubosidad alta.

Precipitación: Se tiene una precipitación anual de 600 mm con la mayor concentración en Junio (46.36mm en promedio), Julio (83.92mm en promedio), Agosto (76.18mm en promedio), Septiembre (108.64mm en promedio), y Octubre (74.38mm en promedio). Sin embargo la evaporación es siempre más de la precipitación, menos en la época de lluvia, pero en los meses de Febrero a Mayo, la época de seca, la evaporación es muchísima más de la lluvia, de Febrero (3

tiempos mas de evaporación), Marzo (10 tiempos más de evaporación), Abril (12 tiempos más de evaporación), y Mayo (4 tiempos más de evaporación, pero con niveles de evaporación más de todo el año).

Media

Monto total (mm)

Porcentaje (%)

Anual

539.47

100

Época de lluvia regulares

(Mayo- Octubre)

411.72

76

Época de Nortes y Secas

(Noviembre-Abril)

127.72

24

Máxima mensual

110.50

20

Minima mensual

9.74

2

Vientos: El movimiento principal del aire, a que queda sometida la región está regido por el centro anticiclónico de las Bermudas-Azores. Los vientos dominantes provienen del sureste y forman parte de las corrientes de los alisios. El anticiclón sigue hacia el norte y hacia el sur los movimientos del sol, lo cual provoca que las masas de aire sufran un debilitamiento en invierno y una acentuación en el estío, en consecuencia los vientos dominantes cambian también y da lugar para que intervenga la corriente occidental, donde grandes masas de aire se desplazan del centro de alta presión al norte de Estados Unidos y Canadá con aire frío y seco se humedecen al pasar por el Golfo de México formando los nortes que levantan el nivel medio del mar en casi un metro afectando de 15 a 20 metros de playa, con vientos del noroeste que se dejan sentir a partir del mes de julio. Los vientos

que acompañan a los nortes alcanzan velocidades de 26 m/s, las principales formaciones nubosas son los cirros y estratocirros y dan origen a la precipitación con origen frontal o ciclónico. Tienen la particularidad de introducir, por las bocas de las rías, grandes cantidades de agua de origen marino al sistema palustre y estuarino que protege la barra arenosa, transportándola a contracorriente (Batllori, 1995). Las masas de aire sufren un debilitamiento en invierno con velocidades promedio de hasta 1.56 m/s y una acentuación en el estío (mayo) con 4.2 m/s. También por su ubicación frente a la sonda de Campeche se encuentra sujeta al efecto de marejadas y tormentas tropicales que ahí se generan (Beltrán, 1958).

Nubosidad

En la temporada de lluvias, las formaciones nubosas más características son del tipo cumulus y estrato cumulus con lluvias por la tarde. Para los meses de septiembre a noviembre se presentan cumulus de gran desarrollo vertical, que producen las más intensas precipitaciones y en ocasiones se prolongan hasta las primeras horas de la noche. Este tipo de precipitación se conoce como de origen convectivo. De diciembre en adelante y en presencia de "nortes", las formaciones más importantes son cirros y cirroestratus de nubosidad alta.

Fenómenos climatológicos:

Esta zona costera se encuentra ubicada en el trayecto de tormentas tropicales y huracanes que tienen origen en el Atlántico y el Caribe Oriental. Estos fenómenos atmosféricos son estacionales y se inician en el mes de julio y terminan en noviembre. Cuando el caldeoamiento ha invadido la región insular de las Pequeñas Antillas se forman huracanes de gran recorrido y de potencia extraordinaria, principalmente los formados durante agosto, septiembre y octubre. Algunos llegan a cruzar la Península de Yucatán, por Cozumel y Cancún o por la costa norte, para azotar los Estados de Tamaulipas y Veracruz así como las costas suroccidentales de los Estados Unidos.

Estos huracanes presentan una trayectoria parabólica bien definida y generalmente se recurvan al norte cerca de los 19° N y cinco grados más al norte muestran una inflexión hacia el noreste, que se hace francamente notable casi a los 30° N, atravesando la Península de Florida y salir al Atlántico.

El huracán Gilberto, bautizado como el más potente del siglo que haya golpeado la Península de Yucatán, se originó el 10 de septiembre con carácter de tormenta tropical, al sur de la isla de Puerto Rico. El día 11 al llegar al borde sur de la Isla de Haití fue declarado huracán. En la tarde del día 12 de septiembre, inició su recurva y pasó sobre la Isla de Jamaica. El día 13 su trayectoria cambió hacia el Oeste dirigiéndose hacia la Isla de Cozumel, la cual fue impactada al filo de la media noche, con rachas de viento de hasta 200kph. Alrededor de las 20:00 horas del día 14 pasó a una distancia aproximada de 70 km de la cd. de Mérida y salió de la Península entre el Puerto de Progreso y Telchac, con vientos de 124 kph (SARH, operador del radiosondeo de la Estación Mérida, Octubre de 1988).

Los efectos más graves del huracán Gilberto, desde Holbox hasta la región de los Petenes de Campeche, fueron principalmente cambios en la morfología costera debido a la apertura de 24 bocas que conectaron el sistema palustre y estuarino con el mar, pérdida considerable de playa e inundaciones de vastas áreas de manglar, sabana y selva inundable que se sufrieron las modificaciones en las características químicas del suelo y el marchitamiento por deshidratación.

El **Huracán Wilma** fue el vigésimo primer huracán de la Temporada de huracanes en el Atlántico de 2005 (que coincidió con el récord del Océano Atlántico). Wilma fue el cuarto huracán de categoría 5 de la temporada que batió el récord de las temporadas pasadas de 1960 y 1961. Es el huracán más

intenso registrado en el Atlántico y el décimo ciclón tropical más intenso registrado en todo el mundo (los otros 9 fueron tifones), con la presión más baja reportada en el hemisferio occidental, un récord que ostentaba el Huracán Gilbert (con 888 hPa, Wilma alcanzó los 882 hPa), que también alcanzó a ser el huracán más intenso de la zona hasta entonces, récord que sería emulado por el huracán Patricia quien alcanzó la más baja con 879hPa en el Pacífico durante 2015.

Además, Wilma fue el tercer huracán de categoría 5 registrado en octubre, mientras que los otros dos fueron el Huracán Mitch de 1998, y el Huracán Hattie de 1961.

El 21 de octubre, Wilma tocó tierra en la península de Yucatán como un poderoso huracán categoría 4, con vientos por encima de las 250 mi./h. El ojo del huracán pasó primero sobre la isla de Cozumel. antes de tener su primer contacto "oficial" sobre la península cerca de Playa del Carmen, en el estado de Quintana Roo. Algunas partes de Cozumel experimentaron la calma en el ojo de Wilma por varias horas, con cielos azules y algunos momentos soleados. Los daños en dicha isla fueron devastadores, lo mismo que toda la parte Norte del Estado de Quintana Roo. El ojo se movió lentamente hacia el norte, pasando justo al Este Noreste de Cancún. Diversas zonas de la península de Yucatán tuvieron vientos de huracán por más de 70 horas consecutivas, debido a que un frente frío no permitía que Wilma avanzara, Así pues, estuvo 'estacionario' sobre Cancún, causando destrucción de proporciones épicas, sobre todo en la zona hotelera, localizada justo frente a las playas. Finalmente, con un recorrido de 6 km/h lo cual prolongo el tiempo de este huracán dentro de Cancun Wilma comenzó a acelerar en las primeras horas del 23 de octubre, abandonó la península por su extremo noreste y se internó en el golfo de México ya como un huracán de categoría 2. De todos es sabido que el contacto con tierra debilita estos meteoros.

Se pudieron observar los efectos biológicos debidos a la perturbación de estos huracanes, a partir de los meses siguientes. La observación de estos daños revela:

- Destrucción de dunas costeras en áreas críticas.
- Muerte de manglares, por efecto tanto de los cambios en la presión atmosférica, las marejadas y los vientos salinos.
- Arrastre de arena al interior del sistema palustre y estuarino, en algunos casos con alteración e interrupción de flujos.
- Apertura de bocas de mar en las rías y ciénagas.
- Muerte de un gran número de aves marinas, principalmente sobre la población de flamencos.
- Destrucción de importantes asociaciones de flora.
- Afectación importante de las condiciones naturales que sirven de base a las actividades productivas en toda la costa de la Península.

Depresiones tropicales que han afectado el Caribe Mexicano en el periodo 1969-1995.

1

JULIO DE 1960

ABBY

T (120)

BELICE

2

JULIO DE 1961

ANNA

H (125)

BELICE

3

SEPTIEMBRE DE 1961

CARLA

H (120)

CANAL DE YUCATAN

4

OCTUBRE DE 1961

HATIE

H (240)

BELICE

5

OCTUBRE DE 1964

HILDA

D (50)

CANAL DE YUCATAN

6

SEPTIEMBRE DE 1965

DEBBIE

T (90)

PUNTA NIZUC (CANCUN)

7

JUNIO DE 1966

ALMA

T (112)

BELICE

8

OCTUBRE DE 1966

INEZ

H (200)

A 25 Km DE ISLA HOLBOX

9

SEPTIEMBRE DE 1967

BEULAH

H (120)

COZUMEL Y PUERTO MORELOS

10

NOVIEMBRE DE 1969

FRANCELIA

H (120)

BELICE

11

OCTUBRE DE 1969

LAURIE

D (55)

A 30 Km DE PUNTA NIZUC

12

SEPTIEMBRE DE 1970

ELLA

T (120)

PUERTO MORELOS

13

AGOSTO DE 1971

CHLOE

T (50)

A 65 Km DE BELICE

14

SEPTIEMBRE DE 1971

EDITH

T (100)

BELICE

15

JUNIO DE 1972

AGNES

T (115)

SE FORMA CERCA DE CANCUN

16

SEPTIEMBRE DE 1973

DELIA

D (55)

COZUMEL

17

SEPTIEMBRE DE 1974

CARMEN

H (242)

XCALAC

18

SEPTIEMBRE DE 1974

FIFI

H (185)

BELICE

19

AGOSTO DE 1975

CAROLINE

D (55)

A 20 Km DE CABO CATOCHE

20

SEPTIEMBRE DE 1975

ELOISE

T (75)

COZUMEL Y PLAYA DEL CARMEN

21

OCTUBRE DE 1977

FRIDA

T (55)

FRENTE A CHETUMAL

22

SEPTIEMBRE DE 1978

GRETA

H (153)

BELICE

23

SEPTIEMBRE DE 1979

HENRY

D (55)

A 50 Km DE CABO CATOCHE

24

AGOSTO DE 1980

ALLEN

H (240)

FRENTE A CABO CATOCHE

25

SEPTIEMBRE DE 1980

HERMINE

T (110)

BELICE

26

NOVIEMBRE DE 1980

JEANNE

T (45)

CANAL DE YUCATAN

27

JUNIO DE 1982

ALBERTO

H (137)

CANAL DE YUCATAN

28

AGOSTO DE 1985

DANNY

H (144)

CANAL DE YUCATAN

29

OCTUBRE DE 1987

FLOYD

H (130)

CANAL DE YUCATAN

30

SEPTIEMBRE DE 1988

GILBERTO

H (295)

PUERTO MORELOS

31

NOVIEMBRE DE 1988

KEITH

T (115)

CANCUN

32

SEPTIEMBRE 1995

OPALO

H

COSTA CENTRAL QUINTANA ROO

33

SEPTIEMBRE 1995

ROXANA

H

COSTA CENTRAL QUINTANA ROO

33

OCTUBRE 1997

MITCH

H

HONDURAS COSTA SUR QUINTANA

34

OCTUBRE 2005

WILMA

H (250)

PENINSULA DE YUCATAN

D.- DEPRESION TROPICAL; T.- TORMENTA TROPICAL; H.- HURACAN

(120) .- VELOCIDAD en Km/hr con la que la depresión entro a tierra, en el punto más cercano de su trayectoria a la costa de Quintana Roo.

IV.2.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación. En los levantamientos realizados en el sitio del proyecto se encontró casi nulas presencia de vegetación. En la zona adyacente se encuentran grandes camas de plantas sumergidas como el pasto *Thalassia testudineum*, algas rojas (*Euchema sp*) y verdes (*Halimeda sp*).

b) Fauna. En los levantamientos realizados en el sitio del proyecto se encontró nulas presencia de fauna.

Una gran variedad de especies de Flora y Fauna se puede encontrar en las zonas adyacentes del Parque nacional Arrecife Puerto Morelos, para mayor información se puede consultar el Listado de Flora y Fauna de Especies Registradas en la Zona Marina del Parque Nacional

IV.2.3 Paisaje

Paisajes costeros. En la actualidad se puede apreciar la pérdida de arena y erosión de la playa en el sitio del proyecto así como el daño en las construcciones de las casas colindantes. Ver fotografías presentadas anteriormente.

IV.2.4 Medio socioeconómico.

El Fraccionamiento María Irene se compone de casas habitación y villas. Sus residentes y propietarios han estado desde hace más 15 años. Aproximadamente la mitad de la población reside permanentemente y los demás tienen sus casas como segunda vivienda. En su mayoría son residentes extranjeros conformados por familias.

Se cuenta con algunos servicios urbanos y caminos de acceso.

IV.2.5. Descripción de la estructura del sistema.

Los residentes se están organizados para mantener vigilancia, dar mantenimiento al camino de acceso y servicios básicos en la zona. Para efectos de este proyecto, por su naturaleza, tamaño e incidencia puntual, se considera que no se requiere de información adicional ya que solamente afecta a los mismos residentes y no se identifican componentes clave, relevantes o críticos para el funcionamiento del sistema.

IV.2.6. Análisis de los componentes ambientales relevantes y/o críticos. No se identificaron acciones que puedan considerarse críticas por su interacción con el medio ambiente, ya que por la naturaleza y dimensión del proyecto, que no se manejarán sustancias peligrosas, no se llevara a cabo la realización de actividades altamente riesgosas, ni la introducción de especies exóticas.

IV.2.7.- Diagnóstico ambiental. En base a los puntos anteriores y tomando como punto de partida que este proyecto no pretende realizar procesos de aprovechamiento (explotación y/o transformación) sino que es de rehabilitación del sitio en beneficio de los recursos naturales, de los ecosistemas y de la calidad de vida de la población, no se requiere la presentación del diagnóstico ambiental.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Físicas

1

Corrientes

2

Oleaje

3

Viento

4

Marea

5

Línea de costa

6

Batimetría

Químicas

7

Materia orgánica

Biológicas

8

Tipo de fondo

9

Zooplancton

10

Fitoplancton

11

Macrofauna

12

Macrofitas

13

Ictiofauna

14

Colonización larvaria

Sociales

15

Paisaje

16

Modo de vida

17

Salud y seguridad

Económicas

18

Valor de las propiedades

V.I Metodología para evaluar los impactos ambientales. Se evaluará el impacto de los arrecifes artificiales mediante la aplicación de una matriz de interacción híbrida resultante de la combinación de una matriz simple de Leopold con una matriz cromática.

V.1.1. Indicadores de impacto. La matriz está conformada en su mayoría por factores ambientales los cuales serán alimentados por medio de bibliografía para poder realizar las operaciones correspondientes.

V.1.2. Relación general de algunos indicadores de impacto. Para lo cual se construyó primero una lista de chequeo con las principales variables a considerar, se emplea una escala de colores similares a las utilizadas en un semáforo, considerando a los factores con color rojo como los factores a los cuales se les debe de prestar mayor cuidado por ser los que se verán más afectados y tendrán un factor de cambio más alto:

Una de las principales características de la fabricación y transportación de los arrecifes artificiales es su carencia de impactos durante todo el proceso, siendo considerado solo la etapa de instalación (vertimiento) y operación en la que se considera la presencia de impactos al ambiente.

1.- Fabricación: Esta etapa no tendrá impacto alguno sobre el medio ya que esta se realiza dentro las instalaciones adecuadas para ellos lejos del sitio. Se considera entonces como una etapa SIN IMPACTO.

2.- Transportación: Esta etapa se realiza mediante vehículos y equipo de carga y descarga adecuados para el trabajo. Se considera como una etapa SIN IMPACTO.

3.- Instalación: Esta etapa presenta tres componentes a su vez:

a) Flotado y arrastre de las estructuras para llevarlas al sitio de colocación; esta actividad no conlleva un impacto al medio, siendo considerada SIN IMPACTO.

b) Instalación de cada una de las estructuras; de igual manera que la anterior, en esta actividad no se presentan impacto alguno al medio empleándose equipos operados de manera manual compuestos por boyas y cuerdas. Se le considera SIN IMPACTO.

c) El Anclaje de las estructuras sobre el lecho marino se considera sin impacto. Se Hincarán las anclas con martillos de mano. No se taladrará ni generará ningún tipo de sedimento en suspensión.

V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación

Los valores de interacción estarán dados por los siguientes factores:

Cualidad del impacto

Impacto bajo o nulo

Impacto medio

Impacto alto negativo

Impacto alto positivo

Tipo de impacto

+

positivo

-

negativo

Duración

Valor

CP

corto plazo

0.25

MP

mediano plazo

0.50

LP

largo plazo

0.75

KD

permanente

1.00

Influencia del impacto

Valor

P

puntual

0.33

L

local

0.66

R

regional

1.00

Reversibilidad del impacto

IR

irreversible

RR

reversible

V.2. Impactos ambientales generados. Con la instalación de los arrecifes para la formación del rompeolas sumergido se generarán impactos positivos rehabilitando el sitio al aumentar los sustratos de fijación para el aumento de la diversidad y abundancias de especies y por otra parte al disminuir la energía del oleaje se protegerá la costa y eventualmente se irá recuperando la playa perdida.

V.2.1. Construcción del escenario modificado del proyecto. Se expondrán a continuación las consideraciones de cada uno de los factores a tomar en cuenta.

Físicas

1

Corrientes

No se modificarán por efecto de las estructuras, solo rodearan a las estructuras sin sufrir cambios en su dirección y magnitud.

2

Oleaje

El oleaje no se ve interrumpido en su patrón por el efecto de las estructuras. Solamente reducirá su energía e impacto sobre la costa.

3

Viento

El viento no se verá impactado por efecto de los arrecifes artificiales en ninguna de las etapas.

4

Marea

La marea tampoco se verá impactada por la presencia de los arrecifes artificiales

5

Línea de costa

La línea de costa se verá impactada positivamente por la presencia de los arrecifes artificiales ya que se espera que se reduzca la erosión y eventualmente se rehabilite

6

Batimetría

La profundidad en la zona del rompeolas sumergido se verá impactada por los arrecifes, ya que aumentará la altura del fondo.

Químicas

7

Materia Orgánica

Es probable que dentro de los arrecifes se encuentren restos orgánicos derivados del consumo de los organismos que colonicen a las estructuras. Es impacto es positivo ya que incorpora nutrientes a la cadena alimenticia mediante la cadena de detritus.

Biológicas

8

Tipo de fondo

El tipo de fondo se verá impactado solo en el área de contacto de las estructuras, siendo este impacto bajo y despreciable en cuanto al porcentaje de cobertura de un modulo, cubriendo un área de 6.36 m² por modulo, equivalente al 1.5% en un área de 400m² por modulo.

9

Zooplancton

La abundancia y diversidad de las comunidades de zooplancton se verán impactadas de manera constante y permanente por el aumento de diversos organismos ya sea porque ellos tiene formas larvarias zoopláncticas o por que se alimentan del zooplancton.

10

Fitoplancton

La abundancia y diversidad de las comunidades de fitoplancton se verán impactadas de manera constante y permanente por el aumento de diversos organismos se alimentan de él.

11

Macrofauna

La abundancia y diversidad de la Macrofauna será de las variables que más fuertemente serán impactadas por la presencia de los arrecifes artificiales. El proporcionar hábitat para que sea colonizado por diversos organismos impactará de manera gradual, constante y permanente el fondo sobre el cual se hayan colocado los arrecifes.

12

Macrofitas

La Macrofitas aumentarán por la colonización de nuevo sustrato, este impacto será permanente y constante.

13

Ictiofauna

La abundancia y diversidad de las comunidades de peces se verá impactada de forma permanente y constante, debido a que las estructuras serán colonizadas por diferentes especies peces.

14

Colonización larvaria

Esta variable será otra que será impactada en buen grado. Su efecto se verá después de la inmersión de las estructuras y será la que determine en gran medida la efectividad de las estructuras arrecifales. Su impacto será alto, permanente y constante.

Sociales

15

Paisaje

El paisaje submarino se verá impactado por la presencia de los arrecifes, este impacto será alto, local y permanente.

16

Modo de vida

El impacto será positivo para los pobladores de Playa del Secreto ya que reducirá el riesgo de perder su patrimonio

17

Salud y seguridad

Este factor tendrá un impacto positivo, al brindar tranquilidad y seguridad a los pobladores de Playa del Secreto

Económicas

18

Propiedades

El proteger la costa y rehabilitar el sitio las propiedades se impactarán positivamente al recuperar su valor económico.

En el mejor de los escenarios, además de lograr la rehabilitación y protección de la costa se logrará detener la erosión y amenaza de destrucción del patrimonio de sus pobladores. En un escenario conservador, en caso de que el proyecto no logre disminuir la energía de las olas lo suficiente para detener la erosión y la amenaza de daño patrimonial que se enfrenta, la colocación de los arrecifes no impactará negativamente al ecosistema. Esta situación se determinaría con los monitoreos propuestos y la solución sería aumentar el número de unidades para formar la cuarta y/o quinta línea del rompeolas sumergido. En el peor y poco probable de los escenarios, si se observan en los monitoreos impactos negativos al ambiente, la solución prevista sería la reubicación de los arrecifes o su retiro definitivo del sitio.

V.2.2. Identificación de los efectos en el sistema ambiental. Tomando en cuenta las consideraciones generales anteriores, se generó la siguiente Matriz cromática:

FABRICACION Y TRANSPORTACIÓN

INSTALACION

OPERACIÓN

Duración Influencia

Duración Influencia

Duración Influencia

1

+ KD

P/RR

2

+ KD

P/RR

3

4

5

+ KD

P/RR

6

+ KD

P/RR

+ KD

P/RR

7

8

+ KD

P/RR

+ KD

P/RR

9

+ KD

P/RR

10

+ KD
P/RR

11

+ KD
P/RR

12

+ KD
P/RR

13

+ KD
P/RR

14

+ KD
P/RR

+ KD

15	P/RR
16	+ KD P/RR
17	+ KD P/RR
18	+ KD P/RR
	+ KD P/RR

Se afirma que la duración de los impactos en las variables más sensibles es positiva y permanente, debido a que los beneficios de los arrecifes artificiales son comprobables y su influencia es puntual y reversible porque solamente impactarán en el sitio del proyecto y a la factibilidad de los arrecifes artificiales Reef Ball de ser removibles en caso de que se requiera.

Poniendo los valores numéricos se produce la siguiente Matriz:

FABRICACION Y TRANSPORTACIÓN

INSTALACION

OPERACIÓN

Duración Influencia

Duración Influencia

Duración Influencia

1

1.00

0.33

2

1.00

0.33

3

4

5

1.00

0.33

6

1.00

0.33

1.00

0.33

7

8

1.00

0.33

1.00

0.33

9

1.00

0.33

1.00

10

0.33

11

1.00

0.33

12

1.00

0.33

13

1.00

0.33

14

1.00

0.33

				1.00			
				0.33			
15							
				1.00			
				0.33			
16							
				1.00			
				0.33			
17							
				1.00			
				0.33			
18							
				1.00			
				0.33			
18							
				1.00			
				0.33			
TOTALES	0.00	0.00	+3.00	+0.99	+15.00	+4.95	

Resumiendo la Matriz anterior se puede apreciar como las actividades con mayor impacto en el medio será la etapa de Operación, con una gran impacto positivo en el nivel de influencia, con una influencia que va desde Local hasta Regional.

V.2.3. Caracterización de los impactos.

Indicadores Físicos. Los impactos esperados más importantes se observarán en la disminución del oleaje y los efectos de erosión que provocan en la línea de costa. Se espera que la erosión se detenga y eventualmente la transportación natural de sedimentos pueda rehabilitar la playa acumulando arena. Se espera recuperar de 5 a 10 metros de playa pérdida.

Indicadores Químicos. No se esperan impactos en este indicador ya que los arrecifes son inertes y al ser sumergido el rompeolas dejará pasar las corrientes y transportación natural de sedimentos y no generará ningún tipo de desequilibrio.

Indicadores biológicos. Como se ha podido observar en los miles de arrecifes Reef Ball actualmente colocados los impactos en estos indicadores serán positivos al aumentar la diversidad y abundancia de especies en el sitio. En los monitoreos se evaluará el impacto y la eficiencia de los arrecifes al comparar la cantidad y diversidad de especies que lo colonicen con otros arrecifes naturales cercanos a la costa.

Indicadores Sociales y Económicos. La rehabilitación y protección costera que pretende lograr este proyecto impactará positivamente estos indicadores. En el peor de los escenarios, como se mencionó anteriormente, en caso de que el rompeolas sumergido no sea suficiente para contener la erosión y se observe algún tipo de impacto negativo no esperado, se tiene la alternativa de reubicar o retirar de manera definitiva los arrecifes.

V.2.4. Evaluación de los impactos. La evaluación integral del proceso de cambio generado por el proyecto nos lleva a concluir que el rompeolas sumergido formado con arrecifes artificiales Reef Ball generará impactos positivos al sistema ambiental en el sitio:

- Rehabilitación y protección costera,
- Frenar la erosión de la costa y eventualmente recuperación de la arena de las playas,
- Proteger las viviendas y patrimonio de los pobladores,
- Enriquecer el ecosistema submarino al aumentar los sustratos de fijación de corales y todas las especies que habitan en la zona,
- Probar nuevamente en México la eficiencia tecnológica de una alternativa de ingeniería de costas amigable con el medio ambiente que pueda servir en otros casos.
- Por sus características y factibilidad de ser removidos, los arrecifes artificiales Reef Ball ofrecen una alternativa de bajo costo que permite mitigar cualquier posible daño ambiental.

V.2.5. Determinación del área de influencia. Este proyecto es de carácter puntual y marginal. Está diseñado para la rehabilitación del sitio y área definido en el proyecto. El rompeolas por ser sumergido no ocasionará ninguna modificación en las corrientes ni en los predios aledaños.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1. MEDIDAS PREVENTIVAS. De acuerdo a toda la información presentada anteriormente y a la experiencia y resultados obtenidos en proyectos anteriores, se proponen las siguientes medidas preventivas para cada etapa de este proyecto:

En la etapa de fabricación se deberá respetar la fórmula original de la Fundación Reef Ball, probada en múltiples proyectos, para garantizar la resistencia de los arrecifes y que la calidad de los materiales utilizados sea amigable al medio ambiente. No se utilizará ningún tipo de sustancia peligrosa o tóxica.

La fabricación de los arrecifes se realizará en instalaciones adecuadas para este fin por personal entrenado y calificado por el representante de la Fundación Reef Ball en México

El proceso constructivo de las estructuras se realizará en instalaciones diseñadas para tal fin, en la cual las condiciones son controladas evitando pérdidas de los materiales y minimizando las emisiones que se puedan dar al ambiente.

Es importante mencionar que la actividad de construcción no se dará en el sitio del proyecto, motivo por el cual no se prevén impactos negativos por esta actividad.

La transportación de los arrecifes desde la fábrica hasta el sitio del proyecto se realizará con el equipo y personal calificado, con probada experiencia en el manejo de los arrecifes artificiales en proyectos anteriores.

Se requerirá que los motores de los equipos estén verificados mecánicamente y en buenas condiciones de funcionamiento para evitar cualquier tipo de emisión tóxica o derrame de combustibles.

En la etapa de la instalación de los arrecifes artificiales se deberá tener el cuidado de no depositarlos sobre alguna formación de coral existente. El hundimiento deberá ser de forma controlada por personal capacitado y con el equipo de flotación y hundimiento adecuado. Es inevitable el impacto que se dará sobre las comunidades bentónicas conocidas como Macrofauna pequeña y meiofauna, con un tamaño máximo de un centímetro de largo. El impacto sobre estas comunidades se da al momento de depositar los arrecifes artificiales sobre el fondo marino. Este impacto es mínimo debido a que el área que afectaran los 765 arrecifes artificiales es menor a 1250 metros cuadrados, menos del 2% del total del sitio.

Para el proceso de anclado no se taladrará el fondo marino. Se hincarán las anclas con martillos de mano y marros para evitar generar sedimentos en suspensión.

Aun cuando en el sitio del proyecto es de muy poca profundidad, lo cual impide la navegación en la zona, se plantea como medida preventiva la instalación de boyas de marcación para señalar la ubicación del rompeolas sumergido así evitar posibles accidentes de navegación.

Una vez sumergidas, las estructuras quedaran operando inertes bajo los efectos de la colonización que hagan de ellas los diferentes organismos tanto como flora como fauna.

De tal modo y con base a lo anterior no se detectaron impactos negativos importantes.

VI.2 Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación.

En la etapa de fabricación se contará con depósitos de basura servicio de recolecta para su destino final en sitios autorizados para su manejo.

Se contará con botiquín y equipo reglamentario de seguridad en el sitio así como seguro médico para todo el personal.

En las etapas de transportación e instalación se requerirá que los tractocamiones y equipo cuenten con seguro contra cualquier tipo de accidente o eventualidad que pueda ocasionar daños civiles a terceros o al medio ambiente.

Para la etapa de instalación se respetarán las reglas del programa de manejo del Parque y el personal deberá estar capacitado para realizar el trabajo por el contratista con licencia de la Fundación Reef Ball.

Los arrecifes Reef Ball han probado su estabilidad en diferentes proyectos que han sido impactados por huracanes categoría IV y en tanques de prueba con condiciones de huracán de categoría V, pero ante la posibilidad que en caso de un huracán o tormenta impacte el sitio del proyecto y se pueda correr el riesgo de que los arrecifes artificiales sean desplazados de su lugar de colocación se requerirá que todos los arrecifes sean anclados con al menos dos anclas de acero de 1/2 de diámetro hincándolas en roca al menos 10 centímetros de profundidad. En el caso de que el sustrato en el que se ubiquen los arrecifes sea arena se colocarán anclas para arena con al menos un 90 centímetros de profundidad.

En la etapa de operación del proyecto, de acuerdo a los resultados de los monitoreos e informes, en caso de que por cualquier circunstancia sea necesario reubicar o retirar los arrecifes artificiales como medida de mitigación final se procederá a reflotarlos y llevarlos al sitio que dispongan las autoridades.

Este procedimiento consiste en colocar una boya de flotación y equipo auxiliar de salvamento atado a las estructuras, inyectándoles aire a presión hasta levantar los arrecifes del fondo marino y poder ser remolcados para su reubicación o retiro.

En el caso de que el rompeolas sumergido no logre disminuir la energía de las olas lo suficiente para frenar la erosión de la costa se puede optar por aumentar el número de filas de arrecifes artificiales.

En cualquiera de los casos anteriores el promovente se compromete a presentarles a las autoridades competentes una propuesta detallada para su revisión y autorización de las medidas de mitigación que se consideren necesarias.

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

V.II.1. Pronóstico del escenario. Como resultado del análisis del capítulo V se determina que el proyecto no causará impactos ambientales críticos. Los impactos ambientales esperados serán positivos y benéficos al colonizarse las estructuras y rehabilitar la costa.

El pronóstico del escenario en el mejor de los casos es que con el rompeolas sumergido se reduzca la energía de las olas suficientemente para permitir la natural sedimentación de arena y recuperación de la playa perdida la cual sería la mejor defensa y protección de la costa.

En caso de no lograr reducir la energía de las olas lo suficiente para recuperar la playa la alternativa más viable sería aumentar el número de arrecifes artificiales para incrementar el ancho del rompeolas sumergido con una cuarta y/o quinta línea.

En el peor de los escenarios si el rompeolas sumergido no fuera suficiente para contener la energía de las olas y detener la erosión de la costa o si se tuviera que reubicar o retirar definitivamente los arrecifes artificiales la alternativa propuesta de mitigación sería su reflotado para reubicación o retiro definitivo.

V.II.2.- Programa de monitoreo.

Objetivos. El objetivo principal del programa de monitoreo es el de determinar si el rompeolas sumergido es capaz de reducir la energía de las olas suficientemente para lograr rehabilitar y proteger la costa. Otro objetivo importante del programa es el de evaluar la colonización de las estructuras y su aporte como zona de propagación de corales y aumento y diversificación de especies marinas.

Selección de variables. Las variables más importantes a monitorear son:

Físicas:

Línea de costa. Medir la acumulación de arena y recuperación de la playa en el sitio del proyecto.

Batimetría. Medir la sedimentación de arena entre el rompeolas sumergido y la línea de costa.

Biológicas: Evaluar el incremento y diversidad de todas las especies marinas que colonicen los arrecifes propios de la zona del sitio del proyecto.

Sociales: Evaluar el mejoramiento del paisaje, del modo de vida de los pobladores y la salud y seguridad de sus viviendas.

Económicas: Evaluar el impacto que tiene el proyecto sobre la recuperación del valor de las propiedades.

Unidades de medición.

Las variables físicas se medirán en metros recuperados de playa y elevación del nivel de profundidad en el sitio del proyecto.

Las variables Biológicas se medirán por la diversidad y cantidades de especies que colonicen el arrecife.

Las variables sociales se estimarán con el grado de satisfacción y mejoramiento de vida de los pobladores.

La variable económica se estimara con apreciaciones y re avalúos de las propiedades de Playa del Secreto.

Procedimientos y técnicas para la toma, análisis y medición de datos.

Para las variables físicas se realizarán levantamientos topo batimétricos semestrales de la línea de costa y del área del proyecto y se compararán los resultados para medir el resultado del proyecto.

Para las variables biológicas se realizarán levantamientos fotográficos semestrales para identificar la diversidad y abundancia de especies que se fijen y colonicen los arrecifes.

En el caso de las variables sociales y económicas se realizarán encuestas de opinión entre los pobladores.

Diseño estadístico de la muestra y selección de los puntos de muestreo. La muestra para las variables físicas será el 100% de los puntos del levantamiento batimétrico realizado para el diseño del proyecto. Para las variables biológicas será el 100% de los arrecifes instalados y en el caso de las variables sociales y económicas el 50% de los habitantes y predios ubicados enfrente del proyecto..

Procedimientos de almacenamiento de datos y análisis estadístico. Se almacenarán los datos obtenidos semestralmente y se compararán estadísticamente para medir la evolución de los resultados.

Logística e infraestructura. Se programará un calendario de levantamientos semestrales durante dos años, cuatro en total y se requerirá del equipo topográfico, de cámaras submarinas y equipo diverso necesario para realizarlos.

Calendario del muestreo. Se realizará el primer muestreo al concluir la instalación de los arrecifes y posteriormente se realizarán cuatro monitoreos semestrales a lo largo de dos años.

Responsable del muestreo. El responsable del muestreo será el Sr. Javier Del Jesús Dajer Miguel, responsable de esta manifestación de impacto ambiental y representante de la Fundación Reef Ball en México.

Formatos de presentación. Se presentarán los resultados de los monitoreos en formato impreso y digital incluyendo anexos fotográficos de los levantamientos a las autoridades ambientales, con copia para los propietarios de los predios colindantes al proyecto y para la Fundación Reef Ball.

Costos aproximados. Se estima que el costo de los levantamientos y la edición de los informes de los monitoreos son de \$30,000 (treinta mil pesos moneda nacional)

Valores permisibles o umbrales. Se permitirá considerar incrementos en los costos de acuerdo al alza de precios. En caso de rebasar los costos el umbral permisible, el representante de la Fundación Reef Ball en México cubrirá la parte faltante.

Procedimientos para el control de calidad. Se requerirá que los levantamientos sean supervisados y/o realizados por profesionales en cada materia. Ingenieros para las topo batimetrías y biólogos para los levantamientos submarinos.

VII.3. Conclusiones. Los impactos positivos y beneficios al medio ambiente que generará el proyecto y su importancia y beneficio en los propietarios de los predios colindantes al proyecto son mayores a cualquier posible impacto ambiental negativo. No se tiene en el proyecto manejo de sustancias tóxicas ni peligrosas ni se identificaron factores críticos o procesos naturales que puedan resultar perjudicados por el proyecto. La capacidad de remover los arrecifes como medida de mitigación extrema aporta un factor de mayor seguridad para afirmar que:

En base a evaluación de la información presentada y a la experiencia en proyectos anteriores se puede concluir que este proyecto es ambientalmente viable y que el impacto ambiental potencial negativo se considera mínimo o nulo.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán cuatro ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental; de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementa el estudio mismo que deberá ser presentado en formato Word.

Se integrará un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no excederá de 20 cuartillas en cuatro ejemplares, asimismo será grabado en memoria magnética en formato Word.

Anexos:

VIII.1.1 Planos de localización

VIII.1.2 Fotografías

Se anexan fotografías del sitio, de la fabricación, transportación, colocación y fotografías submarinas de los arrecifes artificiales Reef Ball colonizados colocados en otros sitios de Quintana Roo.

VIII.1.3 Estudios y documentos técnicos

VIII.2 Otros Anexos

- **Identificación oficial del promovente y responsable del estudio (IFE)**
- **Cédula profesional del responsable del estudio**
- **RFC del responsable del estudio**
- **Copia del pago de derechos**
- **Hoja de ayuda para el cálculo de pago de derechos**

